

À la rencontre de personnes
qui inventent, financent,
construisent, entretiennent ou
habitent des bâtiments
à haute efficacité énergétique.



suisse energie
Notre engagement : notre futur.

BÂTIR AVEC LE SOLEIL

BÂTIR

AVEC LE

*LORD NORMAN FOSTER, RICHTER DAHL ROCHA,
SAVIOZ FABRIZZI, DON RAFAEL GARCIA, ZAHA HADID,
MICHAEL GRÄTZEL, LA FAMILLE WEIBEL ET BIEN D'AUTRES*

SOLEIL

BÂTIR AVEC LE SOLEIL

***LORD NORMAN FOSTER, RICHTER DAHL ROCHA,
SAVIOZ FABRIZZI, DON RAFAEL GARCIA, ZAHA HADID,
MICHAEL GRÄTZEL, LA FAMILLE WEIBEL ET BIEN D'AUTRES***

004
PRÉFACE

006
LORD NORMAN FOSTER
À grande échelle

016
BUREAU D'ARCHITECTURE
SNØHETTA
La maison zéro émission
du grand nord

022
ADRIAN ALTENBURGER
«Trois tendances importantes»

026
DON RAFAEL GARCIA
Le Vatican reçoit
son énergie du ciel

034
RICHTER DAHL ROCHA
& ASSOCIÉS ARCHITECTES
«C'est pourquoi nous
sommes nous aussi,
les architectes, co-
responsables de notre
environnement et de
la société»

044
MICHAEL GRÄTZEL
L'homme de la haute
efficacité



048
SAVIOZ FABRIZZI ARCHITECTES
L'efficacité énergétique dans
des murs rénovés

056
PAULINE VAN DONGEN
More than Fashion

060
ZAHA HADID
Visionnaire

068
URSI ET THOMAS WEIBEL
C'est aussi possible à petite échelle

074
PIONNIERS
Le futur est plus ancien que l'on ne croit

082
FRANÇOISE ET OLIVIER GUISAN
«Nous vivons du soleil et de la pluie»

086
PAUL CURSCHELLAS, CAROLINE GASSER,
ET RAIMUND HÄCHLER
La piscine solaire

094
CABANE DU MONT ROSE
«Faisons donc quelque chose
qui tient le temps!»

114
FAITS ET CHIFFRES

Visiter aujourd'hui les bâtiments de demain

Le futur n'est pas une utopie: c'est ce que prouvent certains en construisant ou faisant construire dès aujourd'hui des bâtiments affichant une haute efficacité, voire une autarcie énergétique.

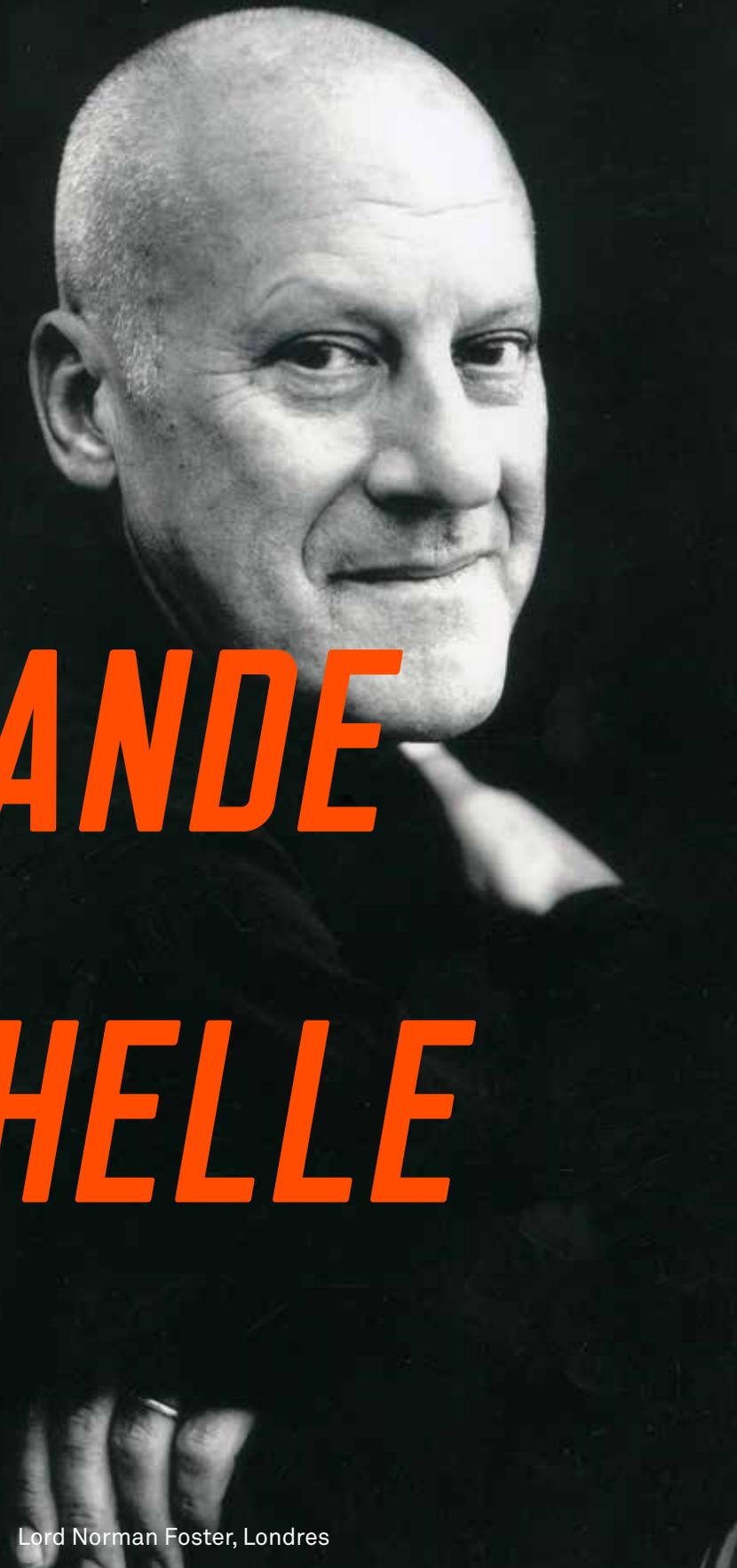
Pour ce livre, nous sommes allés à la rencontre de ces pionniers et de leurs constructions. Les architectes Zaha Hadid et Norman Foster racontent comment ils planifient des bâtiments de prestige à haute efficacité énergétique à grande échelle. Pourtant, les bâtiments à haute efficacité énergétique sont possibles aussi chez nous, et à petite échelle, comme le montrent la Maison Roduit à Némiaz et la maison d'Uri et Thomas Weibel à Horgen. Et les bâtiments à haute efficacité énergétique fonctionnent même dans des conditions climatiques difficiles: la cabane alpine du Mont Rose, près de Zermatt, ou la maison Multi-Confort de Larvik, non loin d'Oslo, sous les latitudes septentrionales de Norvège, en font la démonstration.

Tous ces bâtiments ont une chose en commun: ils misent sur l'énergie solaire et s'appuient sur elle, sous forme de photovoltaïque, c'est-à-dire la production de courant à partir des rayons du soleil, ou de production de chaleur à partir des rayons du soleil. Or cela est prometteur: en effet, la quantité d'énergie solaire reçue chaque jour par la terre est supérieure au potentiel énergétique de toutes les autres énergies renouvelables confondues – et dix mille fois plus importante que les besoins énergétiques quotidiens de l'humanité.

Ce livre se veut une incitation à planifier et à construire en Suisse plus de bâtiments à haute efficacité énergétique, voire énergétiquement autonomes, et à contribuer de cette façon à ce que la Suisse ait une consommation énergétique durable. Le tout sans perdre de vue les aspirations esthétiques. Car comme le dit Andreas Deplazes, professeur à l'EPF, dans son interview: «Une architecture exigeante et des concepts énergétiques innovants ne sont pas antinomiques: au contraire, ils se servent mutuellement.»

«Une architecture exigeante et des concepts énergétiques innovants ne sont pas antinomiques: au contraire, ils se servent mutuellement»

Andreas Deplazes,
professeur d'architecture et de construction à l'EPF



À GRANDE ÉCHELLE

LORD NORMAN FOSTER, LONDRES

Le célèbre architecte **Lord Norman Foster** est né en 1935 à Manchester dans une famille d'ouvriers. Ses plans étaient au départ caractérisés par un style high-tech influencé par les machines. Par la suite, il a développé un style beaucoup plus accessible de modernité aux arêtes vives. Ses ouvrages impriment aux panoramas urbains leur marque distinctive. En 1999, Norman Foster s'est vu attribuer par la reine d'Angleterre le titre de lord pour ses mérites. **Foster + Partners**, son bureau d'architecture célèbre dans le monde entier, qui se consacre depuis des décennies aux constructions à haute efficacité énergétique, est en passe de révolutionner l'utilisation de l'énergie solaire. Par exemple dans l'aéroport international de Koweït ou dans le nouveau campus Apple de Cupertino, en Californie.

Quand êtes-vous entré en contact en tant qu'architecte avec l'énergie solaire?

Lord Norman Foster: Les principes de la conception durable ont toujours fait partie intégrante de notre travail; exploiter le potentiel de l'énergie solaire est depuis longtemps un aspect de cette démarche. Le plan directeur que nous avons élaboré pour l'île de La Gomera en 1975 en est un exemple ancien, car il combinait les énergies renouvelables avec une approche globale: des distillateurs solaires étaient utilisés pour dessaler l'eau de mer pour les besoins domestiques, et des panneaux solaires fournissaient de l'énergie pour la fabrication d'eau chaude. Parmi les idées «écologiques» développées dans cette étude, beaucoup sont depuis devenues réalité, grâce aux nouvelles technologies

«Dans nos projets en cours,
nous utilisons les panneaux
solaires dans un nombre
de bâtiments plus élevé que
jamais auparavant»

Lord Norman Foster, fondateur et directeur du bureau
d'architecture Foster + Partners



LORD NORMAN FOSTER, LONDRES

dont nous disposons et à l'échelle à laquelle nous travaillons aujourd'hui. Nos derniers projets de construction ont fait avancer les nouveaux développements dans ce domaine, par exemple le Masdar Institute, le premier bâtiment de son genre à être entièrement approvisionné par l'énergie solaire.

Vos premières expériences?

Foster: L'intérêt que j'ai éprouvé très tôt pour le développement durable a vite débouché sur une collaboration avec Buckminster Fuller. Cette collaboration a eu beaucoup d'influence, notamment les plans que nous avons faits en 1982 pour la maison à énergie zéro, qui suivait la trajectoire du soleil. L'idée consistait à construire deux maisons: l'une en Californie pour Bucky et l'autre à Wiltshire pour ma famille. Il s'agissait d'une coupole géodésique à double façade, dont les façades extérieure et intérieure pivotaient indépendamment l'une de l'autre. Les deux façades étaient faites pour moitié de verre et pour moitié de matériaux de construction solides, de sorte que la coupole était complètement fermée la nuit et suivait durant la journée la trajectoire du soleil. Nous sommes parvenus jusqu'au développement d'une maquette de travail à grande échelle, mais Bucky et sa femme sont morts tragiquement avant que nous ne puissions aller plus loin.

À votre avis, qu'est-ce qui a changé depuis?

Foster: L'industrie est plus mûre. À l'époque du projet de La Gomera, la technologie n'en était qu'à ses balbutiements. Aujourd'hui, l'énergie solaire est devenue extrêmement diversifiée et concurrentielle, car le prix du pétrole et du gaz a augmenté et le coût des sources d'énergie renouvelables a baissé. Le cadre réglementaire a lui

aussi évolué: il existe aujourd'hui plus de tarifs de rachat subventionnés et d'incitatifs mis en place par les gouvernements pour non seulement promouvoir les systèmes solaires auprès des consommateurs, mais aussi stimuler la production de technologies innovantes par les entreprises solaires. En même temps, il y a un renfor-

«Les nouvelles technologies telles que le photovoltaïque organique et les panneaux à couche mince sont encore plus flexibles»

cement de la prise de conscience du grand public envers le changement climatique et les besoins en conceptions durables, y compris chez ceux qui commandent des constructions de bâtiments.

Du point de vue de l'architecte, quand peut-on dire que l'intégration des panneaux solaires ou d'autres éléments est réussie?

Foster: Notre approche de la conception durable est globale. Avant même d'envisager des mesures plus actives, nous commençons par étudier de quelle manière les besoins énergétiques d'un bâtiment peuvent être réduits par le simple usage de techniques passives efficaces, sans intervention supplémentaire. Si les panneaux solaires sont fonctionnels pour un projet, ceux-ci doivent être intégrés dans le plan et non être ajoutés au projet seulement a posteriori. Étant donné que la technologie a progressé, les architectes ont à leur disposition une palette d'options inédite:



LORD NORMAN FOSTER, LONDRES

au lieu d'adapter un panneau standard encombrant, tout peut être spécifié – de la conception et de la couleur souhaitées jusqu'à la taille des panneaux. Par ailleurs, il existe différents types de panneaux – des cellules classiques jusqu'à des éléments pouvant être parfaitement intégrés dans une façade de bâtiment. Les nouvelles technologies telles que le photovoltaïque organique et les panneaux à couche mince sont encore plus flexibles.

Pouvez-vous citer un exemple de votre propre bureau?

Foster: Nous avons intégré avec succès le photovoltaïque dans plusieurs bâtiments tels que l'hôtel de ville de Londres et le Reichstag, le nouveau parlement allemand de Berlin. Pour nous inscrire dans cette

«J'attends que les panneaux solaires continuent à devenir meilleur marché et plus adaptables»

stratégie globale visant à réduire l'impact environnemental de notre propre travail, nous avons installé des douches solaires thermiques dans notre bureau. Ce sont des modèles de référence en matière de technologie, qui sont au demeurant aussi particulièrement appréciés au sein de notre équipe. Dans nos projets en cours, nous utilisons les panneaux solaires dans plus de bâtiments que jamais auparavant: l'aéroport international de Koweït et le nouveau Campus d'Apple à Cupertino posséderont deux des plus grandes installations photovoltaïques intégrées du monde.

L'énergie solaire rencontre-t-elle partout dans le monde la même ouverture d'esprit?

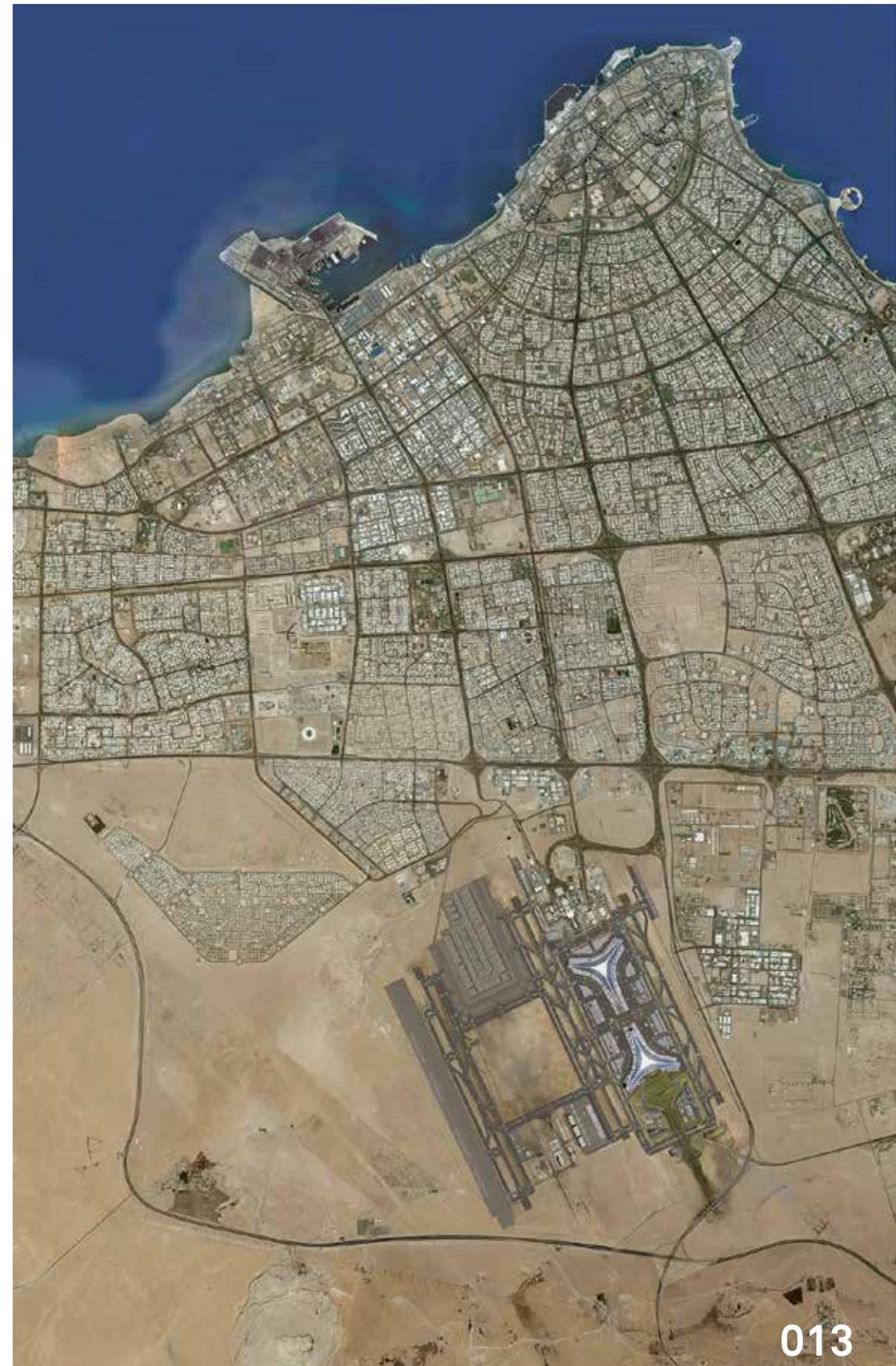
Foster: Chaque pays est différent. Naturellement, le climat joue un rôle dans l'acceptation de l'énergie solaire, mais les initiatives réglementaires sont elles aussi importantes, car les mesures telles que les tarifs de rachat du courant permettent aux consommateurs d'amortir les frais d'installation. Au cours des cinq dernières années, la production solaire a augmenté de manière significative, car les pays émergents subventionnent et promeuvent l'industrie solaire.

Qu'attendez-vous de la part des fabricants de panneaux solaires?

Foster: J'attends que les panneaux solaires continuent à devenir meilleur marché et plus adaptables, qu'ils gagnent en efficacité et en même temps que la palette de produits s'élargisse. On est actuellement en train de développer des technologies de pointe qui, même si elles ne sont pas encore disponibles, ont le potentiel de révolutionner le secteur.

De nouvelles réglementations sont-elles nécessaires?

Foster: Pour l'instant, les réglementations des autorités offrent des incitatifs efficaces et soutiennent la promotion de l'innovation. Cependant, on aura moins besoin de soutien de la part des gouvernements dès que l'énergie solaire sera plus concurrentielle et meilleur marché. Les questions principales porteront alors sur la capacité d'interconnexion des réseaux et sur l'injection dans le réseau d'alimentation électrique, afin de garantir que l'énergie solaire fasse partie intégrante d'un avenir durable.





LA MAISON

ZÉRO

ÉMISSION

DU GRAND

NORD

BUREAU D'ARCHITECTURE SNØHETTA, OSLO

Lorsque l'on pense à l'énergie solaire, on a à l'esprit le brûlant soleil du Sud ou des montagnes et le rayonnement intense qu'on l'imagine dégager. Mais l'énergie solaire dans le Plateau suisse, est-ce que cela peut fonctionner? Et si oui: est-ce rentable?

Les excuses nous viennent spontanément à l'esprit quand il s'agit de repousser aux calendes grecques l'installation d'énergies renouvelables. Or ces excuses ne sont pas recevables: c'est ce que prouve un exemple donné par le Grand Nord, plus exactement par la commune de **Larvik, en Norvège**. On y trouve une maison, qui non seulement fonctionne entièrement avec des énergies renouvelables, piscine et véhicule électrique compris, mais qui en plus compense les émissions de gaz à effet de serre générées par le fonctionnement et la production des matériaux de construction. Est-ce possible? Oui, sans hésitation. C'est une maison pilote au plein sens du terme. Elle a été construite par le **bureau d'architecture Snøhetta**, d'Oslo.

