

Le CERN sous vide de... soleil

Le vide réduit les pertes thermiques et accroît le rendement solaire du capteur-plan. Grâce aux températures élevées qu'elle permet d'obtenir, cette nouvelle découverte offre d'intéressantes possibilités aux processus industriels. La fonctionnalité de ces capteurs est étudiée grâce à de premières installations de démonstration érigées et testées sur un bâtiment du CERN.



Installation de démonstration construite sur le toit de l'entreprise COLAS de Genève, avec ses 20 capteurs et les citernes de bitume qu'ils chauffent à l'arrière-plan.

Les capteurs solaires plans peuvent-ils atteindre des températures de fonctionnement élevées? Le Dr Cristoforo Benvenuti connaît la réponse depuis longtemps. Pendant son activité de physicien au CERN de Genève, il a déjà travaillé sur les technologies solaires et la technologie sous vide à haut rendement. Celle-ci constitue une condition majeure pour obtenir des températures élevées et donc un rendement solaire supérieur. Dans les années 1970, Cristoforo Benvenuti a déjà développé un capteur-plan sur la base du principe de l'ultravide. «L'idée était simple: il fallait réduire au maximum les déperditions de chaleur», déclare aujourd'hui Cristoforo Benvenuti. Des prototypes construits dans ce sens ont été installés et testés sur un bâtiment du CERN.

Accroître la puissance grâce au vide

Les capteurs à tubes sous vide ont désormais fait leur apparition sur le marché et ils sont utilisés dans le monde entier pour fournir de l'eau chaude et un appoint au chauffage des logements, en constituant une variante plus performante du capteur-plan conventionnel. Une première application industrielle a même pu être réalisée début 2010, en Suisse, avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), dans la fabrique de bougies Fischer AG à Root (LU). Le niveau de température des capteurs à tubes est optimal pour cette application à une technique industrielle. Une nouvelle opportunité s'est ensuite offerte à Cristoforo Benvenuti dans le cadre du transfert de technologie intervenu au CERN. La création en 2005 de la

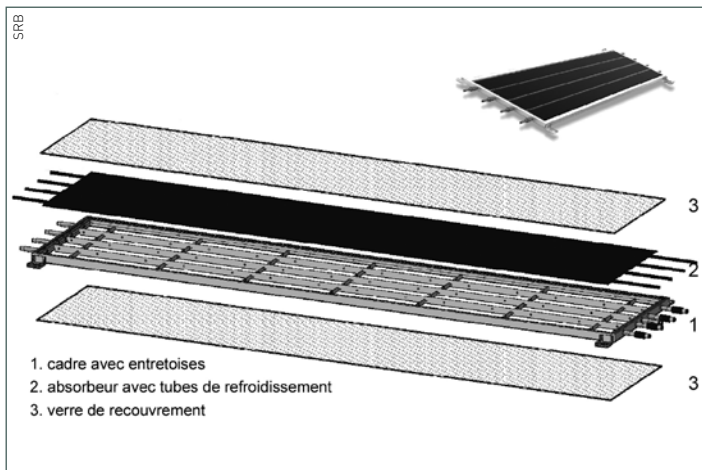
Contact étroit entre le verre et le métal

Le capteur-plan de SRB présente un vide extrême allant jusqu'à 10^{-9} Torr ($1,33 \times 10^{-7}$ Pa). La pression exercée sur le boîtier correspond à un poids d'environ 10 tonnes par m^2 . Un cadre en acier et des éléments d'espacement supplémentaires entre les deux vitres permettent de résister à cette pression. L'obstacle technologique majeur consistait à obtenir une jointure parfaite entre le verre et le métal avec un vide aussi extrême. Cette interface critique, qui revêt une importance majeure pour le fonctionnement du capteur sur le long terme, a été préparée par des activités de recherche au CERN. Le vide permet d'obtenir une isolation thermique exceptionnelle et de réduire considérablement les déperditions de chaleur. Une pompe getter intégrée dans le capteur, elle-même alimentée à l'énergie solaire, sert à maintenir le vide pendant toute la durée de vie du capteur, soit 20 à 30 ans. Cristoforo Benvenuti: «Notre objectif a toujours été d'obtenir la plus élevée possible dans le vide et de réduire le rayonne-

SRB Energy Research, à Genève, a permis de donner corps au capteur-plan sous vide qu'il avait imaginé. Les travaux de développement ont ensuite été effectués dans cette entreprise. Le capteur est aujourd'hui fabriqué dans l'usine espagnole de SRB à Almussafes, près de Valence.



Cristoforo Benvenuti (à droite), l'inventeur du capteur-plan sous vide, et Adriano Guzzo, le directeur de COLAS à Genève.



