



La façade du bâtiment de l'International School of Copenhague est une mosaïque bleu turquoise composée avec le verre solaire Kromatix. (OLIVER FORSTNER/ALAMY STOCK PHOTO)



A Renens, la résidence universitaire Silo Bleu se dresse en échiquier futuriste. (DR)



Les panneaux photovoltaïques imitant le bois sur la façade du restaurant Chäserstatt, à Ernen (VS). (ROMAN KELLER/SOLVATEC/AGROLA)

Nouveaux temples solaires



Sur cette maison conçue par le bureau Lutz Architectes, des panneaux solaires d'apparence ardoise s'intègrent harmonieusement dans le paysage du Jura vaudois. (CORINE CUENDERT)

INNOVATION Exit le dispositif photovoltaïque lourd et encombrant: grâce à des technologies de pointe, les panneaux solaires se déguisent en verrières colorées, en ardoise élégante, en terre cuite ou en bois veiné

OLGA YURKINA
@YurkinaOlga

C'est une créature bleu marine extravagante qui flotte sur les rives de la capitale danoise. Sa carapace de mille et une écailles turquoise semble voler la couleur aux vagues nordiques. Ses formes angulaires évoquent un iceberg cubiste. Inauguré en 2017, le bâtiment de l'International School of Copenhague a de quoi éblouir. Surtout quand on apprend que les carrés colorés sur sa façade sont en réalité... des panneaux solaires de dernière génération. Une mosaïque composée par les architectes C.F. Møller avec du verre photovoltaïque Kromatix, développé par la société Swiss-INSO avec des ingénieurs de l'EPFL. «La technologie s'inspire de certaines espèces de papillons, dont les ailes ne reflètent qu'une seule longueur d'onde. Le reste du spectre lumineux est absorbé et les pertes d'énergie sont minimes», explique Rafic Hanbali, président de SwissINSO.

«On peut presque tout faire»

Les cellules photovoltaïques sont laminées sur le verre Kromatix, couvert de couches d'atomes qui interagissent avec la lumière et reflètent la couleur suivant la longueur d'onde choisie. Alors que le panneau apparaît dans les nuances du bleu, du gris ou du doré, aucune peinture n'est utilisée et tout n'est qu'un jeu de reflets à l'échelle nanométrique. Côté rendement, les pertes d'énergie se limitent à 10-15%, seulement par rapport au panneau standard. Côté design, ce verre caméléon offre aux architectes de quoi s'amuser. «C'est un exemple spectaculaire de l'intégration du solaire en architecture, commente

Stéphane Krattinger, directeur de Solis, spécialiste des systèmes photovoltaïques en Suisse romande. Le bureau danois a joué avec l'inflexion des panneaux et a réussi à la fois le pari énergétique et esthétique.»

Esthétique. Architecture. Design. Il y a encore quelques années, les panneaux solaires étaient perçus comme un élément étranger, presque hostile, qui mettait en péril l'harmonie du bâtiment. Désormais, grâce à des technologies de pointe, ils changent d'aspect et de statut aux yeux des concepteurs. A côté de Kromatix, d'autres techniques permettent de dissimuler les cellules sous une couche mate ou brillante, colorée ou translucide, et même d'imiter les matériaux naturels en imprimant sur la surface le motif correspondant: bois, pierre, paroi de mousse... «On peut presque tout faire, maintenant», dit Stéphane Krattinger, enthousiaste. C'est magique. Sur le toit du nouveau siège du CIO, à Lausanne, Solis a installé des anneaux olympiques... solaires. A Renens, la résidence universitaire Silo Bleu se dresse en échiquier futuriste, avec ses rectangles de fenêtres azurés et de panneaux en verre foncés. Pour une villa privée, les ingénieurs ont développé un spécial haute couture, avec une couche de tissu qui rappelle la texture d'une robe. Mais c'est probablement sous la forme d'un tableau de Vermeer exposé dans les bureaux de l'entreprise lausannoise que le photovoltaïque illustre au mieux son potentiel artistique. Dans un registre plus pratique, la discrétion est quasi la norme. Les panneaux solaires ne se greffent plus sur les bâtiments en prothèses grossières. Ils habillent les murs comme une deuxième peau. «Face à la

densification avec des immeubles de plus en plus hauts pouvoir produire de l'énergie sur toute la surface de la façade devient plus avantageux que de se limiter au toit», commente Rafic Hanbali.