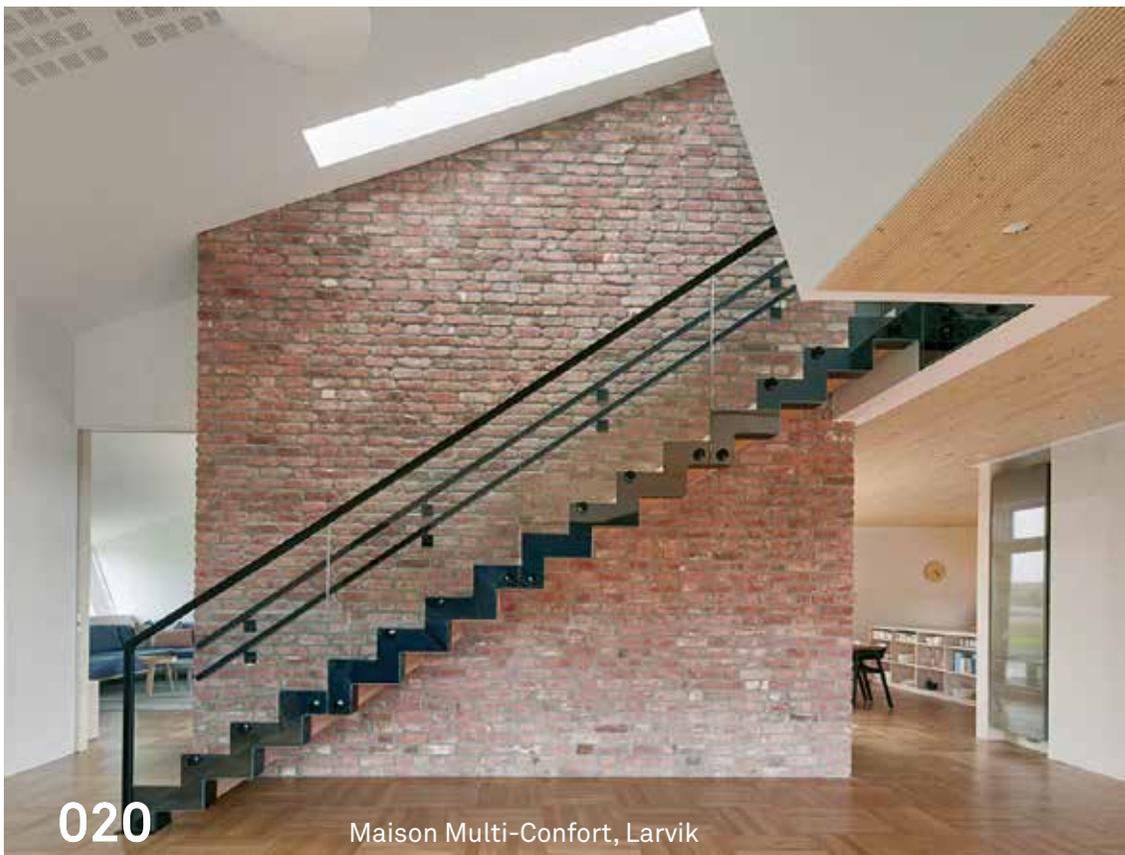
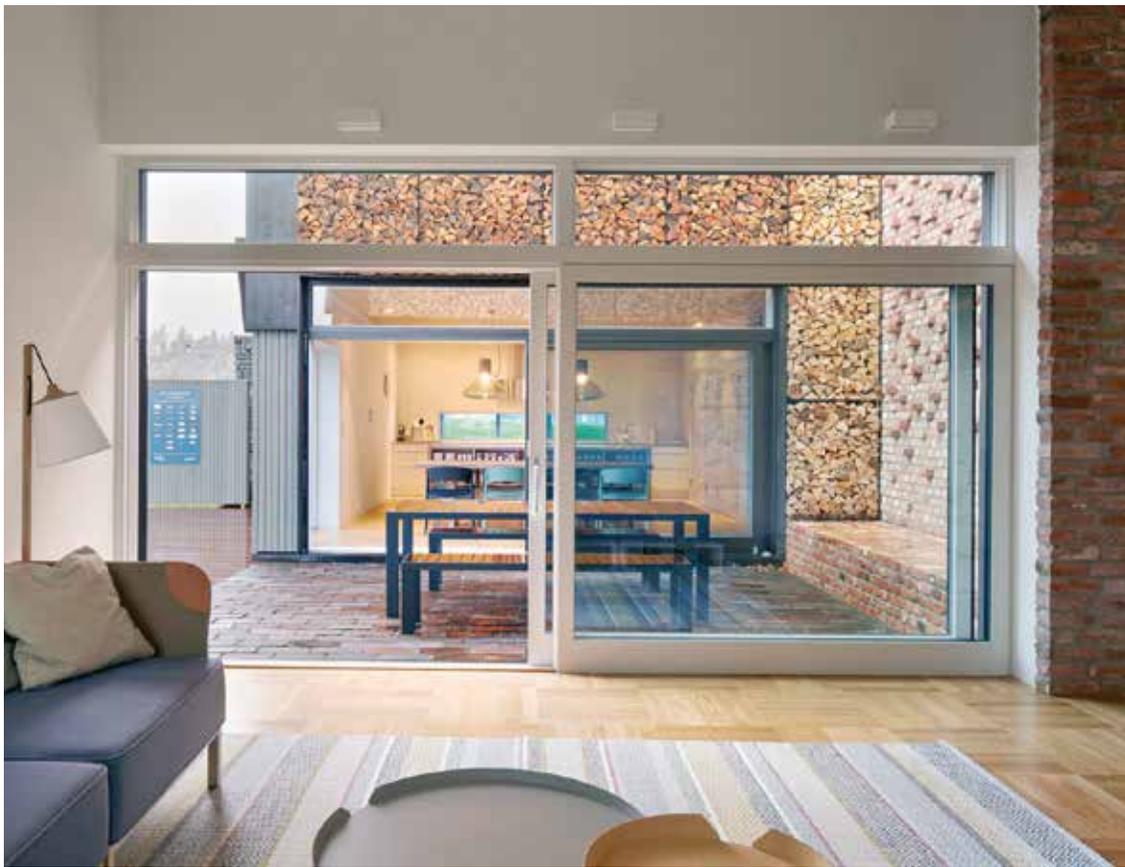
Et elle pulvérise les normes: la maison-pilote Multi-Confort de Larvik est située à 125 kilomètres au sud de la capitale. Le propriétaire du bâtiment est Brødrene Dahl, et le bureau Snøhetta en a conçu l'architecture. La maison, qui comporte 200 m² de plancher chauffant (surface de référence énergétique), a été achevée en septembre 2014. En sa qualité de maison pilote Multi-Confort, elle va bien au-delà des normes écologiques déjà ambitieuses du Centre de recherche sur les bâtiments à zéro émission (ZEB) de Norvège.



**«Nos maisons pilotes
affichent des niveaux
d'efficacité énergétique très
en avance sur leur temps»**

Centre norvégien de recherche sur les bâtiments à zéro émission (ZEB)





BUREAU D'ARCHITECTURE SNØHETTA, OSLO

La norme ZEB stipule que la production d'énergie renouvelable du bâtiment doit compenser les émissions de gaz à effet de serre générées par le fonctionnement du bâtiment et la production des matériaux de construction au moyen d'une installation photovoltaïque installée sur le toit, de capteurs solaires et de pompes à chaleur géothermiques et à chaleur à air vicié. La maison pilote Multi-Confort de Larvik va plus loin encore et produit de l'énergie pour le véhicule électrique et la piscine de ce pavillon individuel.

Production et stockage de l'électricité: dans la maison de Larvik, la majeure partie de la quantité d'énergie est fournie par l'installation photovoltaïque montée sur le toit. Ce système d'une surface de 150 m² et les 16 m² de capteurs solaires recouvrent l'intégralité de la surface du toit. La production annuelle d'électricité escomptée est de 19 200 kWh. L'installation photovoltaïque possède un accumulateur d'énergie (à eau), qui couvre la consommation d'électricité d'une journée d'été, ainsi qu'une batterie de 48 volts pouvant stocker 600 ampères-heures. La batterie permet d'utiliser la nuit dans la maison l'énergie produite pendant la journée et de réduire les besoins d'achat d'électricité à partir du réseau d'alimentation. L'installation est reliée au réseau électrique, et l'énergie non utilisée dans la maison est vendue au réseau.

Très en avance sur son temps: du fait de sa haute production d'énergie renouvelable, la maison «Larvik» est considérée comme maison pilote du centre ZEB, qui a été mis en place en 2009 sur l'initiative du gouver-

nement norvégien. Les travaux de recherche du centre visent à créer des produits et solutions compétitifs destinés aux bâtiments neufs et anciens et ont pour but de diffuser sur le marché des bâtiments fonctionnant sans émissions de gaz à effet de serre tant au niveau de la construction que de l'utilisation et de la démolition.

Les activités de recherche et de développement conduites au sein du Centre ZEB portent sur tous les aspects de la construction à zéro émission – du développement de nouveaux matériaux tels que les nanomatériaux isolants jusqu'aux maisons-pilotes de taille réelle. Ces maisons pilotes sont une contribution importante du centre de recherche, car elles démontrent concrètement qu'il est possible de réaliser des bâtiments à zéro émission. Ces bâtiments ont des ambitions d'efficacité énergétique très en avance sur les exigences actuellement applicables aux bâtiments norvégiens. Dans le cas de la maison «Larvik», au moins 10 à 15 ans.

Zero Emission Building

ZEB, le centre de recherche sur les bâtiments zéro énergie («Zero Emission Buildings»), a son siège à la NTNU (Université norvégienne de sciences et de technologie) de Trondheim et est une collaboration entre le «Research Council of Norway» et de nombreux partenaires de l'industrie du bâtiment – entre autres Brødrene Dahl et Snøhetta.



«TROIS TENDANCES IMPORTANTES»

ADRIAN ALTENBURGER, FRAUENFELD

L'ingénieur et architecte **Adrian Altenburger** est un homme très occupé. Il est partenaire, membre du conseil d'administration et directeur de filiale d'Amstein + Walthert AG, l'un des plus grands bureaux d'ingénierie et de consulting en Suisse. Il siège par ailleurs au comité directeur de la Société suisse des ingénieurs et architectes (SIA), connue pour son importante collection de normes applicables à la construction: les normes SIA changent le visage de la Suisse! Parlant de ce qui l'anime professionnellement, Adrian Altenburger explique: «J'aime la nouveauté, j'ai une aversion pour le tout-venant et les questions déjà posées et résolues cent fois.»

L'entreprise **Amstein + Walthert AG** a été fondée en 1927 comme bureau d'ingénieurs électriciens. Ce n'est qu'au fil du temps que sont venus s'y ajouter les autres domaines de la technique du bâtiment: ventilation/climatisation, chauffage/réfrigération, sanitaire/arrosage, mais aussi les prestations de services qui vont de pair comme la physique et l'acoustique des bâtiments ou la protection incendie. Ces nombreuses compétences et la capacité de l'entreprise, qui emploie près de 750 collaboratrices et collaborateurs à l'échelon national, lui permettent de se concentrer sur les projets et directions de projets complets et complexes – avec toujours la même aspiration à mettre en place une technique énergétique et du bâtiment durable et des solutions de pointe élégantes.

Monsieur Altenburger, quand avez-vous croisé pour la première fois sur votre chemin le photovoltaïque et le solaire thermique?

Adrian Altenburger: C'était encore au temps de mes études, dans les années 1980, plutôt au niveau théorique. Dans la pratique, cela a véritablement démarré vers l'an 2000, quand les nouvelles technologies sont aussi devenues plus compétitives du point de vue économique. Ce boom semble être seulement le début d'une ère nouvelle. Pour qu'il se poursuive,

il va falloir plus recourir aux connaissances en ingénierie, car il existe aujourd'hui déjà des situations où l'électricité solaire produite surcharge le réseau et où la production de courant doit donc être intentionnellement interrompue.

Quelles sont les évolutions qui se dessinent en matière de technique des bâtiments?

Altenburger: Pour moi, il y a trois tendances que je considère comme particulièrement importantes. Premièrement, la question de l'efficacité globale. C'est-à-dire dans un premier temps l'analyse permettant de déterminer quelle approche intégrée sera judicieuse pour un bâtiment, compte tenu de son site et de son utilisation, non seulement du point de vue non seulement énergétique, mais aussi économique. Peut-être optera-t-on non pas pour des capteurs solaires, mais pour une sonde géothermique. Mais peut-être aussi pour une isolation allant au-delà des directives. Ou pour une absence d'isolation. Laissez-moi vous donner un exemple pour illustrer cela: en Islande, on dispose en abondance d'une chaleur thermique renouvelable proche de la surface du sol, avec laquelle certaines maisons sont chauffées directement. Avec une telle situation de départ, cela n'a aucun sens d'isoler le bâtiment au-delà de ce qui est nécessaire pour la physique des bâtiments. J'avoue qu'il s'agit là d'un exemple un peu simple, reste que le technicien du bâtiment doit rechercher l'efficacité globale.

La deuxième tendance?

Altenburger: Elle résulte de la question des synergies. Ce que je veux dire, c'est qu'il ne faut pas créer de solutions isolées, mais plutôt combiner les choses. Dans le dock E de l'aéroport de Zurich, nous avons par exemple combiné des lamelles pare-soleil

«Les bâtiments existants présentent un potentiel énorme pour optimiser l'exploitation du point de vue énergétique»

et du photovoltaïque, suivant la devise: «Là où il y a de l'ombre, il y a aussi de la lumière.» Et dans les piliers à fonction statique des fondations, nous avons intégré pratiquement sans surcoût les tubes destinés à l'utilisation de la géothermie. Voilà les solutions dont je parlais! Elles se créent en faisant collaborer les disciplines, en dépassant les frontières.

Et la troisième tendance?

Altenburger: Les bâtiments existants présentent un potentiel énorme pour optimiser l'exploitation du point de vue énergétique. C'est une phase du cycle de vie des bâtiments qui a jusqu'ici été négligée de façon impardonnable. Dans les bâtiments neufs, on a énergétiquement parlant soi-disant le contrôle sur tout, mais même dans ce secteur, on constate à l'usage des écarts souvent énormes par rapport aux valeurs de planification, que ce soit en raison d'un comportement peu sensible de la part des utilisateurs ou d'une exploitation sous-optimale des installations.

Face à ces évolutions, à quoi la technique des bâtiments doit-elle apporter une attention particulière?

Altenburger: Si l'on part du principe qu'au cours des décennies à venir, la quantité de courant photovoltaïque stochastique et local augmentera fortement, nous aurons

probablement un problème plus technique qu'énergétique. Nous nous acheminons vers une situation où nous produirons nous-mêmes – et en commun – suffisamment, voire trop d'énergie à l'échelon décentralisé, mais où nous ne pourrions pas l'utiliser tous en même temps ni la stocker.

Comment résoudre ce problème?

Altenburger: On a besoin, à l'échelon du bâtiment, du lotissement ou de la commune, d'unités de stockage décentralisées qui puissent récupérer ces excédents à court terme pour les nuits et pour stabiliser les réseaux. Dans ce domaine, il existe déjà des solutions. Elles sont encore un peu onéreuses, mais de manière similaire aux panneaux photovoltaïques, elles sont appelées à devenir de moins en moins chères. Si cette idée est appliquée de manière systématique, nous aurons une solution optimale tant techniquement qu'économiquement, à savoir la coexistence de petits accumulateurs décentralisés et de gros accumulateurs centralisés tels que les centrales à accumulation, qui sont actuellement remises en question pour des raisons économiques. Ainsi, nous serons plus indépendants non seulement de l'étranger, mais aussi des prix du courant, qui sont dans l'avenir appelés à être considérablement plus volatiles.

Par quoi les nouvelles technologies pourraient-elles encore être freinées?

Altenburger: Par les demi-vérités et le manque latent de spécialistes qualifiés! Toute personne désireuse de faire construire ou rénover durablement mérite un conseil compétent et une mise en œuvre adéquate de son projet. Les prestations insuffisantes sont inacceptables, car les maîtres d'ouvrage déçus se replient alors très vite sur les solutions à l'em-

porte-pièce – et optent par exemple pour des chaudières à énergies fossiles. Malheureusement, il y a trop peu de jeunes gens qui souhaitent apprendre les métiers de la technique des bâtiments ou faire des études d'ingénieur. C'est dommage, mais j'espère que la branche va s'apercevoir qu'il est urgent d'agir et qu'elle tirera parti des chances que lui offre ce processus de transformation vers un parc immobilier durable.

Comment l'Association suisse des ingénieurs et architectes (SIA) soutient-elle les nouvelles technologies énergétiques?

Altenburger: la SIA et ses membres font beaucoup. Dans nos normes, nous essayons par exemple non seulement de rendre compte des directives cantonales, mais aussi inversement d'ancrer de nouveaux aspects dans les directives tels que l'optimisation de l'exploitation, dont je viens de parler. Nous organisons à cet effet des congrès, formations professionnelles et cours de formation continue, éditons des publications sur le sujet et soutenons cette cause dans le sens de notre concept énergétique.

«Toute personne désireuse de faire construire ou rénover durablement mérite un conseil compétent»

**LE VATICAN
REÇOIT
SON ÉNERGIE
DU CIEL**

«La nature est le plus grand chef-d'œuvre de Dieu»

Don Rafael Garcia, responsable des services techniques de la Cité du Vatican, à Rome



DON RAFAEL GARCIA, ROME

Elle est révolue, l'époque où le catholicisme était sur le pied de guerre avec les sciences naturelles et quand à Rome, les cardinaux condamnèrent le grand chercheur Galilée à la prison à vie, parce qu'il était tenant de la conception copernicienne de l'univers. Entre-temps, le Vatican a depuis longtemps reconnu que c'était bien la terre qui tournait autour du soleil et non l'inverse. Et que la technologie énergétique, elle aussi, tourne autour du soleil, on peut même le visiter dès aujourd'hui au **Vatican**.

Nouveau responsable des services techniques du Vatican, **Don Rafael Garcia** assure le suivi de l'une des plus grandes installations solaires d'Europe: d'une puissance de 221,59 kW, elle suffit à approvisionner 100 foyers voisins. L'installation est sans doute l'un des exemples les plus frappants d'intégration architecturale de l'énergie solaire, notamment compte tenu de la structure historique et artistique des bâtiments dans laquelle elle s'inscrit. Les modules solaires s'étendent du nord au sud en formant un éventail sur le toit ondulé de l'auditorium et préservent ainsi l'esthétique unique de ce bâtiment du baroque tardif situé au pied de la basilique Saint-Pierre. Ce toit solaire a valu au Vatican le Prix Solaire Européen en 2008.

Pourquoi le Vatican a-t-il décidé d'utiliser l'énergie solaire?

Don Rafael Garcia: L'entreprise allemande Solarworld AG a offert à l'époque l'installation à Sa Sainteté Benoît XVI, et nous avons accepté ce cadeau avec gratitude. Au moment où le projet a été étudié et réalisé,

**«Il y a une nécessité urgente
de découvrir des sources
d'énergie alternatives
qui soient sûres et acces-
sibles à tous»**

Le Pape Benoît XVI



DON RAFAEL GARCIA, ROME

L'énergie solaire était déjà la technologie la plus prometteuse.

Une question particulièrement pertinente pour vous en tant que responsable des services techniques: le système est-il stable?

Garcia: Oui, très stable. Jusqu'ici, l'installation n'a eu aucune panne et marche sans arrêt: elle fonctionne à la perfection et de manière efficace!

Quels sont les autres projets écologiques de la Cité du Vatican?

Garcia: Le Vatican possède également une installation de refroidissement solaire thermique, c'est-à-dire un système complexe qui transforme la chaleur du soleil en énergie de refroidissement, autrement dit en eau froide, utilisée en été pour la climatisation de la cantine des agents de l'État. Par ailleurs, pour l'assainissement de ses bâtiments, y compris des plus

anciens d'entre eux, le Vatican se base sur les critères d'efficacité énergétique les plus modernes, tant pour ce qui est de la structure du bâtiment que pour celle des installations. C'est pourquoi les achats actuels portent par exemple sur des systèmes énergétiques hautement économes.

