



Les façades au reflet bleu de l'unité SolAce dissimulent des cellules photovoltaïques (électricité) et capteurs thermiques (eau chaude) qui suffisent à alimenter en énergie l'appartement de 100 m².

L'EPFL dessine le logement solaire du XXI^e siècle

ÉNERGIE La haute école a inauguré en octobre un appartement révolutionnaire, chauffé et éclairé avec le solaire comme seule source d'énergie. Un laboratoire qui teste également de nouveaux types de vitrages.

PIERRE VEYA
pierre.veya@lematindimanche.ch

On y pénètre avec des chaussons, histoire de ne pas souiller les sols d'un appartement tout neuf, situé dans le bâtiment futuriste du NEST, cet immeuble sur le site de l'Empa, à Dübendorf, où se concentre un nombre impressionnant de nouvelles technologies (*lire l'encadré*). Bienvenue dans l'unité SolAce, le laboratoire installé par le LESO (Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment de l'EPFL). Ce jour-là, son directeur, Jean-Louis Scartezzini, un pionnier de l'énergie solaire, est accompagné d'Ali Motamed, un «postdoc» impatient d'y installer un système inédit de contrôle de l'éclairage: un minuscule œil électronique qu'il transporte jalousement avec lui dans une petite valise bleue.

A priori, le module SolAce n'a rien de révolutionnaire. Il s'agit d'un modeste appartement de 100 m², qui peut être converti en bureaux. Il se caractérise par une armature en bois discrète et des meubles en carton, histoire de minimiser l'empreinte en dioxyde de carbone (CO₂). La porte franchie, Jean-Louis Scartezzini résume l'enjeu: «Sur un cycle annuel, SolAce doit produire plus d'énergie qu'il en consomme, tout en assurant un confort parfait à ses utilisateurs.» L'autonomie énergétique est assurée par 17 m² de cellules photovoltaïques (électricité) et 13 m² de capteurs solaires thermiques (eau chaude) placés sur les deux façades extérieures. Particularité de ces modules: ils sont quasi invisibles à l'œil nu. Les capteurs sont dissimulés sous des plaques de verre particulières. Grâce à un traitement de surface issu des nanotechnologies, elles renvoient une couleur bleu-vert, variant selon l'ensoleillement. Le verre traité de cette manière s'inspire d'une propriété propre aux ailes du papillon. La couleur n'est pas due à un pigment mais à l'interférence de la lumière réfléchiée par une superposition de fines couches nanométriques composées d'oxydes transparents. Un phénomène d'interférence comparable à l'arc-en-ciel qui se forme sur la bulle de savon ou que l'on perçoit sur une flaque d'huile.

Ces capteurs solaires, commercialisés par la société SwissINSO, sont issus d'une technologie développée ces dix dernières années par le LESO. Ils sont le témoin

d'une intégration discrète et très élégante du solaire. «Nous faisons, à Dübendorf, la démonstration que les façades solaires peuvent être esthétiques. À l'avenir, des façades actives seront tout aussi importantes et essentielles que les toitures pour un coût comparable à des revêtements tels que l'aluminium ou une pierre naturelle», explique Jean-Louis Scartezzini.

Des vitres révolutionnaires

Mais c'est probablement à l'intérieur que se joue l'expérience la plus novatrice. Ainsi, l'un des vitrages de l'unité SolAce comporte un film transparent sur lequel est imprimée une grille de micromiroirs qui interagissent avec l'angle de la lumière. Ces microstructures, invisibles à l'œil nu, dirigent, par leur géométrie, les rayons solaires hivernaux bienvenus vers le plafond afin d'assurer un éclairage naturel uniforme et le chauffage passif de l'espace. En été, ces mêmes micromiroirs renvoient à l'extérieur les rayons du soleil, afin d'éviter des surchauffes. L'espace compte un autre vitrage inédit. Les plaques de verre comportent des minitrous percés au laser formant une autre grille qui laisse passer les ondes radios (des antennes des téléphones mobiles) sans laisser passer la chaleur (sous forme de rayonnement infrarouge). Un dispositif qui intéresse les grands verriers. De tels vitrages permettraient de résoudre un problème bien connu: les vitres isolantes font barrage aux ondes radio et exigent l'installation d'antennes dans les bureaux ou les trains. La compagnie BLS a ainsi fait le choix de cette technologie pour ses nouvelles compositions ferroviaires.