Tuiles terracotta

Sur les toits aussi le photovoltaïque change d'apparence et remplace les revêtements traditionnels sous forme d'élégantes tuiles noires ou de couleur terracotta pour mieux s'intégrer dans le paysage rural ou sur les bâtiments protégés. «Il y a quelques années, le photovoltaïque était impensable sur les toitures de bâtiments protégés», dit Fabrice Macherel, du bureau Lutz Architectes. Aujourd'hui, une technologie développée au Centre suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM) de Neuchâtel permet d'habiller les modules solaires en imitant la terre cuite, sans en altérer trop la productivité. «La technologie et le projet pionnier réalisé sur une ancienne ferme à Ecuvillens (FR) avaient reçu le Prix solaire en 2018. Depuis, le nombre de réalisations ne cessent d'augmenter, encouragés aussi par une politique favorable aux sources renouvelables.

Dans certains cantons comme Vaud et Fribourg, toute nouvelle construction doit désormais couvrir minimum 20% de ses besoins en électricité par des énergies propres. «Des les premiers coups de crayon, on réfléchit à l'aspect énergétique, cela fait partie intégrante de la conception architecturale», explique Fabrice Macherel. Si les concepteurs de Lutz Architectes comme les ingénieurs de Solis n'ont pas attendu le virage énergétique pour exploiter le potentiel du solaire, ils confirment que la technologie a beau-

EN CHIFFRES

Les fabricants utilisent quasiment tous des cellules monocristallines. Le panneau standard est un panneau noir ou bleu qui a une puissance d'environ 180 W au mètre carré.

Verre solaire Kromatix le coût est environ 80% plus élevé, la perte de rendement se situe entre 10 et 15% par rapport au standard.

Tuiles terracotta du CSEM prix double par rapport au standard avec une perte d'environ 20 à 30%.

Panneaux avec impression prix double, perte d'environ 20 à 30% suivant la couleur et l'intensité de la photo O.V.

coup évolué et permet désormais d'allier plus facilement l'esthétique et le rendement. Surtout, ces nouveaux panneaux photovoltaïques peuvent être découpés aisément et utilisés comme n'importe quel autre matériel de construction.

«Les tuiles solaires sont étanches, les façades étanches et isolantes», dit Stéphane Krattinger. On peut aussi intégrer les cellules photovoltaïques dans les verrières, largement utilisées en architecture. Puisque de toute façon il faut construire une façade ou un toit, pourquoi ne pas leur faire produire en plus de l'énergie?»

Pour les concepteurs, cette double fonction du photovoltaïque signifie un changement de paradigme. «On ne rajoute plus les panneaux après coup, on construit avec: le module solaire devient un élément architectural au même titre que les autres», confirme Maria Cristina Munari Probst, architecte et spécialiste de l'intégration du solaire au bâtiment à l'EPFL. Si on peut émettre quelques réserves quant au coût ou à l'efficacité de telle ou telle technologie, «la variété de produits qu'on est en train de développer témoigne qu'on aura bientôt à disposition une large palette d'éléments photovoltaïques réellement adaptés à l'architecture».

Ardoise version Tesla

Reste encore à intégrer cette approche dans les règlements urbains, mais surtout à rendre ces nouveaux supports photovoltaïques moins onéreux: «Le défi futur est de passer des solutions luxueuses et coûteuses à une production de masse, rentable, en mettant l'accent sur le parc immobilier ordi-

naire», souligne Pierluigi Bonomo, chercheur au Centre suisse de compétence du photovoltaïque intégré, au Tessin. Pour le moment, les modèles esthétiques coûtent quasi le double du standard. Les panneaux solaires deviendront-ils un jour un élément de construction préfabriqué et abordable qu'on utiliserait comme une vitre ou un revêtement ordinaires?

Des solutions ont été esquissées dans le cadre du Programme national de recherche du Fonds national suisse consacré à la transition énergétique. Le Laboratoire d'architecture et technologies durables de l'EPFL et le CSEM ont ainsi développé conjointement un système de façades bas carbone, qui se compose d'une ossature en bois, d'éléments isolants à base de papier recyclé et de panneaux photovoltaïques personnalisés. «Il ne s'agit plus de se focaliser uniquement sur le rendement à l'échelle de la cellule, mais d'en démultiplier les possibilités d'intégration architecturale», précise l'architecte et professeur à l'EPFL Emmanuel Rey, l'un des auteurs du projet. Cette nouvelle approche implique en revanche l'acceptation d'«une modeste baisse de rendements au profit de l'esthétique».

En Suisse comme ailleurs, la recherche avance pour baisser les coûts et faire entrer le solaire dans les bâtiments de la façon la plus élégante. Les géants de l'industrie s'y mettent aussi: en novembre dernier, le constructeur de voitures électriques Tesla annonçait une prochaine mise sur le marché de ses propres tuiles solaires, une imitation de l'ardoise facile à installer et à produire en série. La course à la démocratisation solaire promet de s'accélérer encore. ■