Pour vous, qui êtes quelqu'un de religieux, la nature et la religion ne sont-elles pas en contradiction?

Garcia: La religion chrétienne estime que la nature est le plus grand chef-d'œuvre de Dieu et la considère justement pour cette



raison selon un angle scientifique, comme un univers fascinant et ordonné offert à l'Homme, qui en est responsable. Mais il faut être prudent: nous ne pensons pas que nous pouvons user et abuser de la terre et de ses ressources comme si ces choses n'avaient ni existence ni but propres qui leur auraient été donnés auparavant par Dieu.



Que cela signifie-t-il pour vous en tant que croyant?

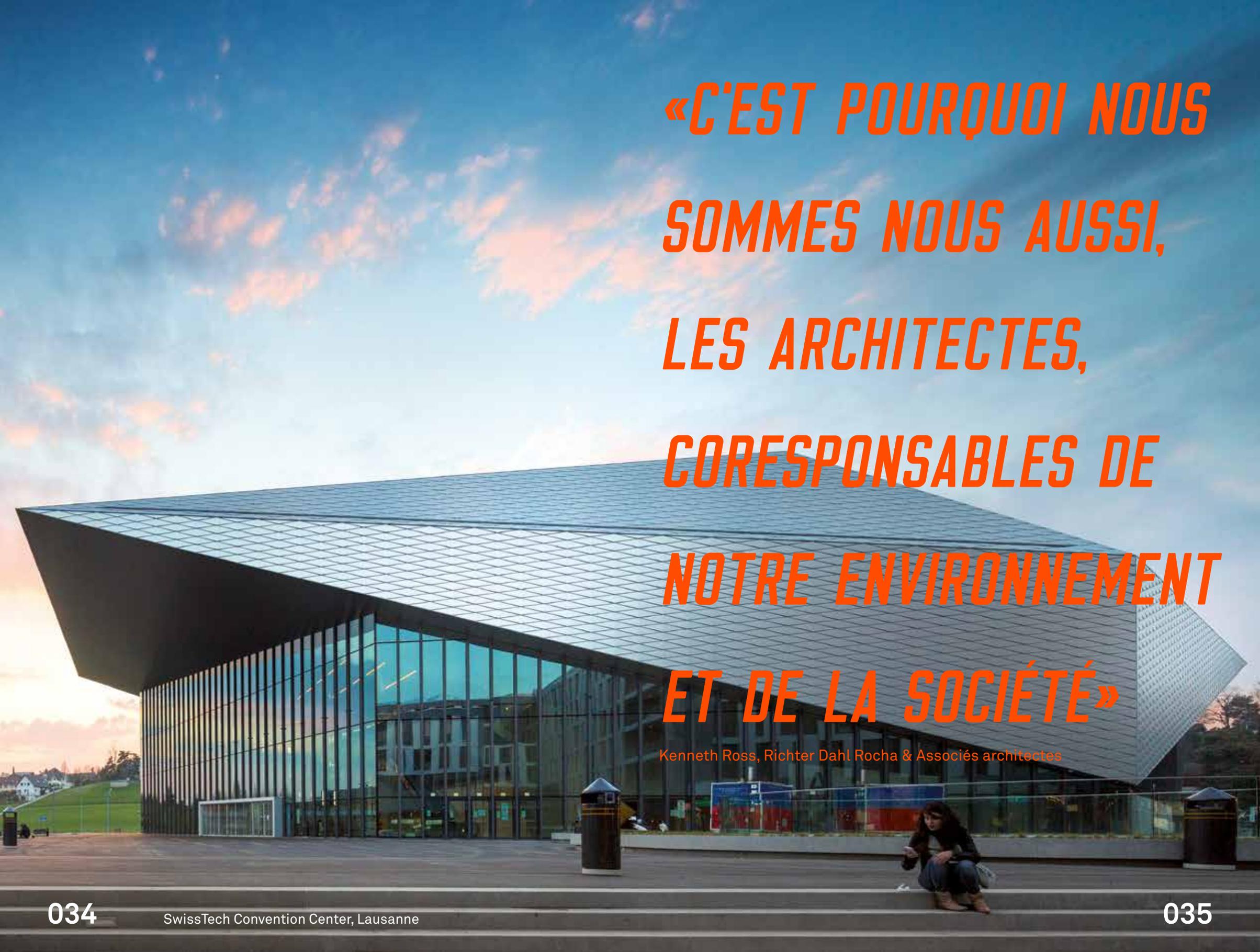
Garcia: Notre science nous offre aujourd'hui la possibilité d'utiliser les différentes énergies naturelles, dont l'énergie solaire. Lorsqu'il les utilise, l'Homme doit adopter le rôle du collaborateur de Dieu dans la Création, et non se substituer à Lui. Nous sommes les «gardiens» de la Création, comme notre cher Pape François l'a dit, nous sommes les gardiens du dessein de Dieu inscrit dans la nature, les gardiens de l'autre et de l'environnement.

En tant que spécialiste des services techniques des bâtiments, que dites-vous de l'avenir énergétique des constructions?

Garcia: L'avenir énergétique est une question complexe. Les installations décentralisées de production d'énergie s'appuyant sur les énergies et technologies renouvelables doivent continuer à être optimisées

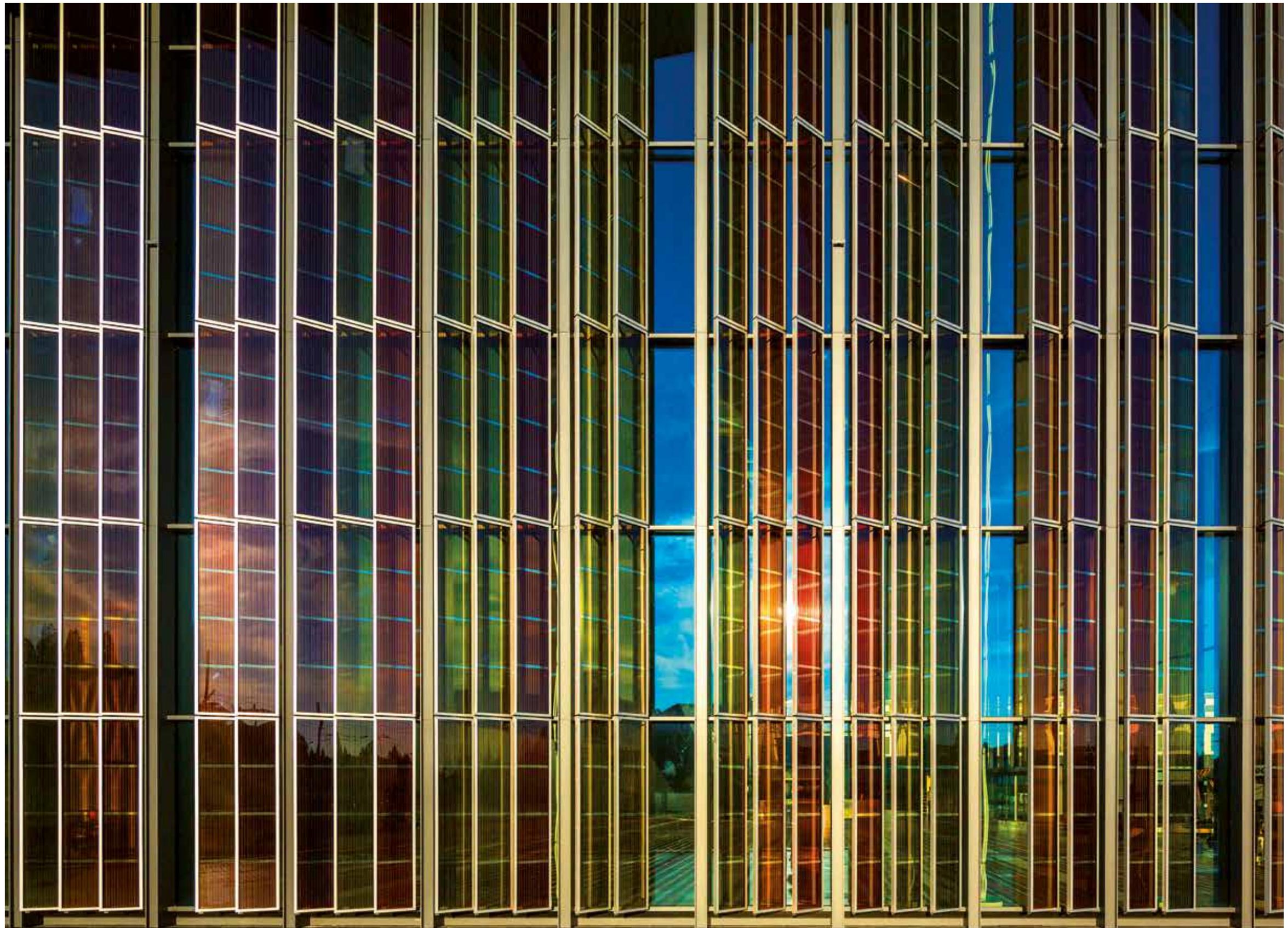
afin de devenir réellement concurrentielles sur le marché. Au-delà, il est certainement nécessaire de développer une culture des économies d'énergie, tant pour ce qui est de la réalisation de projets de construction que des us et coutumes de l'être humain, mais aussi en matière de mobilité. Ce dernier domaine est en interdépendance étroite avec l'utilisation de sources d'énergie durables telles que l'électricité et l'hydrogène.



A photograph of the SwissTech Convention Center in Lausanne, Switzerland, featuring a large, modern building with a prominent, angular, metallic roof and a glass facade. The sky is a mix of blue and orange, suggesting a sunset or sunrise. A person is sitting on the ground in the foreground, looking at a device.

**«C'EST POURQUOI NOUS
SOMMES NOUS AUSSI,
LES ARCHITECTES,
CORESPONSABLES DE
NOTRE ENVIRONNEMENT
ET DE LA SOCIÉTÉ»**

Kenneth Ross, Richter Dahl Rocha & Associés architectes



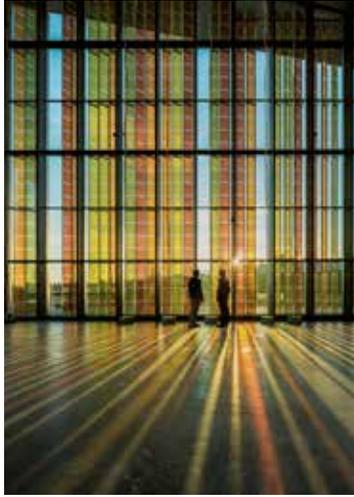
Lorsque le cabinet d'architectes **Richter Dahl Rocha & Associés architectes** a remporté en 2006 le concours du nouveau Swiss-Tech Convention Center (STCC) de Lausanne, il n'avait pas pris en compte une nouveauté mondiale dans son étude. Et les architectes placés sous la houlette de Kenneth Ross, le responsable du projet, ne se doutaient pas non plus qu'une nouveauté suisse allait venir s'y ajouter. C'est avec circonspection qu'ils ont abordé le projet de nouvelle construction d'un centre de congrès commandé par l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Le **SwissTech Convention Center** a été inauguré en avril 2014, au terme de quatre années de travaux: une infrastructure ultramoderne, modulable jusque dans les moindres détails et particulièrement spectaculaire, destinée aux conférences, salons et symposiums internationaux.

Les architectes ont déjà remporté plusieurs prix et distinctions pour ce bâtiment neuf. Notamment pour son mode de construction durable. Sa consommation d'énergie est aussi modeste que son infrastructure est spectaculaire. L'alimentation électrique de l'ensemble du centre de congrès est dans la mesure du possible couverte par le soleil. Le concept de mobilité est lui aussi durable. Il prévoit des places de parking non pas pour les voitures, mais uniquement pour les vélos, que l'on peut par-dessus le marché emprunter gratuitement. Kenneth Ross nous parle de ce projet innovant.

Terra incognita: Richter Dahl Rocha n'avait encore jamais auparavant construit un centre de congrès, beaucoup d'aspects étaient donc pour nous littéralement une terra incognita. Mais nous avons pris plaisir à découvrir toutes ces nouveautés et avons appris à apprécier ce territoire inexploré. En effet, notre métier implique entre autres d'en savoir beaucoup, d'avoir une petite idée sur beaucoup de choses, mais ces connaissances sont plus vastes que profondes. Pour avoir des connaissances

«Écossais de naissance, j'ai probablement le goût du combat dans le sang»

Kenneth Ross, à gauche sur la photo, chargé de projet et copropriétaire du cabinet d'architectes Richter Dahl Rocha & Associés architectes, Lausanne et Buenos Aires. À droite sur la photo: Ignacio Dahl Rocha



vraiment poussées, il nous faut connaître les bons spécialistes et collaborer avec eux en toute confiance. Pour la construction du nouveau bâtiment du STCC, j'avais à ma disposition une équipe de six à huit spécialistes. Le responsable de la réalisation était une entreprise générale, HRS Real Estate SA, de Saint-Sulpice.

Les cellules Grätzel dans la pratique: le hasard a joué en notre faveur. Longtemps avant le concours, nous avions lu dans un magazine d'architecture un article sur le Professeur Michael Grätzel et ses cellules. Nous voulions absolument les intégrer dans le STCC, alors qu'elles n'étaient pas encore sur le marché. Au départ, le maître d'ouvrage de l'EPFL était contre, mais tout le monde est toujours contre tout au départ. Il faut alors se battre un peu: Écossais de naissance, j'ai probablement le goût du combat dans le sang Aujourd'hui, avec ses cellules Grätzel, la façade ouest est l'un des joyaux du bâtiment. Elle remplit trois fonctions: premièrement, une fonction esthétique et artistique. Deuxièmement, une fonction pratique: les façades dotées de verres de couleur constituent une protection solaire optimale.

Et troisièmement, elles servent un aspect fonctionnel: les cellules Grätzel produisent de l'électricité. Une nouveauté mondiale!

La multifonctionnalité par simple pression de bouton: la flexibilité était du reste une question essentielle à tous les égards dans cette construction neuve. Le cahier des charges du concours stipulait: 3000 places assises pour les manifestations de grande ampleur, réductibles à 800 places pour les réunions de taille moyenne et de 200 à 300 places pour les petites. C'était là un défi de taille! Or sans ce système totalement nouveau pour la Suisse, nous n'aurions jamais pu le relever. Cette technologie nommée GALA permet d'escamoter les sièges sous le plancher en appuyant sur un bouton. Nous sommes allés en Australie pour découvrir GALA, et nous avons été conquis. Cette technologie permet de faire disparaître en un quart d'heure l'ensemble des 2000 sièges du grand auditorium. La salle est ensuite vide. Le nouveau centre peut ainsi être utilisé de manière vraiment multifonctionnelle: pour les conférences et les examens, mais aussi pour les banquets et les assemblées annuelles ou autres événements.»

Une forme futuriste: on nous a aussi fréquemment demandé comment nous était venue l'idée de la forme futuriste du STCC. La réponse est relativement simple. Nous avons reproduit symétriquement la partie supérieure des auditoriums selon l'axe vertical. Puis nous avons placé le toit dessus, et c'est tout.

Que la lumière (naturelle) soit: pour Richter Dahl Rocha, la lumière était également un aspect central. Il était pour nous hors de question de concevoir un centre de congrès avec peu ou pas du tout de lumière naturelle. Or il fallait une lumière naturelle vive pour qu'il fasse assez clair dans les





salles souterraines, sans quoi les gens auraient risqué de s'endormir. Et en même temps, il ne devait faire ni trop chaud, ni trop froid dans les salles. Nous avons planché longtemps sur cette question. Et nous avons trouvé la solution!

Un succès économique: aujourd'hui déjà, nous pouvons affirmer que le STCC est un immense succès. Alors que l'EPFL s'attendait à une légère croissance de l'utilisation des capacités, les réservations ont explosé. Cela est aussi merveilleux pour nous, les architectes, car l'enthousiasme des utilisateurs se passe de commentaires et nous prouve que nous avons planifié et conçu le centre de congrès dans la bonne direction.

Responsabilité des architectes: faire un travail de bon architecte, cela comporte aussi pour nous la nécessité de nous tourner vers l'avenir, pas seulement pour ce qui est de la durabilité – d'autres inventions ayant trait à des domaines différents doivent nécessairement nous intéresser et nous inspirer dans la construction. On n'est pas non plus toujours obligé de prendre des cellules au silicium ou des cellules Grätzel. Parfois, une bonne isolation peut être tout aussi efficace, voire plus. Nous sommes en mesure d'influencer et de déterminer les bâtiments et les modes de construction. C'est pourquoi nous avons nous aussi, les architectes, une grande responsabilité vis-à-vis de notre environnement et de la société. Malheureusement, nous sommes incapables de prédire ce qui nous attend dans 20 ou 30 ans. Mais je souhaite aller plus loin dans cette voie: vive les surprises!

L'homme de la haute efficacité

Voilà vraiment un bureau de professeur tel qu'on se l'imagine: un vélo planté là, un bureau parsemé de papiers, les murs couverts de distinctions, ici des bibelots lourds de souvenirs, là un sac à dos, des étagères remplies de livres et de nombreux autres souvenirs ...

Né dans l'ancienne Allemagne de l'Est, **Michael Grätzel** a aujourd'hui 70 ans et reste employé comme **professeur en titre à l'EPFL**, après 35 années de «services universitaires réguliers». C'est en passant par les États-Unis qu'il a atterri en Suisse, où cet homme proche de la nature, randonneur et cycliste, est resté.

Sa grande invention, la cellule Grätzel, s'appuie sur la photosynthèse. La liste des prix que Michael Grätzel a remportés grâce à la cellule qui porte son nom est longue. Michael Grätzel est l'un des chercheurs suisses les plus décorés.

Instinct de chasse: «Une grande invention exige non seulement une grande curiosité, beaucoup d'intérêt pour la chose, de la ténacité et de l'optimisme, mais aussi, et cela va de soi, les bases scientifiques, et la passion. Mais aussi: du talent. Oui, une invention naît du même talent que celui avec lequel le chasseur débusque le gibier ou, dans le cas présent, l'invention, et se lance à sa poursuite. Suivre longtemps, avec persévérance, la trace (mais la bonne!) pour enfin passer à l'action à une vitesse foudroyante. Dans le domaine de la



recherche, ceci revient à publier les résultats et les conclusions aussi vite que possible, ou, s'il existe une perspective d'utilisation industrielle, à faire breveter l'invention. Pour bénéficier de la protection du brevet, il ne faut pourtant pas publier les résultats trop tôt.

La passion de la musique: Une de mes grandes passions est aussi la musique. Un temps, j'ai hésité entre me diriger vers une carrière de pianiste ou de scientifique. J'adore aussi chanter, et j'ai participé à beaucoup de chœurs, à Dresde et à Berlin, où j'ai fait mes études, mais aussi ici, à Lausanne. À l'époque, il était difficile de rester à Berlin pour faire une carrière universitaire, c'est pourquoi j'ai choisi d'aller aux États-Unis après ma thèse. Finalement, c'est la Suisse qui m'a donné la liberté de faire mes recherches et d'être mon propre chef. Jusqu'à il y a un an, j'enseignais: j'aime beaucoup les étudiants! À présent, je ne participe plus qu'à un seul cours magistral, mais je peux rester professeur en titre et donc directeur d'une équipe de recherche.»

Travail d'équipe: Mon premier prix, que j'ai partagé avec deux de mes collaborateurs, fut l'un des plus beaux! «C'était le «prix EUREL», décerné par l'Association des ingénieurs européens, qui est doté de 5000 euros. Quand je suis rentré d'Écosse avec ce prix en poche, j'en ai donné la partie qui me revenait à notre secrétaire en lui disant: «Commande une tournée de pizzas!» Après cet épisode, toute l'équipe a partagé un repas et fait la fête. Le travail d'équipe et les hiérarchies plates – une réalité déjà ancienne dans les pays scandinaves – sont le b.a.-ba de la recherche. Nous sommes 30 à 50 personnes qui communiquent librement entre elles. Ce n'est

qu'ainsi que l'on peut aller de l'avant dans la recherche. L'équipe doit fonctionner, chacun et chacune doit donner le meilleur de soi-même, sans quoi, on piétine. Je consacre beaucoup de temps à la sélection de mes collaborateurs, afin de trouver des candidats possédant la plus haute qualification. Lors de la sélection, l'équipe est elle aussi consultée. En effet, au bout du compte, notre travail est aussi un travail qui doit nous rendre heureux et nous nourrir.