La gestion de la lumière, c'est le champ d'expérimentation d'Ali Motamed. Dans quelques jours, il installera dans l'unité SolAce des senseurs d'un genre particulier, développés en collaboration avec le centre de recherche neuchâtelois CSEM. «Il s'agit de très petits senseurs qui seront disposés à proximité immédiate des postes de travail. Ces yeux électroniques analysent le rayonnement lumineux avec une précision et un rendu comparables à celui perçu par notre œil», explique l'ingénieur. Ces capteurs permettront de gérer les stores et les luminaires de manière à se rapprocher de l'état jugé le plus confortable pour l'utilisateur tout en respectant sa «sphère privée»

(pas de transmission d'information personnelle). Cette gestion de l'éclairage naturel et des luminaires permet d'adapter la couleur de la lumière émise par les sources lumineuses (des LED) et de respecter le rythme circadien auquel l'humain et les animaux sont sensibles. Ainsi, le matin, la lumière sera bleutée, puis d'une tonalité plus chaude au fur et à mesure de l'avance du cycle journalier. «La qualité de l'éclairage et de la lumière ambiante est un élément de confort visuel, mais également un enjeu de santé publique. On sait que des personnes peuvent souffrir de dépression ou de troubles du sommeil faute d'avoir été exposées à la lumière du soleil. Nous allons mener une recherche très pointue avec des chronobiologistes pour mesurer concrètement comment réagissent ceux qui séjourneront dans le module», explique Jean-Louis Scartezzini. Évidemment, la gestion des stores est intégrée et combinée à celle de l'éclairage artificiel. Le couplage de l'œil électronique avec les stores devrait procurer un confort optimal, moins chaotique que le va-et-vient incessant des systèmes de régulation automatisés actuels, tout en augmentant la performance énergétique de l'unité.

Sur un plan architectural, l'appartement-bureau se distingue par son espace vitré très important, rendu possible par un



«La qualité de l'éclairage et de la lumière est un élément de confort visuel, mais aussi un enjeu de santé publique»

Jean-Louis Scartezzini, professeur à l'EPFL

procédé très ingénieux de collage du vitrage sur les montants en bois et une excellente isolation phonique et thermique. En termes d'énergie, le module est de deux à trois fois plus performant que le standard Minergie et plus de dix fois moins énergivore qu'un appartement comparable construit il y a vingt ans. «La présence de deux personnes avec leur ordinateur devrait suffire à chauffer l'appartement en hiver lorsque la température extérieure est proche de zéro», pronostique Jean-Louis Scartezzini. Et cela, avec des technologies qui existent déjà ou sont près d'être commercialisées!

Simulations d'un quartier

SolAce est en réalité bien plus qu'un appartement-bureau performant. Ses capteurs solaires sont couplés à un «hub» énergétique: l'électricité excédentaire pourra être stockée dans des batteries et redistribuée ou convertie en hydrogène dans une pile à combustible. Quant à la chaleur, elle pourra être redistribuée dans le quartier ou stockée sous forme de glace. Car si l'entité SolAce peut être chauffée en hiver grâce à l'énergie solaire, elle peut également être rafraîchie en été. SolAce simule en réalité ce que devront être les nouveaux quartiers d'habitation dans dix ou vingt ans, intelligents, autoproducteurs, confortables et économes en matière énergétique.



L'intérieur du module SolAce est doté de vitrages très performants et d'un éclairage avec des LED pilotés par un œil électronique. EPFL

Le NEST repousse les frontières

Le NEST est un curieux immeuble implanté sur le site du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa), à Dübendorf, près de Zurich. Les hautes écoles du pays y développent des espaces modulables répartis sur trois plateformes, qui testent en grandeur nature des technologies qui seront indispensables aux XXI^e siècle. On y trouve un appartement construit par des robots, un autre conçu uniquement d'objets recyclés et même un fitness solaire. SolAce est l'un des modules expérimentaux du site.

La gestion optimale de la lumière naturelle

