



Ouvrir la voie à des revêtements novateurs

INTERNET

Groupe du professeur Oelhafen à l'Université de Bâle:
<http://pages.unibas.ch/phys-esca>

Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment à l'EPF Lausanne:
<http://leso.epfl.ch>

Centre de recherches en physique des plasmas CRPP:
<http://crppwww.epfl.ch>

Illustration: Peter Oelhafen et Iris Mack s'intéressent à la physique des surfaces et aux propriétés physiques des couches fines.

La recherche fondamentale a permis de découvrir des revêtements de surface novateurs conduisant à une plus grande efficacité énergétique des bâtiments et des véhicules. Il est clair aujourd'hui que les sciences des matériaux représentent la clé de la technologie énergétique de demain.

Durant les 40 dernières années, la physique classique n'a connu aucun bouleversement de fond. Les lois et théories n'ont eu de cesse d'être confirmées. Cependant, certaines connaissances ont pu être approfondies et les progrès globaux réalisés au niveau de la technique de mesure et d'analyse ont révélé des choses cachées jusque là; une multitude de matériaux novateurs ont ouvert la voie à des solutions inédites et à de nouvelles technologies. Le professeur Peter Oelhafen a vécu cette période d'effervescence: «De nouveaux appareils et des ordinateurs plus puissants ont permis de prouver de nombreux principes de la physique théorique, comme par exemple la déflexion de la lumière par un corps, démontrant ainsi que les photons ont une masse. En Suisse, l'attention se concentrait à l'époque sur les supraconducteurs et les nanotechnologies, qui s'inscrivent également dans ce contexte de renouveau. Nous continuons, pour notre part, de nous intéresser tout spécialement à la physique des surfaces et aux propriétés physiques des couches fines.»

Systèmes multicouches et plus grande protection solaire

Le professeur Peter Oelhafen continuera de suivre le sujet de près même après avoir pris sa retraite du département de physique de l'Université de Bâle. Au départ, dans les années 80, il s'agissait d'établir les principes de nouveaux revêtements de surface, sans perdre de vue des applications potentielles. Une utilisation en relation avec les

effets de l'énergie solaire était à portée de main. Les filtres optiques reposant sur des couches minces peuvent offrir une protection solaire, afin d'éviter une chaleur excessive à l'intérieur des bâtiments ou des véhicules.

Le projet récemment mené à bien avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) poursuivait ce but. Il visait à développer de nouveaux revêtements optiques pour les parties transparentes de bâtiments. La protection thermique en été est de plus en plus importante, alors que parallèlement, l'architecture mise de plus en plus sur les parois vitrées. La réponse à cette tendance passe par des revêtements de protection solaire. Les études ont montré que les matériaux et méthodes existant sur le marché permettent de réaliser de nouveaux systèmes multicouches présentant des valeurs de transmission correspondant à la transmission théorique idéale. De tels systèmes multicouches permettent de réduire le rayonnement solaire de 30% par rapport aux vitrages solaires usuels.

Des mesures réalistes pour des développements adaptés à la pratique

Le nouveau projet de Peter Oelhafen et de son équipe étudie l'effet de l'isolation thermique dans les wagons de train, en vue de déceler d'éventuels potentiels d'efficacité énergétique dans le domaine de la mobilité. «En été comme en hiver, les véhicules de transport public ont besoin de beaucoup d'énergie pour assurer un climat intérieur agréable.»

Les nouveaux vitrages solaires développés par le groupe de recherche de Peter Oelhafen («verres M») reposent sur une fonction de transmission spectrale (en forme de M) optimisée, laissant uniquement passer la lumière visible. Les appareils et le matériel nécessaires pour les mesures et la mise au point des revêtements ont été développés successivement à l'Université de Bâle, comme par exemple un appareil de mesure de la lumière particulièrement novateur car il permet de simuler l'apport lumineux non seulement de manière verticale, mais aussi à n'importe quel angle du rayonnement solaire réel.

En partenariat avec la société Glas Trösch AG, il a été démontré que les nouveaux vitrages solaires peuvent être réalisés sur des installations

UNE MULTITUDE DE MATÉRIAUX NOVATEURS ONT OUVERT LA VOIE À DES SOLUTIONS INÉDITES ET À DE NOUVELLES TECHNOLOGIES.

industrielles de revêtement. De nouveaux types de vitrage solaire employant le «verre M» sont en cours de développement, en collaboration avec Glas Trösch AG et devraient être utilisés dans des bâtiments dans le cadre de premiers projets-pilotes.

Les principes des revêtements de surface pour le verre élaborés à l'université sont notamment mis à profit par l'EPF de Lausanne pour formuler des combinaisons de matériaux en vue d'obtenir une couleur précise pour les capteurs solaires. Une fois résolues les contraintes relatives à la couleur, la question de savoir si le soleil doit être utilisé pour produire de l'eau chaude sanitaire ne se posera plus; avec une façade en verre offrant une protection solaire efficace, la climatisation de l'intérieur du bâtiment ne représentera plus de casse-tête énergétique au niveau de la technique du bâtiment. Tout cela passe par la recherche avancée concernant les revêtements de surface.