Plans pour l'avenir: Je suis fier de ce que j'ai réussi. Et lorsque je vois que mon invention est adaptée à une bonne architecture et utile pour d'autres choses de la vie quotidienne, cela me rend heureux. Cette reconnaissance est un beau remerciement adressé à mon équipe et moi-même. Or aujourd'hui, nous sommes encore beaucoup plus loin. Nous avons mis au point des pigments qui atteignent une efficacité de 20%, autrement dit qui approchent celle des cellules au silicium. Je reste convaincu que l'avenir, c'est la nature.

Comment la cellule Grätzel améliore l'efficacité énergétique

La cellule Grätzel (également cellule à colorant) sert à transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique. Il s'agit d'une application du domaine de la bionique également appelée cellule électrochimique solaire à colorant, en référence à son fonctionnement. Pour absorber la lumière, la cellule solaire électrochimique à colorant n'utilise pas un matériau semi-conducteur, mais des colorants organiques, par exemple le pigment végétal qui colore les feuilles, la chlorophylle.

La cellule Grätzel est composée de deux électrodes plates (en verre). Les deux électrodes sont recouvertes sur la face intérieure d'une couche électrique transparente conductrice. Conformément à la fonction qu'elles assurent, les deux électrodes sont appelées électrode de travail (génération d'électrons) et contre-électrode. Une couche nanoporeuse d'environ 10 µm d'épaisseur est appliquée sur l'électrode de travail. Sur sa surface, on dépose ensuite une monocouche de colorant sensible à la lumière par adsorption.

Sur la contre-électrode se trouve une couche catalytique de quelques µm d'épaisseur. La zone située entre les deux électrodes est remplie d'un électrolyte d'oxydoréduction.

Ce processus constitue – pour simplifier les choses – une photosynthèse technique.

Les avantages des cellules Grätzel tiennent à leurs coûts de fabrication en soi peu élevés ainsi qu'à leur faible impact environnemental au niveau de la production. Par rapport aux cellules conventionnelles, la cellule Grätzel est capable de mieux tirer

parti de la lumière diffuse, par exemple si le temps est couvert. Elle capte la lumière venant de toutes les directions. La version transparente peut être fabriquée dans la couleur et la transparence souhaitées, ce qui est judicieux pour les façades en verre à haute efficacité énergétique. En laboratoire, on a réussi à produire des cellules d'une efficacité (certifiée) pouvant atteindre 12,3% sur une surface de 1 cm². Les modules de plus grande taille vendus dans le commerce, ont une efficacité de jusqu'à 10%. L'un des défis que les cellules Grätzel ont dû relever à leurs débuts était la résistance aux hautes températures sans incidence de lumière. Lors d'essais datant de 2003, l'efficacité baissait d'env. 6% au bout de 1000 heures de stockage à 80 °C dans le noir. Entre-temps, la stabilité a été améliorée au point que la fluctuation s'inscrit dans la plage de tolérance acceptée de 5%. Une étude publiée en 2011 considérait la stabilité comme suffisante pour 40 ans de service en Europe centrale et pour 25 ans en Europe méridionale. Selon leur inventeur, une augmentation de l'efficacité des cellules individuelles de jusqu'à 31% est réaliste.



A photograph of a stone building at dusk. The building is constructed from dark, rough-hewn stone blocks. Several windows and doorways are visible, each glowing with a warm, yellow light from the interior. The building is set against a backdrop of dark, jagged mountains under a twilight sky. The overall mood is serene and rustic.

*L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE
DANS DES MURS
RÉNOVÉS*

La Maison Roduit de Némiaz a été construite par étapes à partir de 1814 et utilisée comme habitation rurale. Avec son projet de transformation, **Laurent Savioz**, de **savioz fabbrizzi architectes**, se propose de préserver le caractère de maison d'habitation tout en optimisant l'efficacité énergétique.

Grâce à une bonne isolation thermique, un renouvellement contrôlé de l'air et une récupération de la chaleur, la transformation répond aux exigences du label Minergie, même après toutes les précautions prises envers la substance ancienne du bâti. Sur le toit, des capteurs solaires, d'une surface de 23 mètres carrés, couvrent environ 35% des besoins thermiques annuels (chauffage et eau chaude sanitaire).

Visite de la maison dans le Bas-Valais:

la Maison Roduit est supportée par une structure en pierre naturelle. Son caractère fortement minéral forme une unité avec son environnement, celui des imposants rochers tout proches.

Lors de la transformation effectuée en 2004, l'architecte Savioz a laissé inchangé le volume extérieur de la maison. Afin de souligner le caractère minéral du bâtiment, il a remplacé les éléments de pierre en mauvais état par du béton. Les façades en pierre naturelle ont été conservées et doublées vers l'intérieur avec un béton isolant constitué d'un agrégat de verre cellulaire (Misapor). Ce doublage crée une nouvelle structure porteuse qui soutient et consolide les vieux murs en pierre naturelle et isole la maison du froid.

«L'efficacité énergétique dans le bâtiment fait partie de notre offre au même titre qu'une pièce supplémentaire ou un garage»

Laurent Savioz (à droite) et Claude Fabrizzzi, les deux propriétaires de savioz fabbrizzi architectes, Sion



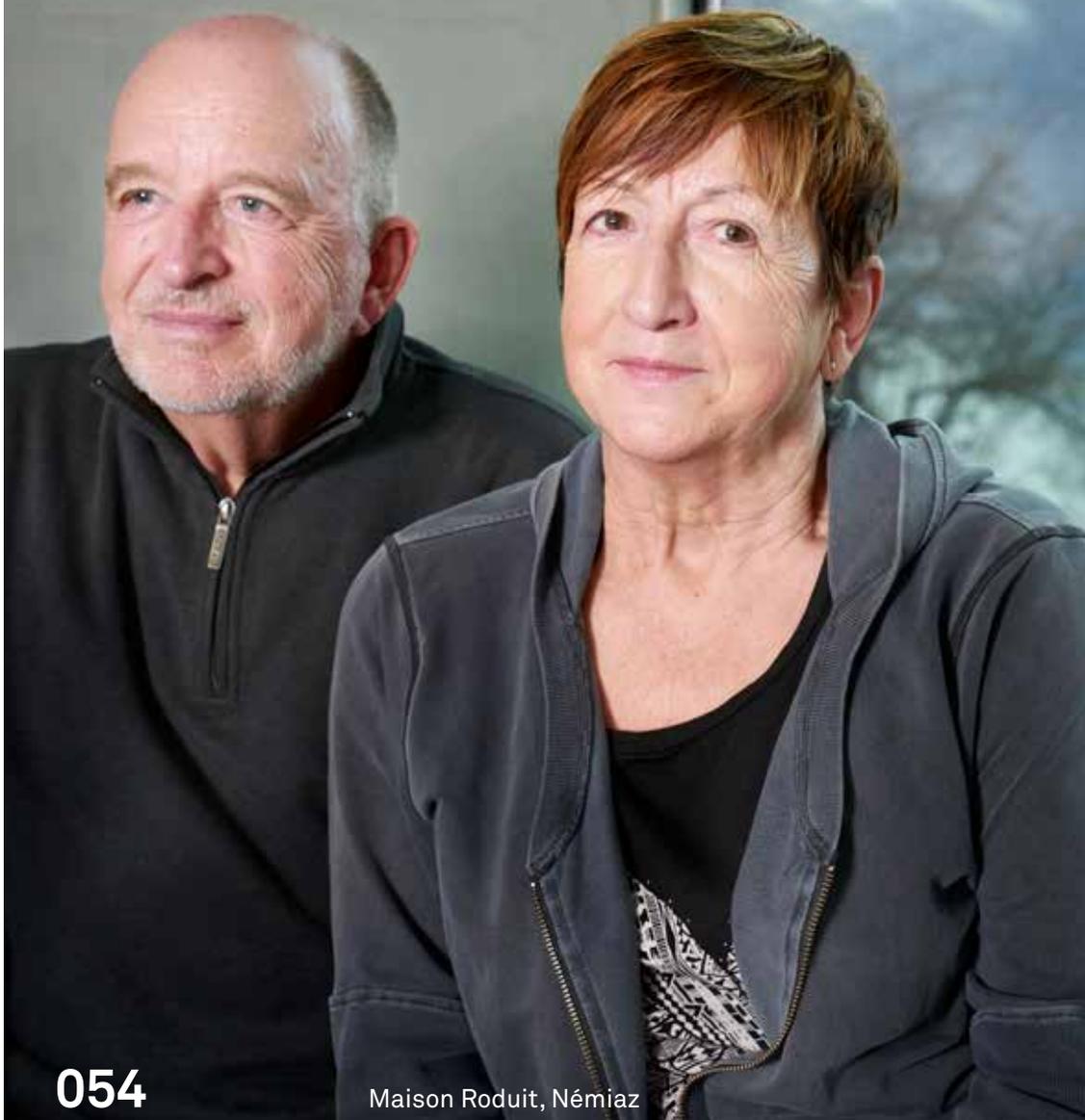


Savioz a remplacé les éléments de la façade, autrefois faits de planches de bois aboutées, par un mur monolithique en béton apparent assorti d'un coffrage en planches de bois, réinterprétant ainsi l'ancienne structure en bois.

Les fenêtres de la maison d'origine ont conservé leur taille. Toutefois, Savioz a ajouté quelques grandes fenêtres afin d'apporter plus de lumière dans les pièces principales et de rendre plus visible le paysage environnant. Les nouveaux vitrages sont posés vers l'extérieur afin de conserver autant d'espace à vivre que possible. Ceci met en valeur l'épaisseur des murs, et les rebords de fenêtres créés dans l'espace intérieur peuvent être utilisés comme sièges ou surfaces de rangement. Afin de créer une continuité avec l'extérieur, l'espace intérieur se compose de matériaux minéraux bruts: pierre naturelle, béton apparent, habillage de sol poli ... Seuls quelques rares éléments tels que la cuisine ou les installations sanitaires contrastent avec ce caractère cohérent.



«Il est surprenant que dans le canton ensoleillé du Valais, on n'utilise pas plus d'énergie solaire dans la construction»



JOSYANE ET MICHEL RODUIT, NÉMIAZ

Une visite chez Josyane et Michel Roduit, maîtresse et maître d'ouvrage de la Maison Roduit à Némiaz

Josyane Roduit: Les promeneurs qui passent à côté de notre maison pensent parfois que c'est un monastère, ils joignent les mains comme pour prier et lèvent les yeux vers le ciel. La maison nous a été donnée en héritage par oncle Henri. Elle était inhabitable. C'est pourquoi nous l'avons transformée. Les premiers architectes auxquels nous nous sommes adressés voulaient la raser. Laurent Savioz a été le premier à intégrer la substance ancienne du bâti dans ses plans, et cela nous a convaincus. À tel point d'ailleurs que nous avons donné carte blanche à celui qui à l'époque était encore un jeune architecte. Il a fait ce qu'il pensait falloir faire, et nous n'avons rien modifié d'un iota. C'est sa maison; nous, nous l'habitons. Une maison rêvée.

Michel Roduit: «Mon Dieu, si Henri voyait cela!» Voici comment ont réagi les gens du village qui avaient connu mon oncle. Aujourd'hui, ils ne disent plus rien. Au début, quelques-uns d'entre eux sont venus pour regarder les panneaux solaires, mais ensuite, personne ne s'en est fait poser. Nous sommes ici dans une région de chalets, et les gens sont nombreux à reprocher à notre maison de ne pas ressembler à un chalet. Mais cela nous est égal! Nous continuons à trouver la maison sensationnelle.

Josyane Roduit: L'idée des panneaux solaires est venue de nous. Nous ne sommes pas des écolos à tout crin, mais nous voulions apporter une contribution

à la protection de l'environnement là où cela ne nous demandait pas d'efforts démesurés. C'est pourquoi nous avons fait cette prescription à l'architecte. Pour lui, ce n'était pas un problème. Et nous faisons des économies substantielles sur les frais d'eau chaude. Les grandes fenêtres donnant sur le sud sont aussi un grand atout du point de vue énergétique. Le soleil, qui, comme on le sait, brille presque en permanence dans le Valais, chauffe la maison par les vitres. À cela s'ajoute une excellente isolation en béton. Les murs extérieurs sont très épais, le double de ce qu'ils faisaient avant la transformation.

Michel Roduit: Nous n'avons jamais eu le moindre problème avec la technologie solaire, elle est d'une simplicité limpide. Il nous est arrivé de devoir revoir le réglage des panneaux, mais au cours de ces dix années, rien n'est tombé en panne. En fait, il est surprenant que dans le canton ensoleillé du Valais, on n'en utilise pas plus souvent.

Josyane Roduit: C'est vraiment la maison de mes rêves! Après notre emménagement, je ne voulais plus partir en vacances: ici, je me sens comme en vacances, au cœur de la nature avec cette vue magnifique sur les montagnes et sur la vallée. Je suis venue pour chercher le calme, et je l'ai trouvé. Dans ce sens, les gens qui prennent notre maison pour un monastère n'ont peut-être pas tout à fait tort.

Et en disant cela, elle regarde par la fenêtre le paysage qui l'entoure.



MORE THAN FASHION

«Une heure d'ensoleillement
doit suffire»

Pauline van Dongen, créatrice de mode néerlandaise

La mode «centrale électrique»

Voici bien longtemps déjà que l'énergie solaire a investi notre quotidien et ne se limite plus à la production d'énergie sur les toits ou les façades. On trouve aujourd'hui (presque) tout ce dont peut rêver un amoureux du soleil, à commencer par des vélos et des voitures, et jusqu'à des satellites, installations d'arrosage et calculatrices de poche, radios et télévisions. Il existe des cuiseurs et des réfrigérateurs, des lampes et des luminaires, des ordinateurs et des téléphones, des batteries et de nombreux autres petits et gros appareils techniques solaires. Nous, les humains, avons réussi à tirer parti de l'énergie solaire pour faire de nombreuses conquêtes. Et le développement ne s'arrête pas: nous intégrons le soleil lorsque nous planifions et calculons ce que sera notre quotidien à l'avenir. La mode de demain existe déjà aujourd'hui. Par exemple celle de **Pauline van Dongen**, des Pays-Bas. Elle produit des vêtements. Et de l'énergie.

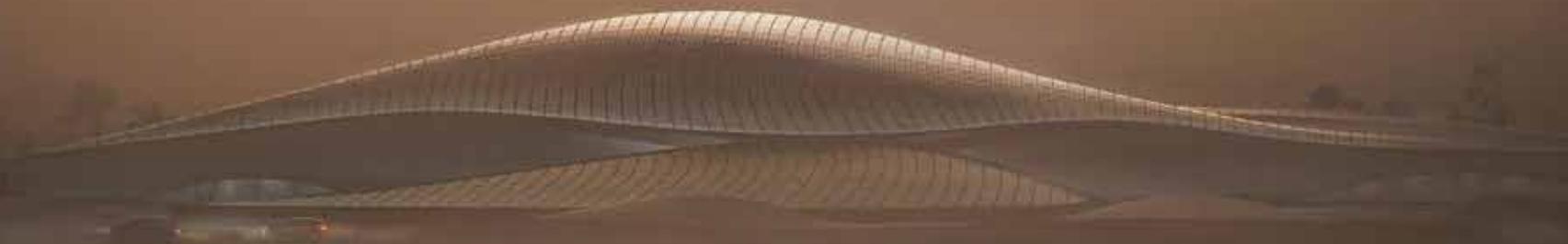
La batterie de votre smartphone se décharge lorsque vous êtes en déplacement? Pas de problème! La robe à cellules solaires intégrées vient à votre rescousse. Une heure d'ensoleillement doit suffire pour que la batterie puisse se recharger à 50%. Mais la créatrice de mode utilise aussi la puissance du soleil ailleurs: son tout dernier projet en date est une veste qui stocke l'énergie solaire et la restitue la nuit par des LED, de sorte que celle qui la porte est bien visible de nuit, par exemple sur son vélo. Ce qui rend la mode «centrale électrique» de Van Dongen prometteuse est son esthétique

fonctionnelle. Les vêtements solaires ne se contentent pas de produire de l'énergie, ils possèdent aussi une grande élégance. En effet, les surfaces solaires ne sont pas posées au hasard sur un endroit libre, mais constituent avec leur fonctionnalité une source d'inspiration pour la mode qui prend par exemple la forme d'un col solaire rabattable. Sachant que le tissu solaire a été mis au point par la fameuse Université des sciences appliquées de Nimègue, on se doute qu'il recèle également un potentiel en termes d'efficacité énergétique.



ZAHA HADID, LONDRES

VISIONNAIRE



Le vent dans les dunes

Zaha Hadid fait à tous les égards figure d'exception: c'est la femme architecte la plus célèbre et la plus décorée de tous les temps, ses projets sont révolutionnaires en termes de technologie et d'espace. Sa toute dernière création nous offre aussi des surprises sur le plan de la technique énergétique. Pour le nouveau siège principal de l'entreprise Bee'ah à Charjah, aux Émirats arabes unis, elle a conçu un bâtiment qui limite la consommation de ressources et la compense au moyen de systèmes renouvelables.

Le siège principal: le nouveau siège social de Bee'ah rappelle les formes des dunes du désert. L'architecture se présente comme un complexe de dunes qui s'entrecroisent au gré du chammal, le vent local. Hadid a imaginé l'installation de sorte que d'une part de la lumière naturelle pénètre à l'intérieur, mais que d'autre part les personnes qui y travaillent soient protégées de l'ardente lumière du soleil. La cour centrale, qui relie les deux bâtiments principaux, évoque une oasis. Elle apporte une ventilation naturelle et assure une utilisation optimale de la lumière indirecte du soleil pour les pièces intérieures, sachant qu'il n'y pratiquement pas de vitrages qui soient exposés au soleil brûlant.

La conception hiérarchique: la conception du bâtiment, respectueuse de l'environnement, se fonde sur une approche hiérarchique. La priorité absolue consistait à limiter la consommation de ressources; là où des ressources sont nécessaires, leur utilisation est restreinte au maximum – et toute consommation de ressources doit être compensée par l'utilisation de systèmes renouvelables.

Le catalogue de mesures: cette conception a débouché sur des mesures révolutionnaires allant dans le sens d'une architecture aussi écologique que possible:

Le bâtiment administratif de Bee'ah se distingue par un fonctionnement affichant des émissions de CO₂ très faibles et une consommation d'eau réduite à un minimum.





La façade est conçue de manière à permettre une ventilation naturelle durant les mois moins chauds et ainsi à limiter la nécessité de refroidir le bâtiment. De l'air frais climatisé refroidi est acheminé dans les pièces, tandis que la chaleur résiduelle, qui devrait normalement être rejetée dans l'atmosphère par la climatisation, est utilisée pour la production d'eau chaude dans le bâtiment.

Les matériaux de l'enveloppe extérieure du bâtiment ont été choisis pour leurs capacités à refléter la lumière du soleil. Un profil thermique local calqué sur le profil naturel du désert environnant permet ainsi de réduire encore la consommation d'énergie.

L'intégralité de l'alimentation électrique du bâtiment est réalisée au moyen de sources d'énergie à teneur en hydrocarbures faibles ou nulles. La majeure partie de l'énergie requise par Bee'ah provient de son centre d'élimination des déchets tout proche, où l'on traite des déchets municipaux, ainsi que de l'utilisation de vastes éléments photovoltaïques qui sont intégrés dans l'aménagement paysager du site.

Pour la structure du bâtiment, il a été veillé avec une attention particulière à limiter au maximum la consommation de matériaux. Chacun des éléments de la structure de l'ouvrage et de son enveloppe possède des dimensions standards orthogonales. Ceci permet de recycler les matériaux produits par les installations de retraitement de gravats de construction et de démolition gérées par Bee'ah.