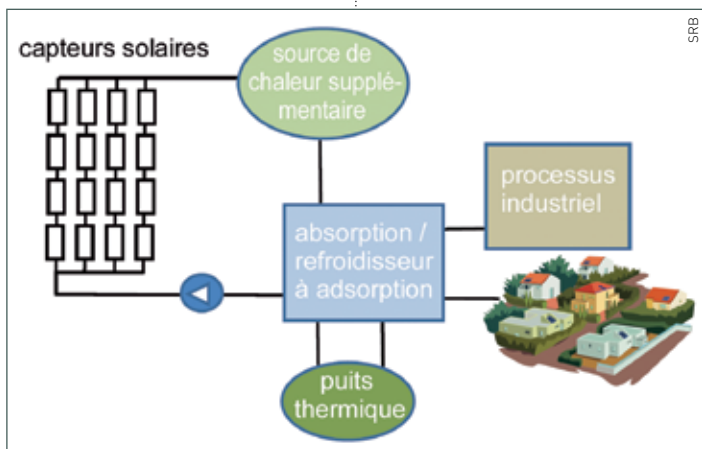
Structure du capteur-plan sous vide de SRB Energy Research.

ment. On parle de sélectivité de l'absorbeur, qui doit présenter une absorption élevée du rayonnement solaire visible, en même temps qu'une faible émission du rayonnement infrarouge». Le capteur se distingue par environ 90 % d'absorption et moins de 3,5 % de déperditions. Grâce à ces propriétés, il atteint une température de stagnation de 320 °C et travaille dans une gamme de températures d'utilisation allant jusqu'à 250 °C. Comme le capteur ne comprend pas d'éléments focalisants, on profite aussi de l'énergie de la lumière diffuse. Celle-ci représentant plus de 50 % du rayonnement en Europe centrale, on voit les opportunités offertes par ce capteur pour une plus ample diffusion de l'énergie solaire. Grâce à deux miroirs cylindriques qui permettent de chauffer les capteurs du côté non exposé au rayonnement direct du soleil, le capteur absorbe

deux fois plus d'énergie sur la face qui n'est pas directement exposée au soleil. La température de stagnation monte ainsi jusqu'à 450 °C et la gamme de températures de fonctionnement dépasse nettement les 250 °C, ce qui permet une application dans des processus industriels et des installations technologiques. Comme il n'est pas nécessaire de concentrer le rayonnement solaire, on peut choisir de donner une forme cylindrique à ces miroirs.

Première application à Genève

Dans son usine de production de Genève, l'entreprise suisse de construction routière COLAS, dont le siège se trouve à Lausanne, a besoin de maintenir le mélange de bitume destiné aux chaussées, stocké dans des citernes, à une température d'environ 180 °C. A la suite de la convention d'objectifs signée par



Très performants, les capteurs-plans peuvent fournir de la chaleur à des processus industriels, mais aussi à des logements reliés à un réseau thermique.

la Confédération en 2004 en vue de réduire les émissions de CO₂, on a étudié différentes mesures applicables au sein de l'entreprise. Il semblait évidemment intéressant d'utiliser l'énergie solaire, mais il n'était pas possible d'obtenir les températures et les puissances nécessaires avec la technique d'alors. La rencontre avec Cristoforo Benvenuti offrit une nouvelle opportunité à l'entreprise COLAS. Une installation de démonstration comprenant 20 capteurs sous vide a été construite au printemps 2010 à Genève. Ces capteurs sont disposés en quatre groupes et reliés par un raccordement hydraulique en série. Le projet a été soutenu par différents partenaires, notamment le Service de l'énergie du canton de Genève, les Services industriels de Genève (SIG), le Comité genevois pour les nouvelles énergies renouvelables (COGENER) et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

Substitution d'énergie fossile

L'énergie solaire sert aujourd'hui à chauffer les 80'000 litres contenus dans des citernes de 9 mètres de haut et 3,4 mètres de diamètre. Jusqu'ici, l'entreprise utilisait exclusivement un chauffage de 700 kW de puissance fonctionnant au gaz naturel. L'installation occasionnera pour COLAS une réduction des émissions de CO₂ de 6 tonnes par an. L'huile caloporteuse circule à travers les quatre absorbeurs de chaque capteur-plan. Elle est chauffée et conduite aux échangeurs de chaleur intégrés dans les citernes. La température aller se situe entre 180 et 190 °C, le retour entre 160 et 170 °C. Le débit du liquide pompé à travers les capteurs est de 0,4 kg à la seconde. Lorsque la température passe à environ 210 °C grâce à un rayonnement solaire plus important, le débit atteint 0,7 kg/s. Le support de l'installation de COLAS est orienté à 45° est et présente une inclinaison de 5°. La puissance maximale s'élève à 38 kW et permet d'obtenir un rendement thermique d'environ 26 MWh par année.

Autres possibilités d'application grâce à une température élevée

Tandis que le capteur-plan sous vide peut être utilisé aux endroits peu ensoleillés afin d'apporter un appoint aux installations de chauffage, il permet des applications industrielles dans les régions plus ensoleillées, grâce à des températures atteignant 200 °C. D'autres applications sont déjà au stade de la planification en Espagne : un four de peinture (175 °C) dans une usine automobile, une usine de matières plastiques et une fabrique de textiles (190 °C dans les deux cas). On pourrait également imaginer des installations approvisionnant des réseaux de chauffage à distance : soit pour fournir de la chaleur à des bâtiments d'habitation ou à des quartiers, soit en été pour apporter un refroidissement à l'aide de machines frigorifiques à absorption. Lorsque les conditions de rayonnement sont optimales et qu'on peut donc s'attendre à des températures constamment élevées, on peut aussi envisager le raccordement d'une turbine ORC. La production solaire d'électricité représente donc une option réaliste avec ces capteurs solaires sous vide. ☞

Jürg Wellstein
Journaliste technique

Info

Contacts

Dr Cristoforo Benvenuti
SRB Energy Research
1211 Genève
cbenvenuti@srbenergy.com
www.srbenergy.com

COLAS Suisse SA

Marc Maranzana
1010 Lausanne
www.colas.ch

Recherche énergétique de l'OFEN :

Responsable du programme :
Pierre Renaud
www.bfe.admin.ch/forschung-industriesolar