Des surfaces conçues pour des conditions extrêmes

Le réacteur à fusion est un autre domaine de recherche devant son origine aux possibilités – nouvelles pour l'époque – de création de revêtements multicouches. La combinaison de températures plasma extrêmement élevées et du bombardement ionique des parois intérieures constituent des défis inédits pour la recherche sur les matériaux. Ces dernières années, l'Université de Bâle a collaboré avec le Centre de recherches en physique des plasmas (CRPP) de l'EPFL qui est à la pointe en la matière. Elle participera également à la construction du réacteur expérimental ITER. Les chercheurs bâlois se sont jusqu'ici concentrés sur des projets s'intéressant à l'interaction entre le plasma et la paroi de la chambre toroïdale à vide. Des miroirs sont en développement, en coopéra-

tion avec plusieurs instituts de recherche internationaux. Ils doivent servir au diagnostic du plasma dans le cadre du fonctionnement du réacteur.

Comme l'explique Peter Oelhafen, «il est difficile, à l'heure actuelle, d'émettre un pronostic concernant l'utilisation de l'énergie issue de la fusion, étant donné que même les experts ne sont pas d'accord sur le sujet. ITER et DEMO, l'installation de démonstration devant lui succéder, devraient permettre de décider si le principe prometteur de la fusion peut servir pour produire de l'énergie à des fins commerciales. La clé du succès est entre les mains des sciences des matériaux.» ITER est un réacteur de recherche produisant 500 mégawatt pendant plusieurs minutes. DEMO, le projet qui lui succédera devra quant à lui démontrer qu'il est

possible non seulement de produire de l'énergie de manière continue, mais aussi de réaliser le réacteur sur le plan technique en vue de produire de l'énergie.

Les nanotechnologies sont un des points forts de l'université

Les nanotechnologies sont devenues le nouvel atout maître de la physique. L'Université de Bâle ne fait pas exception en la matière, leur statut enviable y résultant en premier lieu des travaux du professeur Hans-Joachim Güntherodt qui a pris une retraite méritée dernièrement, après 40 ans au service de la science. Les nanotechnologies ouvrent des possibilités dans des domaines d'application multiples. Selon Peter Oelhafen, «nous avons eu la chance de développer dès le début des années 90 des couches reposant sur les principes et les dimensions de la nanotechnologie et qu'on a appelé ensuite couches nanocomposites». Par ce biais, on a pu modifier de manière ciblée et novatrice les propriétés optiques, ce dont a profité à l'époque le développement des couches d'absorption des capteurs solaires.

Par ailleurs, l'attrait des nanotechnologies sur les étudiants est incontestable. La physique a gagné ainsi en intérêt, ce qui ressort des inscriptions dans ce domaine. «L'université doit cependant s'inspirer des EPF et se présenter de manière plus marquée, afin de mieux faire connaître ses compétences. Le fait qu'à côté de la recherche fondamentale, les travaux axés sur les applications commencent à porter leurs fruits et plaisent aux jeunes joue certainement un rôle important», avance Peter Oelhafen concernant la nouvelle génération de chercheurs, comme notamment sa collaboratrice scientifique Iris Mack.

Un arc en ciel de couleurs pour les capteurs solaires

Sur la base des travaux du professeur Peter Oelhafen, Andreas Schüller et Christian Roecker du Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment (LESO-PB) à l'EPF de Lausanne ont poursuivi les recherches concernant la problématique de la couleur des capteurs solaires. Jusqu'alors, il était certes déjà possible d'intégrer de tels capteurs sur un toit. Mais dans le cas de certaines utilisations, les capteurs noirs n'étaient pas attirants, ce qui explique en partie le faible engouement pour l'installation de capteurs solaires. L'équipe du LESO-PB avait conscience de l'enjeu: parvenir à varier la couleur des capteurs offrirait une plus grande liberté au niveau architectural et permettrait d'éliminer les inconvénients esthétiques.

Pour commencer, il s'agissait d'étudier et de simuler les lois régissant la réflexion et l'absorption des verres à couches. Ces travaux constituaient le point de départ au choix des matériaux de revêtement. L'œil humain ne perçoit qu'une infime partie du spectre solaire, les ultraviolets et les infrarouges demeurant invisibles. Les chercheurs ont donc eu l'idée de créer un revêtement de surface multicouche, réfléchissant la lumière uniquement dans une bande de fréquences étroite du domaine visible. Le rayonnement dans les autres gammes d'ondes devait pouvoir traverser le revêtement aussi facilement que possible, afin de pouvoir être entièrement transformé en chaleur dans l'absorbeur. Les chercheurs ont construit une DemoBox de format A4 comportant plusieurs verres aux revêtements différents. Grâce à une combinaison de réflexions de couleurs et de structures en verre, elle permettait d'obtenir tout un éventail de couleurs. La DemoBox pouvait ainsi donner à un architecte un aperçu réaliste d'un vitrage en verre de couleur. Ces verres sont depuis fabriqués et permettent d'optimiser le choix des couleurs des bâtiments et des toits.

(juw)