L'architecte: Zaha Hadid est originaire de Mossoul, en Irak. Ses parents, fortunés, avaient un style de vie occidental et lui ont permis, à elle et à son frère, de grandir dans une maison inspirée du style Bauhaus. Hamid a dans un premier temps étudié les mathématiques à l'Université américaine de Beyrouth, puis l'architecture à l'Architectural Association School (AA) à Londres. En 1977, elle a accepté l'offre de devenir collaboratrice à l'Office for Metropolitan Architecture (OMA) de Rem Koolhaas. En 1980, elle a ouvert son propre cabinet d'architecture à Londres, Zaha Hadid Architects. En 2004, Hadid a été récompensée pour ses projets regorgeant d'audace par le Prix Pritzker, le «Prix Nobel d'architecture».





C'EST AUSSI

POSSIBLE

À PETITE

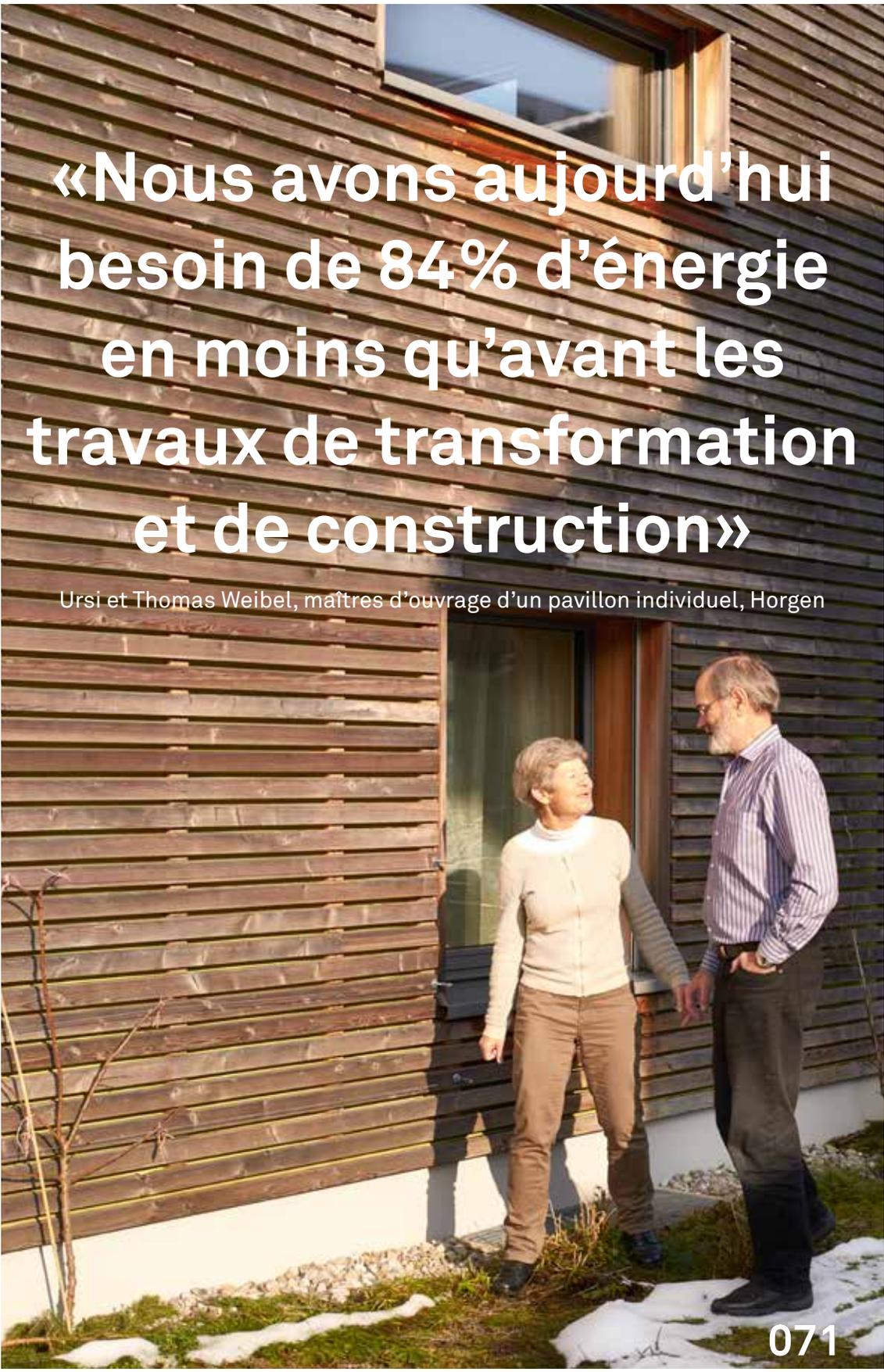
ÉCHELLE

Des surplus de courant faits maison

Réduire sa consommation énergétique annuelle est une chose. Mais qu'en est-il de l'énergie que l'on consomme pour réaliser ces économies?

Pour la rénovation et l'extension de leur maison individuelle, Ursi et Thomas Weibel ont gardé à l'esprit ces deux aspects, s'efforçant d'une part de réduire leur consommation d'énergie au quotidien et de l'autre d'avoir une consommation aussi faible que possible de ce que l'on appelle «l'énergie grise» dans le processus de production. Ainsi, les ouvertures de fenêtres ont été laissées telles quelles quand cela était possible, et les murs ont été laissés en place lorsque cela s'avérait judicieux, bref: le couple voulait tirer parti de tout ce qui fonctionnait encore. Ils ont fait augmenter le volume de la maison en réalisant une extension à l'étage supérieur. Une visite au domicile d'Ursi et Thomas Weibel à Horgen, canton de Zurich.

Ursi Weibel: Nous voulions utiliser des énergies alternatives dans notre maison. Partis à la recherche d'une solution adaptée, nous sommes arrivés au soleil. À l'origine, notre pavillon était chauffé au charbon, puis au mazout et enfin avec des poêles électriques à accumulation. Chaque transformation faisait augmenter la consommation d'énergie grise sans pour autant créer une plus-value écologique. Pour nous, il était clair que cela ne pouvait pas continuer ainsi.



«Nous avons aujourd'hui
besoin de 84% d'énergie
en moins qu'avant les
travaux de transformation
et de construction»

Ursi et Thomas Weibel, maîtres d'ouvrage d'un pavillon individuel, Horgen



RYCHENER PARTNER AG, HORGEN

Thomas Weibel: Nous avons tourné le toit, que nous devons faire refaire de toute façon, vers le soleil, autrement dit orienté à 90°. Nous avons végétalisé et planté la surface de toit orientée vers le nord et doté celle du sud de panneaux solaires. En outre, nous avons installé une sonde géothermique avec pompe à chaleur. Sur l'année, nous produisons aujourd'hui 130% de notre courant, autrement dit 30% de surplus. L'énergie pour le chauffage, la cuisine, l'eau chaude et ainsi de suite nous coûte 100 francs par an.

Ursi Weibel: Je trouve cela génial de vivre ainsi! C'est merveilleux de pouvoir consommer le courant autoproduit. Ainsi, on sait qu'il a été fabriqué de manière durable. Dans notre vie de tous les jours, nous faisons plus attention à cet aspect, sans avoir à renoncer à quoi que ce soit. Par exemple, nos appareils électroménagers fonctionnent quand le soleil brille, et non plus le soir. Ou bien en été, nous aérons avec la ventilation offerte par la nature.

Thomas Weibel: Nous avons sciemment choisi le standard Minergie A. Celui-ci a pour but d'optimiser la consommation d'énergie et non d'avoir une isolation maximum. Mais jamais nous n'aurions pensé que nous produirions un surplus de courant et nous irions donc jusqu'à

vendre de l'électricité. Nous pensons plutôt que le courant autoproduit suffirait tout juste à couvrir nos besoins. Dans un premier temps, les voisins ont été sceptiques. Au départ, ils pensaient que les panneaux auraient un fort effet de miroir. Quand ils ont remarqué que ce n'était pas le cas, ils se sont mis à accepter et à apprécier notre maison économe en énergie, bien que celle-ci restreigne leur vue sur le lac. En résumé, notre bilan est le suivant: nous avons aujourd'hui besoin de 84% d'énergie en moins qu'avant les travaux de transformation et de construction.



072

Maison Weibel, Horgen



073

LE FUTUR EST PLUS ANCIEN QUE L'ON NE CROIT

Les premières maisons solaires, ces laboratoires de recherche

Les humains ont toujours été fascinés de voir chaque matin le soleil se lever et leur offrir son rayonnement. Il y a plus de 3000 ans en Amérique centrale, les Olmèques utilisaient des miroirs paraboliques en magnétite comme briquets. Dans les ruines de Ninive, en Mésopotamie, on a retrouvé des lentilles grossissantes simples datant environ du VII^e siècle avant Jésus-Christ. Mais ce n'est que dans les années trente et quarante du siècle dernier que les chercheurs ont fait des expériences avec les premières maisons solaires – au Massachusetts Institute of Technology (MIT).

1939



«Solarhouse I», une sorte de précurseur de la maison écologique construite en 1939 par Hoyt Hottel, servit de laboratoire expérimental sur le campus du Massachusetts Institute of Technology (MIT). C'était la première maison chauffée activement par l'énergie solaire, au moyen d'un capteur solaire à quadruple vitrage placé sur le toit. En hiver, le rayonnement du soleil était utilisé comme source de chaleur et en été, on s'en servait pour produire du courant pour un climatiseur.



1947



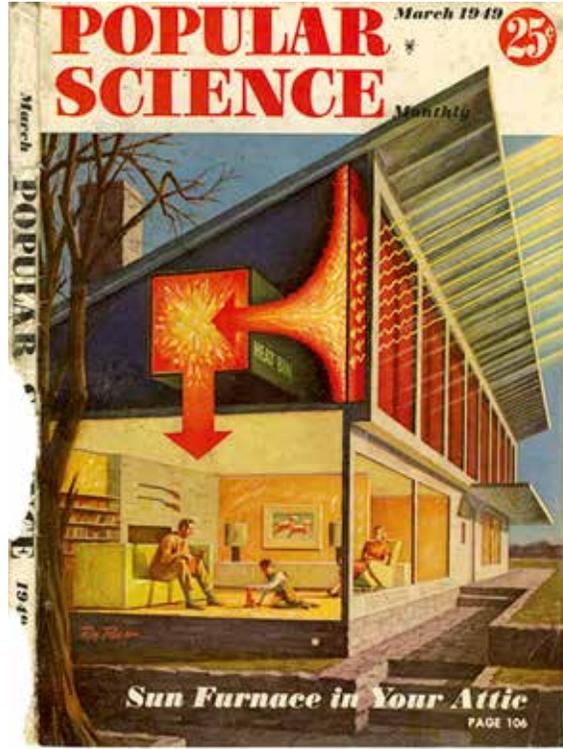
«Solarhouse II»: elle a été construite en 1947, également au MIT. Les capteurs thermiques sous forme de boîtes métalliques peintes en noir n'étaient pas posés sur le toit, mais montés sur le mur orienté vers le sud. Le laboratoire était divisé en sept secteurs chauffés chacun par un nombre variable de capteurs solaires de type différent. Le courant était uniquement utilisé pour faire marcher un ventilateur de circulation. La «Solarhouse II» souffrait de pertes thermiques élevées durant les nuits hivernales.

1948



La «Dover Sun House» de 1948 fut la première maison pour laquelle fut réalisé, en plus de l'utilisation de capteurs plans, un concept d'énergie solaire passive.

L'architecte Eleanor Raymond et Maria Telkes, pionnière de la recherche en énergie solaire, construisirent cette maison de cinq pièces de manière à ce qu'elle puisse être chauffée uniquement au moyen de l'énergie solaire toute l'année durant. Le cœur de son dispositif était un «piège à chaleur» de grande surface composé de deux vitres de verre séparées, avec une plaque métallique entre les deux. Ce système chauffait l'air à environ 65°C puis le diffusait dans la maison à l'aide de ventilateurs. Il est intéressant de noter que le médium de stockage thermique était non pas de l'eau, mais du sel Glauber (sulfate de sodium décahydraté). Un cousin de Telkes emménagea à Noël en 1948 avec femme et enfant dans cette maison – et y resta trois ans, jusqu'à ce que le système tombe en panne.



076

MIT Solarhouses I – IV

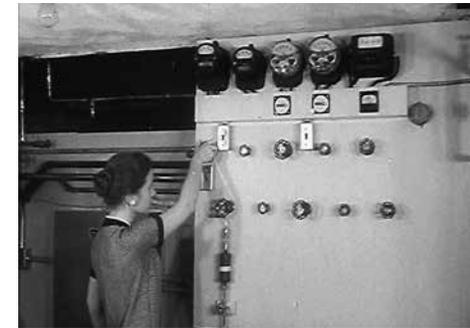
1949



«Solarhouse III»: était une évolution de «Solarhouse II», construite en 1949 après une transformation, et revenait aux idées déjà expérimentées dans «Solarhouse I». Les capteurs solaires furent montés sur le toit, cette fois-ci avec un angle d'inclinaison de 57 degrés, afin de mieux pouvoir tirer parti de l'ensoleillement hivernal. On installa au grenier un énorme système de stockage d'eau à partir duquel l'eau chaude était ensuite distribuée dans la maison par le truchement d'un système de conduites montées aux plafonds. Plus ambitieuse sur le plan esthétique que ses prédécesseurs, «Solarhouse III» fut habitée par un couple d'étudiants et leur enfant. Après l'incendie de la maison en décembre 1955, qui eut aussi raison des capteurs solaires, la «Solarhouse III» fut rasée.

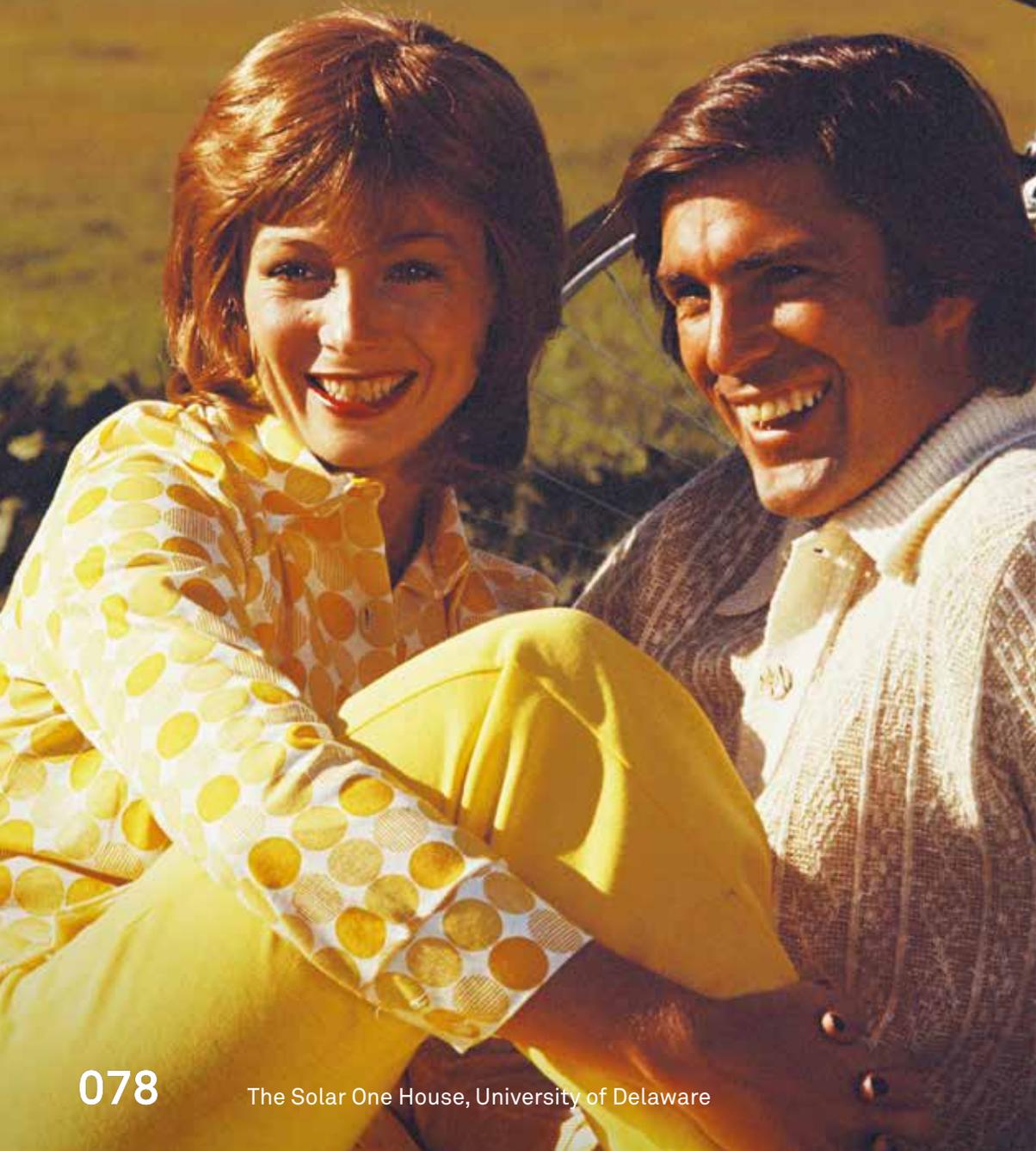
«Solarhouse IV»: c'est à Lexington, dans l'État du Kentucky, où l'hiver peut être très frais, que fut construite en 1959 la «Solarhouse IV». Un capteur solaire de 195 mètres carrés placé à un angle de 60° assurait, y compris en hiver, 57% des apports énergétiques, qui étaient stockés au moyen d'un système doté de deux citernes d'eau. Le MIT conserva la maison pendant trois ans «à des fins expérimentales» avant de la vendre en 1962 à un propriétaire privé. Le chauffage solaire, impossible à entretenir, fut peu après remplacé par un chauffage conventionnel.

1959



077

«100 000 VISITEURS
LA PREMIÈRE ANNÉE!»



KARL WOLFGANG BÖER, NEWARK

«Solar One», la première maison solaire photovoltaïque au monde

En 1973 déjà, le physicien allemand et chercheur sur les cellules solaires Karl Wolfgang Böer construisait aux États-Unis «Solar One», la première maison alimentée par l'énergie solaire.

L'objet: le 11 juin 1973 à Newark, on inaugure à l'université du Delaware «Solar One», le premier pavillon individuel tentant d'assurer l'alimentation énergétique entièrement à partir du soleil. Ce n'est pas vraiment une réussite esthétique. Mais le pavillon est futuriste, car il a sur le toit des plaques recouvertes sur leur face supérieure d'une fine couche spéciale – un mélange de cuivre, de cadmium et de soufre. La climatisation des 130 m² et tous les appareils électriques fonctionnent grâce à l'énergie solaire produite par ces plaques qui transforment le rayonnement lumineux en électricité. De plus, des capteurs assurent le chauffage des pièces et la production d'eau chaude. Dans «Solar One» l'énergie solaire couvre au total 80% des besoins énergétiques.

Le constructeur: on considère que la source d'inspiration décisive et le principal constructeur de «Solar One» fut l'Allemand Karl Wolfgang Böer, pionnier de la recherche sur les cellules solaires. Lors de la construction du mur de Berlin en 1961, Böer était professeur en chaire à l'université Humboldt de Berlin-Est et s'intéressait entre autres aux cellules solaires à couche mince. Lorsque son pays fut coupé en deux, il se trouvait aux USA pour une tournée de conférences. Il décida spontanément de rester à l'Ouest et accepta une chaire de professeur à l'université du Delaware.

Le principe: sur le toit de «Solar One», on a pour la première fois dans la pratique installé des cellules solaires à couche mince. À partir de la lumière, celles-ci produisaient du courant qui – en cas d'excédent – était injecté dans le réseau de la centrale électrique locale. Le principe est toujours actuel.

Le succès: «Solar One» fut un grand succès qui donna aux États-Unis un grand élan à la thématique: de nombreux médias parlèrent de la première maison à énergie solaire. Plus de 100 000 personnes visitèrent le pavillon la première année. Certaines le louèrent même quelques jours. Aujourd'hui, «Solar One» est classé monument historique.



Josef et Erwin Jenni: des pionniers suisses de la première heure

Les frères Jenni construisirent en 1989 à Oberburg, près de Berthoud, la première maison d'habitation d'Europe entièrement chauffée à l'énergie solaire. Suivirent des actes de pionnier qui valurent aux frères Jenni de rafler toutes les récompenses offertes dans le secteur: en 1991 le Prix Solaire Spécial, en 1994 le Prix Solaire dans la catégorie «Institutions et entreprises», en 1995 le Prix Solaire Européen, en 2004 le troisième Prix Solaire Suisse, ...

En 2007, Jenni Energietechnik AG a achevé le premier immeuble collectif d'Europe entièrement chauffé au solaire, lui aussi primé en Suisse et à l'étranger. Et Josef Jenni s'est vu décerner le Watt d'Or pour l'ensemble de ses travaux.

La maison solaire d'Oberburg

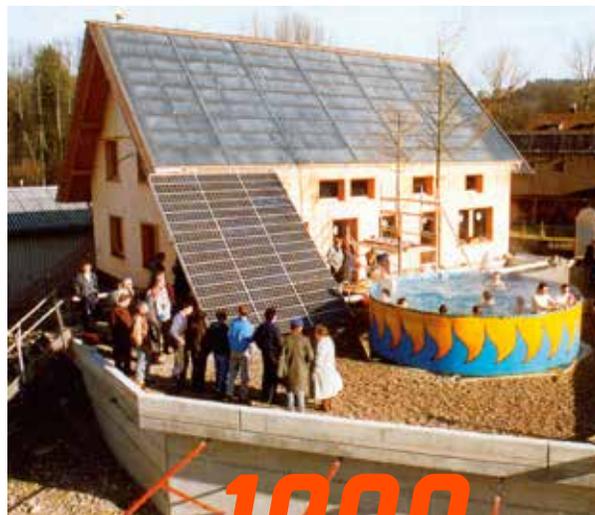
La construction d'une maison alimentée toute l'année par l'énergie solaire dans le Mittelland suisse (et son brouillard hivernal) fut longtemps tenue pour totalement utopique, la plupart des spécialistes arguant – entre autres – qu'il était impossible de stocker autant d'énergie de l'été sur l'hiver.

«Pour mon frère Erwin Jenni et moi-même, une «maison 100% solaire» représentait depuis des années un rêve auquel nous croyions. Malheureusement, nous n'avons pas réussi à trouver un maître d'ouvrage prêt à prendre assez de risques et qui ait les reins assez solides financièrement. Grâce notamment au généreux soutien du canton de Berne, nous avons cependant réussi à construire pour nous-mêmes cette maison début 1989.»

Voici ce que nous avons imaginé:

- Maison avec puissances de chauffage (QH) de moins de 3 kW à -10 °C de température extérieure
- 84 m² de capteurs solaires
- Citerne de stockage d'eau de 118 m³
- 43 m² de cellules solaires
- Batterie de stockage de 48 kWh

À l'automne 1989, les citernes étant déjà chargées, la famille de mon frère a emménagé. «Vont-ils avoir froid, manger des crudités ou du muesli ou tomber en panne de lumière?», se sont dit les gens. Rien de tout cela: le 31 janvier 1990, devant la presse suisse, nous avons démontré que nous avons assez d'énergie pour chauffer une piscine de 25 m³ à 37 °C. Quatre fois plus que ce qui était requis!»



1989

«C'est à Oberburg, près de Berthoud, que fut construite la première maison d'habitation d'Europe entièrement chauffée par le soleil»

Erwin et Josef Jenni



FRANÇOISE ET OLIVIER GUISAN, LA TOUR-DE-PEILZ

«NOUS VIVONS
DU SOLEIL
ET DE
LA PLUIE»

Visite de Françoise et Olivier Guisan à La Tour-de-Peilz

«La maison est écologique à 100%, nous assurons notre propre approvisionnement en énergie et en eau». C'est en ces termes que l'ancien professeur de physique nucléaire au CERN présente son domicile. Quelqu'un de réaliste, penserait-on. Mais peu à peu, on s'aperçoit que c'est aussi un peu un rêveur. Olivier Guisan habite avec sa femme Françoise la Maison Ronde, à La Tour-de-Peilz, dans le canton de Vaud. Ou plus précisément: ils en habitent trois étages et disposent à côté de beaucoup d'espace de rangement pour le bois, les réservoirs d'eau et les autres dispositifs nécessaires à une telle entreprise. Il y a 15 ans, le couple a fait construire son «nid», qui jouit d'une splendide vue panoramique sur le lac de Genève, jusqu'aux Alpes françaises. Depuis lors, ils se chauffent au soleil (50%) et au bois (50%). En été, ils injectent dans le réseau électrique de la commune l'énergie solaire excédentaire récoltée et transformée, et récupèrent en général cette contribution en automne et en hiver par la même voie. C'est bien calculé et au final, on a un match nul, y compris pour le porte-monnaie. Les Guisan ne déboursent pas un centime pour le chauffage et l'eau chaude. Ni pour l'eau tout court, car celle-ci provient – comme pour tous – du ciel.



Pour le physicien, une chose au moins était claire dès le départ: les systèmes et techniques doivent être très simples. Ainsi, ils ne tombent pas en panne – et effectivement, ils ont tenu leur promesse! S'ajoute à ceci que les technologies simples peu automatisées sont en général bon marché. Les Guisan ont payé leur maison au maximum 10 à 15% plus cher qu'une maison traditionnelle. Ces frais supplémentaires sont du reste amortis depuis bien longtemps: cela fait en effet 15 ans qu'ils n'ont rien payé pour le chauffage ni pour l'eau. Et ils continueront à ne rien dépenser pour cela.

«Il faut tout planifier dès le départ, penser si possible à tout et impliquer les architectes à un stade précoce. Résultat: notre maison fonctionne bien, super-bien, sans grands efforts d'entretien», raconte Olivier. Et Françoise d'ajouter: «Si c'était à refaire, nous procéderions aujourd'hui à tout point de vue exactement de la même façon pour réaliser notre rêve. Chercher un bon architecte, intégrer nos principes écologiques et faire construire. Nous sommes heureux dans la Maison Ronde.»





LA PISCINE SOLAIRE



«Nous voulions construire une piscine dans laquelle nous nous sentirions nous-mêmes à l'aise»

De droite à gauche: Paul Curschellas et Caroline Gasser, curschellas + gasser Architekten, Raimund Hächler, ars solaris hächler

*PAUL CURSHELLAS, CAROLINE GASSER, ILANZ
ET RAIMUND HÄCHLER, COIRE*

La première piscine dotée d'un chauffage solaire

C'est à Ilanz, dans un cadre enchanteur en lisière de forêt, que l'on trouve la seule piscine en plein air de l'Oberland grison avec son bassin de 50 mètres, le plus ancien de Suisse. En 1996, l'ensemble de l'installation a été soumis à un assainissement total et doté d'équipements techniques ultramodernes. La température de l'eau est adaptée aux besoins des utilisateurs au moyen d'une installation solaire. Celle-ci, première installation solaire de production d'eau chaude de Suisse, a été construite par les deux architectes du bassin en plein air, **Caroline Gasser** et **Paul Curschellas**, de **curschellas + gasser Architekten**, et par l'ingénieur EPF **Raimund Hächler**, d'**ars solaris hächler**. Visite des lieux.

Comment avez-vous décroché le contrat d'assainissement de la piscine d'Ilanz?

Paul Curschellas: Par un concours public. L'objet du concours était en soi on ne peut plus simple: il s'agissait d'attirer plus de visiteurs à la piscine en plein air d'Ilanz. La piscine en plein air commençait à vieillir et avait perdu de son attrait.

Comment avez-vous procédé?

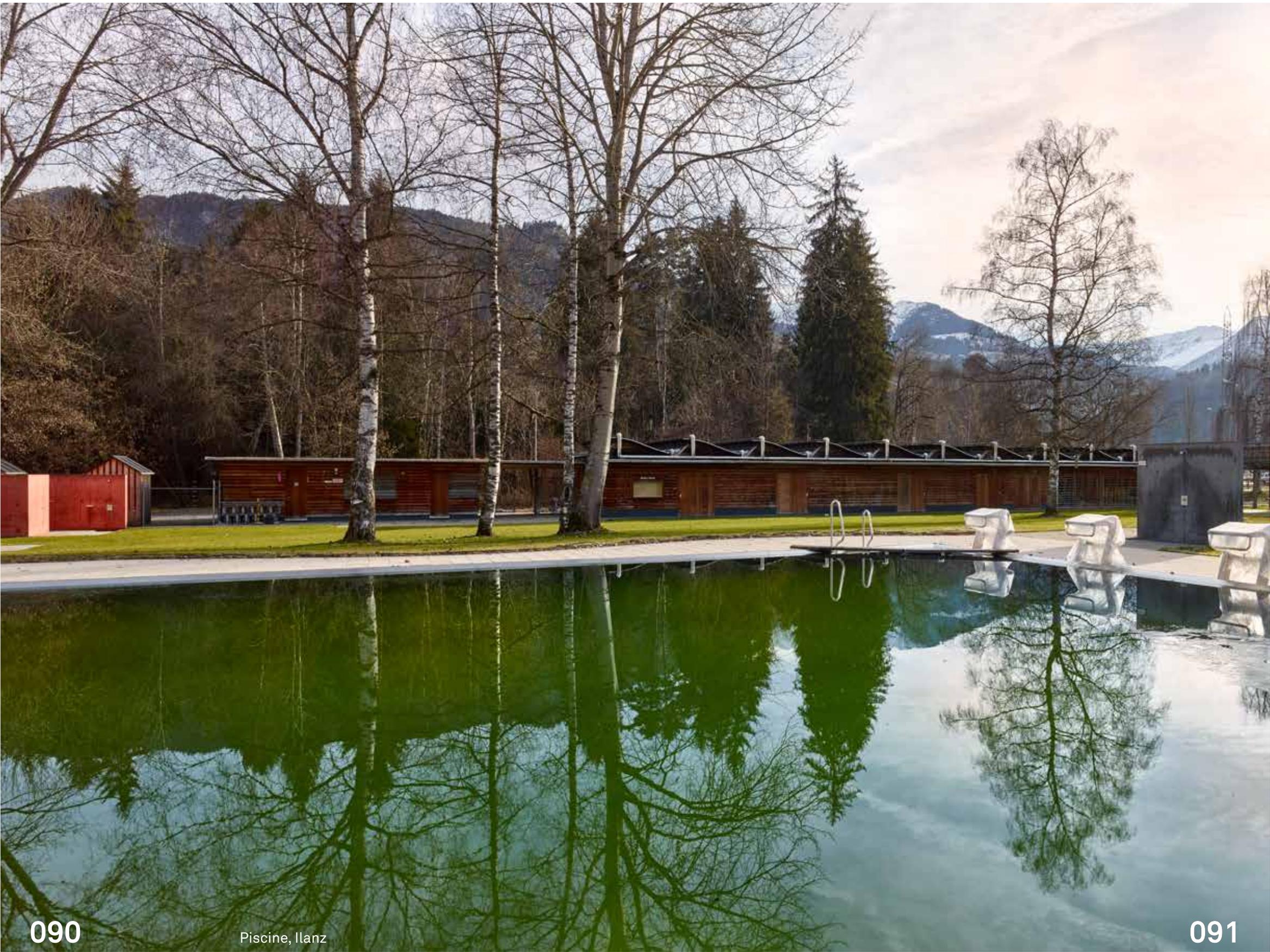
Paul Curschellas: Nous voulions construire une piscine dans laquelle nous nous sentirions nous-mêmes à l'aise. Pour ce faire, elle devait combiner sécurité,

hygiène et une température agréable de l'eau. C'est suivant ce principe que nous avons conçu et réalisé la piscine.

Mais cela n'a pas été si simple, si?

Raimund Hächler: Si, cela a été relativement simple. Nos idées ont plu au donneur d'ordre de l'époque, la Société coopérative de la piscine d'Ilanz, ce qui en a facilité la réalisation.

Caroline Gasser: Nous avons un concept clair et un maître d'ouvrage large d'esprit. C'est toujours une condition de départ idéale pour mener à bien un projet.



PAUL CURSHELLAS, CAROLINE GASSER, ILANZ ET RAIMUND HÄCHLER, COIRE



Le mode de construction innovant et l'installation solaire de production d'eau chaude ont-ils été coûteux?

Paul Curschellas: Au contraire: notre projet était justement le meilleur marché du concours.

Comment était-ce possible?

Paul Curschellas: Nous construisions moins en termes de volume, mais de manière intelligente. Et nous avons construit vite – cela économise aussi de l'argent. Et en même temps, nous avons bâti durablement: à ce jour, la piscine n'a enregistré aucun dommage notable, et pourtant, elle a déjà atteint l'«âge de la retraite» d'une construction. Elle a été assainie en 1996.

La piscine d'Ilanz a été la première piscine suisse à être équipée d'un chauffage solaire. Un acte de pionnier! Cela a probablement eu un effet multiplicateur?

Raimund Hächler: Comment dire? De nombreuses personnes – architectes, banquiers, ingénieurs et fonctionnaires – s'y sont intéressées et l'ont étudiée. Mais personne ne l'a copiée. À notre grand dam!

Car au jour d'aujourd'hui, seule une deuxième piscine utilise de l'énergie solaire. Imaginez un peu: presque 20 ans plus tard!

À quoi cela est-il dû?

Raimund Hächler: À mes yeux, cela tient à au moins trois raisons. D'abord, nous disposions à Ilanz d'un créneau temporel et politique optimal pour réaliser le projet. Ce n'est pas toujours le cas partout. Deuxièmement, dans le secteur du bâtiment, les nouvelles technologies mettent beaucoup de temps à s'imposer. Et troisièmement, de nombreux architectes et maîtres d'ouvrage manquent souvent d'audace et de courage pour essayer quelque chose de nouveau. Leur devise: prendre le moins de risques possible.

Paul Curschellas: Pour beaucoup de maîtres d'ouvrage et d'investisseurs, c'est une question de prix: d'abord les coûts de construction, tout bonnement, ensuite les coûts de maintenance. Mais les constructions intelligentes ont toujours plus de valeur! Les maîtres d'ouvrage et les investisseurs s'aperçoivent sur le tard que les bâtiments bien faits et durables sont de meilleurs investissements et sont rentables. Voilà la chance à saisir! Les bâtiments intelligents sont des investissements intelligents. Et les bâtiments intelligents sont en général construits par des architectes dont la pensée et les actes sont guidés par l'esprit d'innovation.



Cette piscine vous a valu de remporter le Prix Solaire Suisse pour la bonne intégration architecturale et technique des capteurs solaires dans l'installation sportive que constitue la piscine. Quelles ont été les retombées du prix pour vous?

Raimund Hächler: Presque nulles. Peut-être n'avons-nous pas assez tiré parti de ce prix. Il aurait pu représenter une bonne publicité pour nous et pour la construction.

Si c'était à refaire, que changeriez-vous à ce projet?

Paul Curschellas: Rien. Tout a vraiment été bien fait, et nous avons atteint l'objectif fixé par le maître d'ouvrage de l'époque. Les nombreux visiteurs et visiteuses le prouvent: la piscine n'a rien perdu de sa popularité! Le bassin en acier chromé est hygiénique et convivial, et la température de l'eau toujours très agréable. Quand il ne brille pas et que les utilisateurs se font rares, elle est moins chaude. Voilà comment les choses doivent être. Les bâtiments, qui sont habillés de mélèze, ont fait leurs preuves. Leur agencement est fonctionnel, et la sobriété se cantonnant à l'essentiel couvre les besoins des utilisateurs.

Raimund Hächler: Je trouve moi aussi que nous avons à l'époque fait les choses comme il le fallait. Or cela n'allait pas de soi, car c'était la première piscine que nous construisions en commun. Nous avons dû chercher et trouver une voie. Et cela a justement été le côté formidable de ce projet: en cheminant sur cette voie, nous avons découvert de nouvelles personnes et de nouvelles techniques, et nous avons pris plaisir à réaliser l'ouvrage.

De nos jours, s'intéresse-t-on plus à l'architecture durable qu'en 1996?

Caroline Gasser: Oui et non ... Les technologies solaires se sont certes beaucoup améliorées et sont devenues considérablement plus efficaces, mais les maîtres d'ouvrage et les réalisateurs de projets continuent à se montrer très réticents à mettre en œuvre les chances offertes. Paul Curschellas: On a tout de même fait un petit progrès. Et mis bout à bout, beaucoup de petits progrès en font un grand. Dans ce sens, on peut légitimement être et rester optimiste.

**«FAISONS
DONC QUELQUE
CHOSE
QUI TIENNE
LE TEMPS!»**



Le chalet du futur

L'architecte coirien **Andrea Deplazes** a démontré sur l'exemple de la cabane du Mont Rose qu'il est possible de construire des bâtiments à haute efficacité énergétique même dans les régions alpines, à une altitude de 2833 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le nouveau chalet, planifié numériquement et réalisé en construction bois avec des découpes sur MOCN et une enveloppe en aluminium, concrétise l'idée de l'utilisation durable de l'énergie: installation photovoltaïque sur la façade sud, installation de ventilation avec récupération de la chaleur, circuit d'eau pour l'installation de WC et le lave-linge et domotique intelligente en réseau permettent à cette cabane sans raccordement au réseau d'électricité et au réseau d'eau de produire une partie de l'énergie nécessaire sur un mode renouvelable.

Andrea Deplazes est depuis 1997 professeur d'architecture et de construction à l'**EPF de Zurich** et depuis 1988 à la tête de son propre cabinet d'architectes, **Bearth & Deplazes Architekten**, à Coire et Zurich. Nous avons rencontré le Professeur Andrea Deplazes là où naquit, voici une dizaine d'années, la cabane du Mont Rose: dans les locaux de l'École polytechnique fédérale (EPF) de Zurich, au département d'architecture, à Zurich Höggerberg, bâtiment HIL, bureau F75.



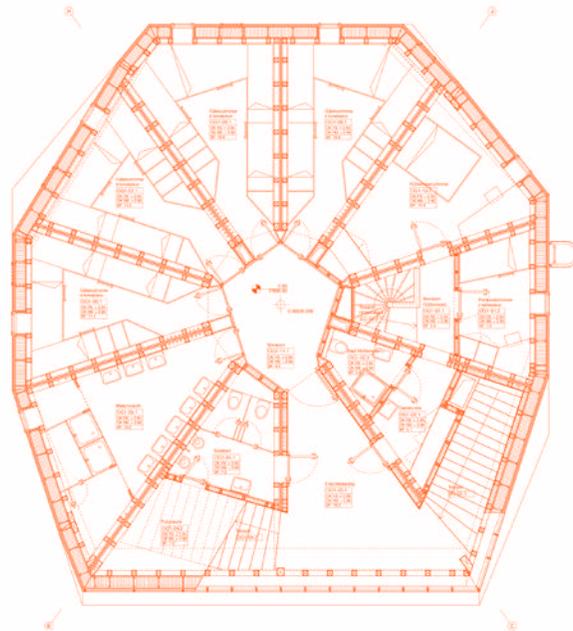
«De toute façon: dans le domaine du solaire, rien ne pourra arrêter le développement! Et pour les bons architectes, il ne représente pas un obstacle»

Andrea Deplazes, Prof. dipl. Arch. ETH / BSA / SIA

«Faisons donc quelque chose qui tienne le temps!» C'est par ces mots que le Professeur Meinrad Eberle, chef de projet des festivités des «150 ans de l'EPF de Zurich» de 2005, s'est adressé au Professeur Andrea Deplazes – et ensemble, ils y sont parvenus! Ils ont construit quelque chose qui non seulement tient le temps, mais suscite aussi l'étonnement et incite à la discussion dans le monde entier: la nouvelle cabane du Mont Rose près de Zermatt. Quoique le terme «cabane», si l'on peut se permettre, ne soit plus très adéquat. Mais jetons un regard en arrière ...

Pour le Professeur Andrea Deplazes, le projet du Mont Rose a longtemps été une expérience dont il lui était difficile d'estimer la réussite. Dans l'atelier d'étude, qui accueillait 12 étudiants, il s'est proposé de créer une situation de travail aussi proche que possible de la pratique, d'un réalisme maximal. C'est pourquoi il a monté cette expérience comme un concours, en quatre étapes:

- 1^{er} semestre: 12 étudiants élaborent 12 projets. Parmi ceux-ci, un jury de spécialistes sélectionne les six meilleurs;
- 2^e semestre: 12 étudiants développent chacun deux projets sur la base des six projets antérieurs, et un jury de spécialistes sélectionne les quatre meilleurs;
- 3^e semestre: 12 étudiants mettent au point par équipes de trois un projet sur la base des quatre projets antérieurs. Parmi ceux-ci, un jury de spécialistes sélectionne les deux meilleurs.
- 4^e semestre: 12 étudiants mettent au point par équipes de six un projet sur la base des deux projets antérieurs. Un jury de spécialistes sélectionne le meilleur des deux.



Bien entendu, tout au long de ces quatre semestres, les étudiantes ont été accompagnés par divers spécialistes. Et comme dans la vraie vie d'architecte, ils ont aussi eu affaire aux maîtres d'ouvrage, à savoir – outre l'EPF elle-même – les spécialistes du Club Alpin Suisse (CAS).

Malgré les si nombreux spécialistes impliqués dans ce projet visionnaire, on avait tout de même besoin de quelqu'un qui fasse avancer les choses et assume la responsabilité du tout. Or ce quelqu'un n'était autre que le Professeur Deplazes. Il raconte son histoire:

«Les débuts ont été difficiles. Dans un premier temps, l'EPF ne s'est pas intéressée au projet et ne lui a a fortiori alloué aucun fonds. Sur la liste des «150 ans de l'EPF de Zurich», le projet figurait en dernière place. Nous avons appelé cette première période du projet, qui a duré jusqu'à la sélection du projet vainqueur après le qua-

trième semestre, le «studio Mont Rose 1». Nous n'avions pas la moindre idée de ce qu'il adviendrait de notre projet. Malgré tout, je me souviens de cette période, du temps passé avec les étudiantes et étudiants, comme de la meilleure époque de l'ensemble du projet. Toutes ces choses folles que nous avons rêvées et expérimentées dans l'atelier, c'était fantastique!»



«Studio Mont Rose 2» a débuté lorsque le Professeur Meinrad Eberle s'est mis en quête de sponsors. Notez bien: avec en poche une seule photo du projet du Mont Rose – une cabane sur le terrain. Ceci tenait plus du mirage que de la vision – mais le projet était bel et bien visionnaire. Et cela a marché: on est parvenu à rassembler l'argent. Nous avons tous été étonnés que l'on réussisse à convaincre des gens d'ouvrir leur portefeuille à l'aide d'une seule et unique représentation visuelle, l'image d'un «château en Espagne». Le CAS n'a pas été en reste. L'obtention du permis de construire n'a pas traîné.»

Pour des raisons de risques et d'assurance, l'EPF ne voulait ni ne pouvait assumer la responsabilité du projet. C'est pourquoi nous avons confié la réalisation à Bearth & Deplazes Architekten. Nous avons embauché dans ce bureau les personnes les plus étroitement associées, parmi



lesquelles mon maître-assistant Marcel Baumgartner comme chef de projet. Les maîtres d'ouvrage sont restés l'EPF de Zurich et le CAS, et le «studio Mont Rose 2» a continué à travailler au Höggerberg, comme auparavant.

Le risque était élevé, et si nous n'avions pas mené à bien le projet, je ne serais plus ici. Le «studio Mont Rose 2» a été caractérisé par une valse-hésitation, en d'autres termes des manœuvres interminables dans des situations délicates. D'un côté, nous avions la force motrice et innovatrice de l'EPF; de l'autre le CAS, plutôt conservateur, qui avait tendance à freiner le mouvement. Nous, l'équipe du projet, étions pris dans cet étau avec pour mission de mener à bien un projet titanesque. Je garde en mémoire ces deux ans ou deux ans et





ANDREA DEPLAZES, COIRE

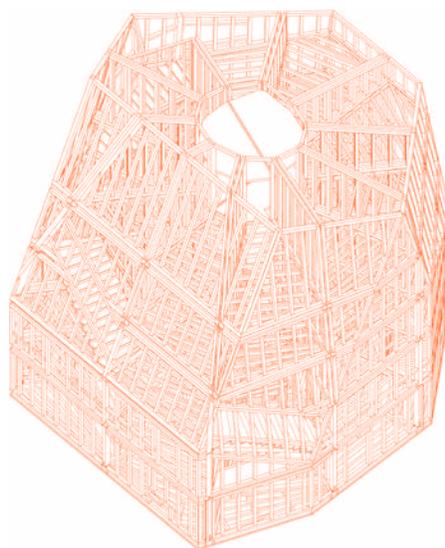
demi de travail de développement comme une période plutôt éprouvante. J'étais plus diplomate qu'architecte. Mon grand problème était toujours: comment concilier tout cela? Au final, cela a fonctionné. Mais ce petit jeu a exigé tous nos efforts. Si quelque chose était allé de travers, cela aurait débouché sur un procès au tribunal. Nos nerfs étaient parfois mis à rude épreuve.

Pendant la construction proprement dite, nous avons eu beaucoup de chance: une météo excellente tout l'été durant! Et une équipe merveilleuse composée de très bons artisans. La structure et l'aménagement intérieur de la cabane du Mont Rose peuvent aujourd'hui encore se targuer d'être la structure bois la plus complexe de Suisse. Plus de 400 éléments en bois, et seulement deux angles droits! L'assemblage aurait pu aller de travers, une débâcle serait vite arrivée. Il aurait suffi que nous n'ayons pas eu le temps de tout terminer dans l'été. Une catastrophe! Et du coup, on aurait vu éclater une querelle inimaginable, pire: une «guerre».

Le surnom de «cristal» est soit dit en aparté une invention de la presse. Pour moi, il ne décrit la cabane que de manière imagée. Pour ma part, je la vois plutôt comme une tour de garde contemporaine, avec ses petites fenêtres, bravant le monde extérieur, le climat hostile, tout en profitant de lui et de ses énergies démesurées. Pour moi, il est clair que c'est en raison de sa forme futuriste ou plus prosaïquement cristalline que la cabane du Mont Rose plaît au public et a au départ déclenché cette gigantesque affluence sur le glacier.

Pour les visiteuses et visiteurs, la technique ne joue probablement qu'un rôle secondaire. Pour nous, en revanche, elle

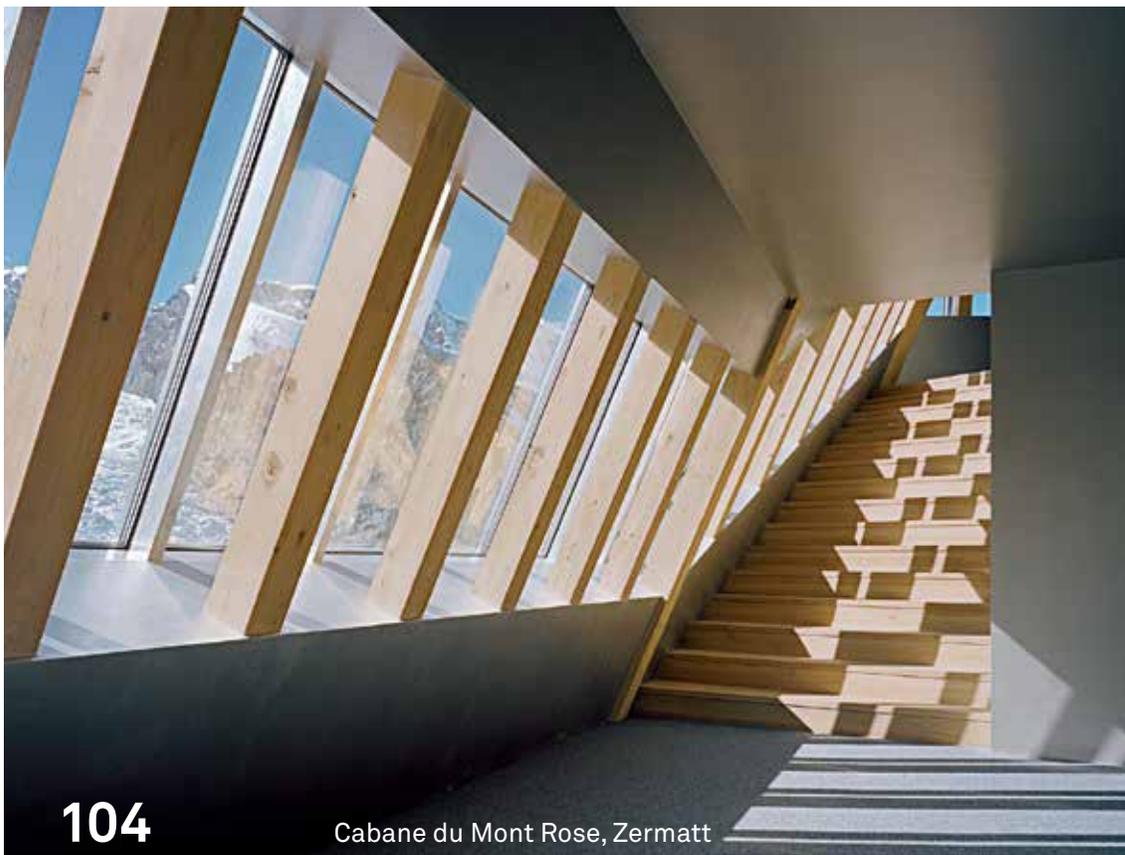
était importante, et c'est aussi elle qui a influencé la forme de la cabane. Pour des raisons tenant à la thermodynamique et à la physique des bâtiments, une boule aurait été idéale: petite surface, contenu



maximum, pertes thermiques faibles. Mais une boule est très difficile à construire. C'est ainsi qu'est né ce prisme tronqué, facetté, tourné vers le soleil.

Nous voulions aller beaucoup plus loin et avons aussi étudié et évalué des panneaux de façades très différents, par exemple les panneaux creux à parois minces sous vide. Mais au bout du compte, et pour des raisons liées à la sécurité de l'exploitation, nous sommes restés sur un produit conventionnel déjà existant. Nous avons calculé la technologie ou plutôt la surface des capteurs solaires selon l'occupation estimée de la cabane, qui à l'origine avait été conçue pour 6000 à 7000 visiteuses et visiteurs par an. Un chiffre qui a posteriori s'est révélé être une monumentale erreur





ANDREA DEPLAZES, COIRE

d'appréciation: à cause de l'ampleur ahurissante de la demande, la technologie et l'exploitation ont dû être revues à la hausse pour accueillir le double de visiteurs.

Techniquement parlant, la cabane du Mont Rose est le témoignage d'une situation transitoire. Il existe aujourd'hui beaucoup d'autres inventions et travaux de recherche dans le domaine de la production de courant combinée à la production d'eau chaude, par exemple les capteurs hybrides, mais aussi les puces de commande intelligentes, qui fonctionnent avec du courant fort.

Les concepts de stockage saisonnier me semblent également très intéressants. Ceci fonctionne comme autrefois chez nos grands-mères: en été, l'énergie calorifique excédentaire est récoltée et stockée dans la terre dans une «conserve», à 400 mètres de profondeur. Concrètement: autour d'un capteur géothermique, un petit périmètre est chargé à 3° Celsius, puis déchargé en hiver. Ce stock est entièrement consommé au cours de l'hiver. Si durant l'été, on a réussi à stocker suffisamment de «conserve» pour les besoins hivernaux, on peut théoriquement se passer de toute intervention complexe au niveau de la physique de la façade du bâtiment, car alors, on consomme uniquement ce qui de toute façon n'aurait pas été utilisé pendant l'été. Je trouve ce concept saisonnier intéressant parce qu'il est particulièrement bien adapté à nos latitudes: du printemps à l'automne, on a en fait uniquement besoin de produire de l'eau chaude – la ventilation du bâtiment peut se faire naturellement par des fenêtres ouvertes, entrebâillées, alors que le courant nécessaire au chauffage par pompes à chaleur est surtout nécessaire en hiver. C'est idéal!

De même, de nouveaux concepts ont été mis au point pour des fenêtres ou des vitres de fenêtres à haute efficacité énergétique. Certains de ces produits sont déjà sur le marché et très intéressants. Comme pour les façades, le «mur du son» est aussi constitué dans les vitres des fenêtres par la technologie du vide d'air.

Depuis, les découvertes faites dans le domaine de la technique à la cabane du Mont Rose sont continuellement suivies et évaluées par l'EPF. Nous faisons en permanence de la recherche, mais cela prend du temps, parfois jusqu'à 15 ans, avant que les connaissances acquises dans le cadre de la recherche arrivent dans l'enseignement puis «à l'extérieur», sur le terrain, et puissent y être utilisées.

Ce que je ferais différemment aujourd'hui, avec près de dix ans de recul par rapport au moment où nous nous sommes attachés au projet de la cabane du Mont Rose? C'est tout simple: rien! Je préférerais travailler avec un seul maître d'ouvrage au lieu de deux, mais ceci ne dépendait pas de moi à l'époque. Pour la fonction qu'elle doit remplir, l'immo est à mon avis aujourd'hui encore quasiment parfaite. Je ne changerais rien au principe, je me contenterais d'appliquer les standards les plus récents. La cabane du Mont Rose démontre qu'une architecture exigeante et des concepts énergétiques innovants ne sont pas antinomiques: au contraire, ils se servent mutuellement.

De toute façon: dans le domaine du solaire, le développement se poursuit. Rien ne pourra l'arrêter! Et pour les bons architectes, il ne représente pas un obstacle.»





108

Cabane du Mont Rose, Zermatt



109



«Tout était exact, chaque élément était aux bonnes dimensions!»

Peter Planche, responsable du projet et de la construction de la cabane du Mont Rose

PETER PLANCHE, BRIGUE

La cabane victime de son succès

Peter Planche est un homme polyvalent qui s'intéresse à l'économie, à la politique et à l'environnement. Il a travaillé pendant de longues années comme directeur au SKA (Schweizerische Kreditanstalt), le futur Crédit Suisse, où il était responsable des filiales du Haut-Valais. Pendant presque 20 ans, il a été conseiller municipal de Brigue et pendant 5 ans maire de la ville. Il est également actif au sein du Club Alpin Suisse (CAS). Le CAS gère dans ses différentes sections 152 cabanes offrant plus de 9200 lits dans les Alpes suisses. Les cabanes proposent toute l'année durant un hébergement simple et confortable dans des décors montagneux admirables. En tant que **responsable de la section Mont Rose du CAS** et représentant des maîtres d'ouvrage, Planche a eu l'occasion unique d'assurer la direction et le suivi de la planification et de la construction de la cabane du Mont Rose. Il a présidé la section pendant quatre ans. Il est aujourd'hui directeur financier régional du CAS et responsable des cabanes du Haut-Valais, dont la cabane du Mont Rose.

Monsieur Planche, comment tout cela a-t-il commencé?

Peter Planche: En 2005, l'EPF fêtait son 150^e anniversaire et voulait faire cadeau d'une nouvelle cabane au CAS. L'idée de construire un bâtiment de remplacement pour l'une des cabanes du Haut-Valais s'est rapidement imposée à nous; et au final, le choix s'est porté sur celle du Mont Rose.

Pourquoi n'a-t-on pas simplement reconstruit l'ancienne cabane?

Planche: Le site de l'ancienne cabane, dans une cuvette, n'était pas idéal. De l'actuelle cabane, perchée sur la crête, on a une vue plus belle, par exemple sur la

pointe Dufour. Le nouveau site, au-dessus du glacier, est aussi beaucoup plus spectaculaire. Et puis, l'EPF ne voulait pas se contenter de reconstruire une vieille cabane. Elle en voulait une nouvelle!

Vous avez simplement laissé faire les étudiants et les professeurs?

Planche: Oui, j'avais entière confiance en eux. Je me suis contenté de leur rappeler combien les conditions étaient difficiles: les températures, le transport, l'altitude, mais aussi les diverses exigences auxquelles une cabane du CAS doit répondre... Au départ, il y avait différentes idées, et du pavillon au bloc d'habitations tout en longueur, pratiquement tout a

PETER PLANCHE, BRIGUE

été discuté. C'était très osé. Finalement, grâce à la grande expérience du Professeur Deplazes, on a développé l'un des projets, qui a donné naissance au cristal actuel.

Quels ont été les moments forts et les moments de découragement dans ce projet?

Planche: Des moments de découragement, il n'y en a pour ainsi dire eu aucun! La phase de projet s'est très bien déroulée, les choses ont avancé comme il faut. Pour la construction, nous avons eu un très long moment fort: la météo. L'été 2008 a été beau presque de bout en bout: on a pu travailler et effectuer les transports sans interruption. L'épisode absolument inoubliable et impressionnant pour moi a été la construction bois intérieure. L'EPF et le CAS voulaient du bois, et il fallait aussi du bois pour des raisons de poids. Les plans de découpe de toutes les poutres et planches sont arrivés par courriel de l'EPF de Zurich à la menuiserie Holzbau AG de Mörel. Les 400 éléments en bois ont été directement découpés et préparés sur une installation entièrement automatisée. Imaginez un peu: tout était exact, chaque élément était aux bonnes dimensions! Or aucun élément n'était identique à un autre. Fantastique! Et il a encore fallu dimensionner les poutres de manière à ce qu'elles puissent passer à travers les tunnels du chemin de fer Brigue-Viège-Zermatt et du Gornergrat et arrivent à bon port à Riffelboden sans rester accrochées quelque part.

Comment a-t-on fait pour transporter le matériel et les matériaux jusque sur la crête?

Planche: D'abord par camion de Mörel jusqu'à Viège, puis par le chemin de fer Matterhorn-Gotthard jusqu'à Zermatt et sans transbordement par le train du

Gornergrat jusqu'à Riffelboden. De là, par hélicoptère jusque tout en haut, sur le chantier. Près de 3000 allers et retours ont été nécessaires. Et pourtant: tout le monde se sentait très à l'aise, l'humeur était au beau fixe.

Après l'ouverture, avez-vous été victime de votre propre succès?

Planche: Effectivement, cela a été le cas. Nous avons été surpris, car du jour au lendemain, nous avons pour ainsi dire acquis une renommée mondiale. L'ancienne cabane enregistrait à peu près 4000 nuitées par an, et nous en attendions 6000 à 7000 pour la nouvelle. C'est pour cet ordre de grandeur que la cabane et les équipements techniques avaient été dimensionnés. Les deux premières années, nous avons eu entre 11000 et 12000 visiteurs par an, et il faut se rendre à l'évidence: le mieux est l'ennemi du bien. Ensuite, la fréquentation s'est stabilisée à 8000. Aujourd'hui, la technique fonctionne à merveille, et le degré d'autarcie de 90% est atteint, hors l'énergie nécessaire pour la cuisine. La cabane du Mont Rose est presque chaque année l'hébergement du CAS le plus utilisé.

Si c'était à refaire, que feriez-vous différemment?

Planche: Je referais tout à l'identique, à une exception près: je ne mettrais plus le photovoltaïque dans les façades, mais au sol, près de la cabane. Et ce pour la raison simple des réparations! En effet, si aujourd'hui, un élément photovoltaïque de la façade tombe en panne, soit il nous faut deux alpinistes qui vont chercher la pièce défectueuse en descendant en rappel du toit, soit je dois faire monter puis redescendre par hélicoptère un échafaudage pour les travaux. Les pièces seraient infiniment plus faciles à réparer si elles se trouvaient à proximité du sol.



FAITS

ET

CHIFFRES

116

Potentiel solaire en Suisse

118

Baisse des prix et subsides étatiques

120

Solaire thermique ou photovoltaïque?

122

Intégrer le solaire dans la structure
du bâtiment

123

Éléments de construction solaire

124

Développement du marché solaire en Suisse

126

Solaire passif & Minergie

127

Quel avenir pour l'énergie solaire?

Potentiel solaire en Suisse

Certains affirment que la Suisse ne dispose pas d'assez de soleil et qu'il est préférable de produire ce type d'énergie au sud de l'Europe.

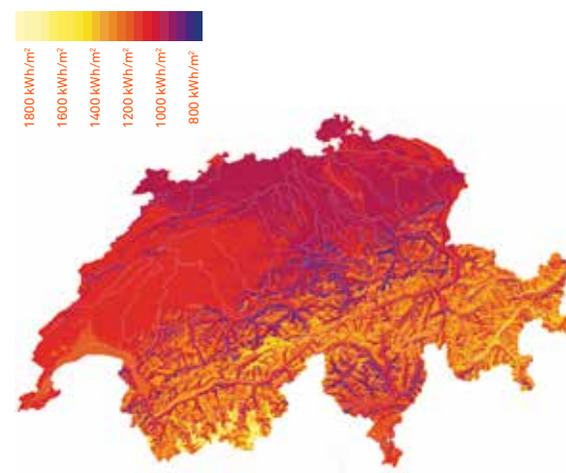
Il est vrai que le soleil amène environ 80% plus d'énergie dans un désert marocain qu'en Suisse. Toutefois, même si à Berne, à Lugano ou à Genève, le soleil ne brille pas tous les jours au milieu d'un grand ciel bleu, il apporte beaucoup d'énergie. Ceci s'explique par le fait que les nuages diffusent le rayonnement solaire, mais ne le suppriment pas. Ainsi, une installation solaire fonctionne aussi lorsque le ciel est couvert, simplement à puissance réduite.

Les rendements des systèmes solaires ont par ailleurs considérablement augmenté ces dernières années. Grâce à cela, les surfaces des toitures et des façades d'une maison sont largement suffisantes pour produire assez d'énergie pour les besoins énergétiques de ses habitants.

La Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral estime que la première nouvelle forme d'énergie qui alimentera la Suisse dans le futur est le solaire. Il fournira d'ici 2050 près de 25% de notre approvisionnement en électricité et 20% de nos besoins en chaleur.

Swissolar, l'association des professionnels de l'énergie solaire, affirme même que 20% de notre électricité pourrait être produite par le soleil avant 2025 et que 20% de notre chaleur pourrait être fournie par le soleil avant 2035.

Ensoleillement global (kWh/m²) en 2014
Moyenne annuelle de 1981 à 2000



Source: meteoest | www.meteoest.com

«Même lorsque le soleil ne brille pas, il est possible de produire de l'énergie»

Toujours plus efficace, toujours plus économique

Baisse des prix et subsides étatiques

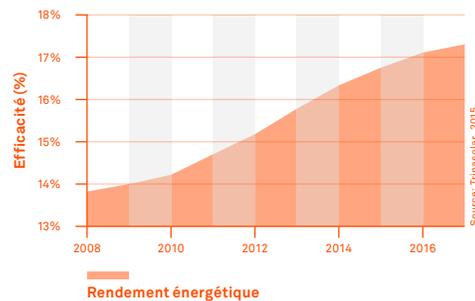
Le marché du solaire connaît une progression époustouflante. D'une part, les rendements énergétiques des panneaux augmentent sans cesse. Aujourd'hui, des panneaux offrant des rendements de 17% sont commercialisés, alors qu'il y a 5 ans, les meilleurs produits atteignaient à peine 15%.

Parallèlement à ces gains d'efficacité, les prix du marché du solaire photovoltaïque ne cessent de diminuer depuis dix ans. Rien qu'entre 2009 et 2015, le prix d'une installation solaire a diminué de 80%. À tel point qu'aujourd'hui, dans de nombreux cas, il devient plus rentable de produire son propre courant plutôt que de l'acheter auprès de son fournisseur d'électricité.

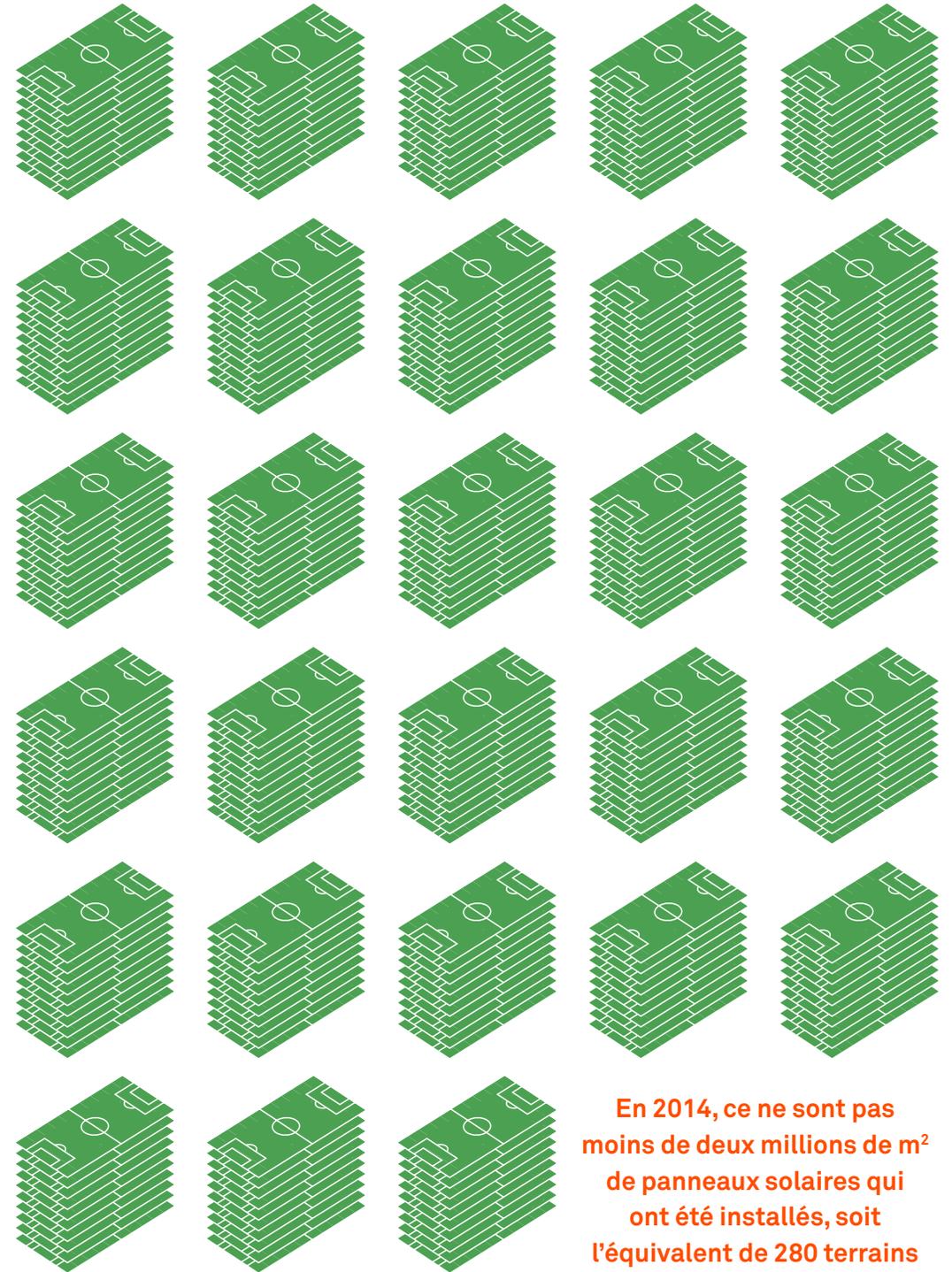
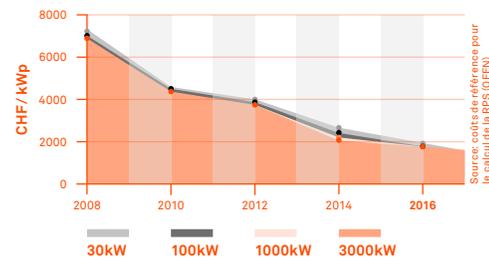
Le solaire revêt une importance capitale pour la Confédération et les cantons. C'est pourquoi des subsides sont attribués pour le solaire photovoltaïque (Confédération) et le solaire thermique (cantons). Pour plus d'informations, renseignez-vous auprès du service de l'énergie de votre canton.

Sur la base de tous ces signaux positifs, il n'y a rien d'étonnant à ce que les surfaces solaires installées en Suisse battent des records année après année. En 2014, ce ne sont pas moins de 2 millions de m² de panneaux solaires qui ont été installés, soit l'équivalent de 280 terrains de foot.

Evolution de l'efficacité énergétique des panneaux photovoltaïques



Coûts d'investissement d'une installation photovoltaïque



En 2014, ce ne sont pas moins de deux millions de m² de panneaux solaires qui ont été installés, soit l'équivalent de 280 terrains de foot

Solaire thermique ou photovoltaïque?

Il existe deux grandes catégories de panneaux solaires. Les panneaux solaires photovoltaïques et les panneaux solaires thermiques. Les panneaux solaires photovoltaïques transforment le rayonnement lumineux en électricité, alors que les panneaux solaires thermiques transforment le rayonnement lumineux en chaleur, souvent pour des chauffe-eaux.



Le matériau de base des **cellules photovoltaïques** est un semi-conducteur, un type particulier de matériau dans lequel des électrons (charges négatives) gravitent autour d'atomes. Lorsqu'ils absorbent de la lumière, les électrons s'agitent en tous sens. Cet effet est nommé photoélectrique, mais ceci ne crée pas du courant électrique pour autant.

Afin de créer du courant électrique, il faut que les électrons circulent dans un sens bien précis. Pour obtenir ce courant, deux

couches de semi-conducteur vont être superposées et «dopées», c'est à dire qu'un matériau bien spécifique va y être ajouté. Sur la couche du panneau exposée à la lumière va être appliqué un matériau dont les atomes possèdent davantage d'électrons que ceux du semi-conducteur et sur la couche inférieure un matériau dont les atomes possèdent moins d'électrons que ceux du semi-conducteur. Dès que le soleil frappe les panneaux, les électrons de la couche supérieure du panneau se mettent à circuler en direction de la couche inférieure, créant un courant électrique.

Le fonctionnement d'un **panneau solaire thermique** est plus simple. Une première couche, exposée à la lumière, est composée de verre transparent. Au-dessous, une plaque noire de métal recouverte de chrome absorbe jusqu'à 90% des rayons du soleil. Cet absorbeur chauffe à mesure qu'il absorbe des rayons. La chaleur de l'absorbeur est transmise par conduction à un circuit d'eau qui s'échauffe, avant d'être acheminé vers un accumulateur d'eau. Là, l'eau sanitaire passe à travers un circuit et transfère sa chaleur à l'eau domestique. Au final, une installation solaire thermique peut être utilisée pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire.



FAITS ET CHIFFRES

Intégrer le solaire dans la structure du bâtiment

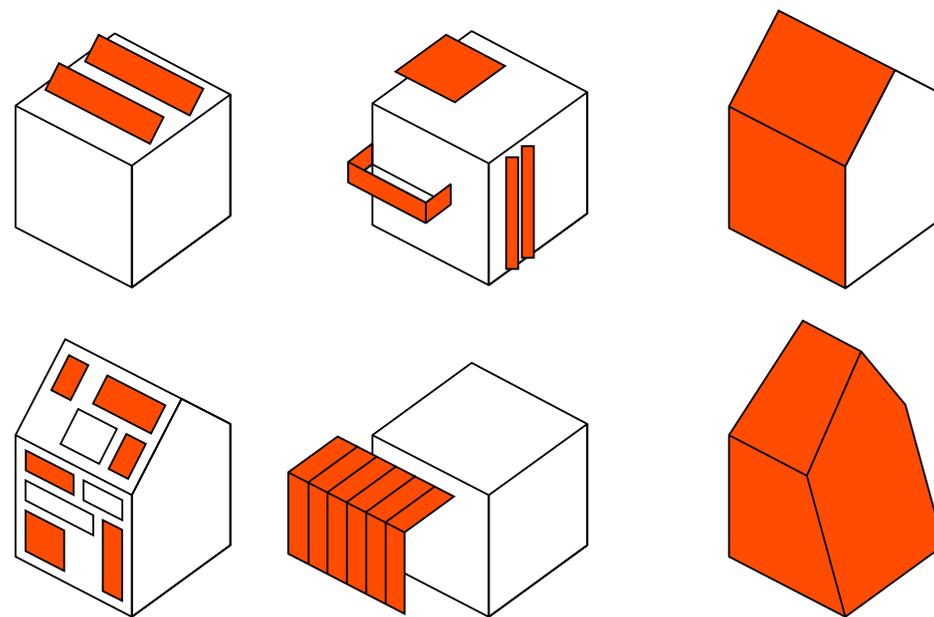
Jusqu'à ce jour, l'industrie du bâtiment et les maîtres d'ouvrage se sont surtout focalisés sur les aspects de rendement énergétique des toitures solaires, plaçant les aspects esthétiques au second plan.

Or, un nombre croissant d'exemples démontrent avec brio que l'on peut concevoir des installations efficaces et architecturalement harmonieuses. Celles-ci intègrent les éléments photovoltaïques comme éléments de la structure même. On fait donc d'une pierre deux coups et on permet au maître d'ouvrage de réduire les investissements initiaux.

C'est là le message de la plateforme BIPV (building integrated photovoltaics) qui s'engage pour l'intégration constructive et architecturale des éléments photovoltaïques dans les bâtiments. Elle recense sur son site internet www.bipv.ch des exemples d'installations solaires intégrées avec références techniques et plans au 1:20 000.



Éléments de construction solaire



Parmi les éléments de construction solaire (dits aussi éléments actifs) intégrés dans le bâtiment, la tuile solaire est le plus courant. Les modules construits comme des tuiles s'emboîtent les uns dans les autres et forment une surface étanche jouant ainsi le rôle de protection naturelle. La construction du toit est simplifiée car les modules sont nettement plus grands que des tuiles. Dans une construction neuve ou lors d'une rénovation de toiture, cela permet un gain en matériaux et en temps de montage. Le dimensionnement précis du toit permet d'installer des modules solaires jusqu'en bordure et d'éviter des travaux de ferblanterie.

Autres éléments d'intégration photovoltaïque privilégiés, les façades permettent d'utiliser des surfaces importantes, tout

particulièrement sur des bâtiments de grande taille. Les surfaces fortement inclinées ou verticales ont surtout l'avantage de produire plus d'énergie en hiver (soleil bas sur l'horizon), période de l'année durant laquelle la consommation est également plus importante.

Enfin, les balustrades de balcon représentent souvent des surfaces plus importantes qu'on ne le pense. Une balustrade de 1 mètre de haut et de 5 mètre de large permet de produire environ 25% de la consommation électrique d'une famille. L'installation d'un tel système sur une maison existante est particulièrement aisée. Il est toutefois préférable d'installer au minimum 10 à 20 mètres de balustrade linéaire pour rentabiliser au mieux une installation solaire.

«La grande nouveauté du MoPEC 2014 réside dans l'obligation de surfaces solaires minimales dans les constructions neuves»

Marc Müller, responsable section solaire OFEN



Développement du marché solaire en Suisse

Le Modèle de Prescription Énergétique Cantonal 2014 (MoPEC) des cantons, publié en janvier 2015, est un recueil de recommandations concrètes quant à la mise en œuvre de la législation cantonale en matière d'énergie. Ces nouvelles prescriptions seront introduites dans toutes les législations cantonales entre 2016 et 2020.

La grande nouveauté du MoPEC 2014 réside dans l'obligation de surfaces photovoltaïques minimales dans toutes les constructions neuves. De plus, il est maintenant prévu que lors d'un assainissement du chauffage, une part minimale d'énergie renouvelable devienne obligatoire. Le solaire thermique ou photovoltaïque, sous certaines conditions, peut jouer ce rôle.

Dans le cas d'une construction neuve, une installation photovoltaïque de 10 Wp/m^2 de surface de rendement énergétique (SRE) au minimum deviendra obligatoire

avec l'application du MoPEC 2014. Cette nouvelle obligation correspond au minimum à des installations de:

- **2 kWp soit environ 14 m^2 de panneaux pour une villa de 200 m^2 (2 étages de 100 m^2)**
- **8 kWp soit environ 56 m^2 de panneaux pour un locatif de 800 m^2 (4 étages de 200 m^2)**
- **30 kWp soit environ 210 m^2 de panneaux pour une construction industrielle d'au moins 3000 m^2**



Solaire passif & Minergie

Les moyens de capter l'énergie solaire sont multiples. Aux constructions intégrant des panneaux solaires et captant activement le solaire s'ajoutent les bâtiments solaires dits «passifs». Le but premier des constructions solaires passives est de réduire la consommation d'énergie du bâtiment. Elles procurent par ailleurs un grand confort à ses occupants.

Elles sont conçues afin d'utiliser au mieux l'énergie solaire pour l'éclairage naturel, le chauffage et/ou la climatisation. Une réflexion lors de la planification doit être faite au niveau du choix des matériaux, de l'orientation de la maison, de l'emplacement des surfaces vitrées, etc.

Le solaire passif se base sur plusieurs principes tels qu'une isolation des murs et des fenêtres renforcés, la suppression des

zones desquelles la chaleur s'échappe en masse (pont thermique) ou encore la ventilation. Grâce à ce concept initial, les apports d'énergie solaire à travers les surfaces vitrées au sud répondent aux besoins en chaleur du bâtiment. En Suisse, le label Minergie-P poursuit les objectifs et principes des maisons passives.

QUEL AVENIR POUR L'ÉNERGIE SOLAIRE?

Au-delà des prescriptions légales, l'intégration d'une installation solaire dans une nouvelle construction va aujourd'hui de soi, au même titre que l'installation d'appareils électroménagers.

Loin de participer d'une surenchère technologique, l'installation solaire est un élément qui a tout son sens dans la maison du 21^{ème} siècle. S'intégrant harmonieusement aux autres éléments de construction, elle est facile à placer et à installer.

En planifiant l'intégration du solaire à l'avance, l'architecte peut faire la différence et éviter tous surcoûts liés à la pose d'une installation tardive.

Les installations solaires commercialisées aujourd'hui sur le marché sont le résultat de trente ans d'expériences, de tests et de progrès. Preuve de leur grande fiabilité, la plupart des panneaux sont garantis vingt-cinq ans et l'installation fonctionne presque sans entretien. En termes financiers, cela représente un gain non négligeable sur les frais d'entretien pour le propriétaire de la maison.

Responsable de la publication

Office fédéral de l'énergie OFEN, Berne

Direction de projet

Chantal Purro, Marc Muller

La rédaction s'est efforcée de retrouver tous les détenteurs des droits d'auteur. Si toutefois des erreurs ou des oublis se sont produits, ceux-ci seront rectifiés dans les éditions suivantes dès leur signalement.

Office fédéral de l'énergie | Mühlestrasse 4 | 3063 Ittigen
T +41 58 462 56 11

Photos: Caspar Martig, Wabern

Crédits photos p. 6: Carolyn Djanogly; p. 8/9, p. 11, p. 13, p. 14/15: Foster + Partners; p. 16, p. 17, p. 18/19, p. 20: OpenAsset_ZEB_Multi-komfort; p. 26/27: Annmarie Young; p. 028: Direzione dei Servizi Tecnici Vaticano; p. 30/31: SolarWorld AG (Bonn); p. 32: Mattia Mazzucchelli; p. 33: SF photo; p. 33: S. Borisov; p. 34/35, p. 36/37, p. 40, p. 41, p. 42, p. 43: Fernando Guerra (collaboration artistique: Catherine Bolle); p. 46: Technology Academy Finland; p. 48/49, p. 52, p. 53: Thomas Jantscher; p. 56/57: Pim Hendriksen; p. 59: Mike Nicolaassen; p. 60/61, p. 64, p. 65, p. 66/67: Render by MIR ©Zaha Hadid Architects; p. 63: Brigitte Lacombe; p. 75, p. 76, p. 77: Courtesy of MIT Museum; p. 76: Popular Science, March 1949, Ray Ploch, «Sun Furnace in Your Attic»; p. 76: Courtesy of the Frances Loeb Library, Harvard Graduate School of Design. Eleanor Raymond Collection; p. 77: British Pathé Ltd.; p. 79: Karl Wolfgang Böer, iUniverse, Inc.; p. 80: Jenni Energietechnik AG; p. 86/87: Ethan Daniels; p. 94/95, p. 100/101, p. 103, p. 104, p. 106/107, p. 108, p. 113: Tonatiuh Ambrosetti; p. 98, p. 99, p. 102: ETH-Studio Monte Rosa, Bearth & Deplazes Architekten Chur/Zürich; p. 122: University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI)



SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale: CH-3003 Berne
Tél. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.suisseenergie.ch

Distribution: www.publicationsfederales.admin.ch
Numéro d'article 805.018.F