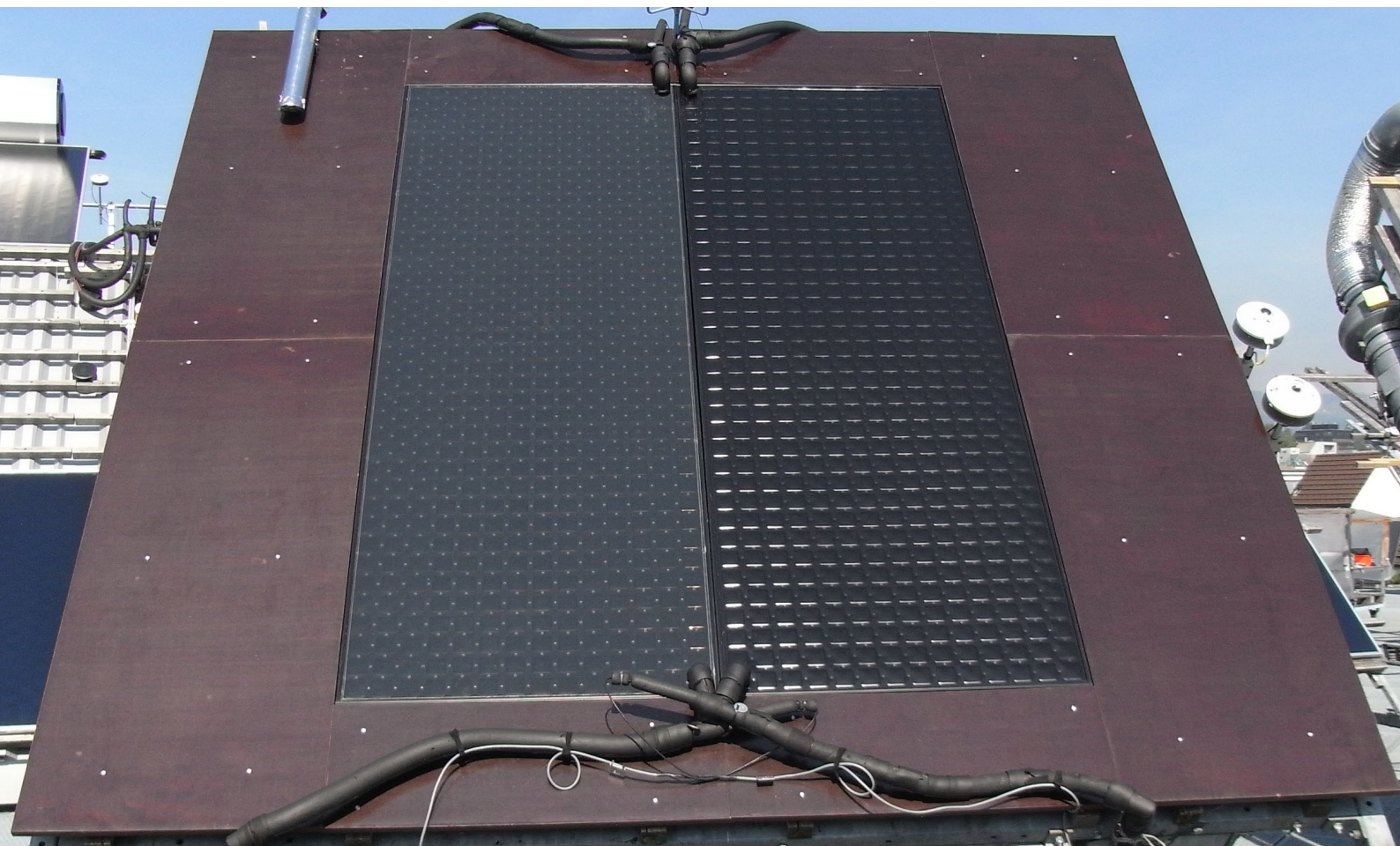


Rapport de synthèse 2010

Programme de recherche Chaleur solaire et Stockage de chaleur



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Page de couverture :

Mesure d'absorbeurs solaires au SPF à Rapperswil

La mesure d'un absorbeur sélectif et d'un non sélectif permet de déduire les pertes radiatives et de mieux évaluer les effets convectifs. L'absorbeur peut être utilisé en capteurs solaires et en échangeur thermique de pompe à chaleur.

Programme de recherche de l'OFEN Chaleur solaire et Stockage de chaleur

Rapport de synthèse 2010

Mandant :

Office fédéral de l'énergie OFEN
CH-3003 Berne

Chef de programme (auteur) :

Jean-Christophe Hadorn, BASE CONSULTANTS SA (jchadorn@baseconsultants.com)

Responsable de domaine de l'OFEN :

Andreas Eckmanns (Andreas.Eckmanns@bfe.admin.ch)

www.bfe.admin.ch/forschungsolarwaerme/

L'auteur de ce rapport porte seul la responsabilité de son contenu et de ses conclusions.

Introduction

Le marché solaire thermique suisse progresse fortement depuis 2006 (60'000 m² de capteurs installés). En 2009 ce sont 170'000 m² qui ont été installés, principalement des capteurs plans vitrés et 10'000 m² de capteurs sous vide [9]. La Suisse exporte environ 100'000 m² de capteurs (80 % de capteurs plans, 20 % de capteurs sous vide) et en importe 60'000. En Suisse il y a eu 14'800 installations réalisées en 2009. Ce sont principalement des installations d'eau chaude sanitaire pour la villa (39 %), des systèmes combinés pour la villa (23 %) et d'eau chaude sanitaire pour les immeubles (27 %). Plus de 10'000 installations comprennent moins de 10 m² de capteurs, plus de 2500 ont entre 11 et 20 m² et le reste, soit environ 15 % dépasse 21 m². Il n'y a eu en 2009 que 31 installations de plus de 31 m². Nous sommes donc un pays de petites installations surtout pour l'eau chaude et le chauffage de villas et notre programme reflète dans ces choix cette orientation de marché.

Deux tendances de marché sont à observer : d'une part l'obligation de solaire pour une part de l'eau sanitaire dans les nouvelles constructions dans certains cantons (par exemple: VD, GE) et d'autre part les nouvelles constructions ont fait appel à 70 % à la pompe

à chaleur comme moyen de chauffage, avec un regain d'intérêt pour les pompes à chaleur air/eau qui ont des performances hivernales qui s'améliorent. Ainsi la combinaison solaire et pompe à chaleur pour la villa constitue-t-elle un axe que nous soutenons conformément aux orientations de la CORE [8].

La recherche européenne en énergie solaire thermique a été orientée vers l'amélioration des performances des systèmes, le développement de nouveaux capteurs solaires thermiques à air, les travaux sur différentes conceptions de capteurs solaires hybrides thermiques et photovoltaïques, la faisabilité et la durabilité de capteurs à base de polymères, la compréhension du comportement des dispositifs de charge et décharge de cuves solaires, les matériaux pour le stockage thermique, l'introduction du solaire dans les grands réseaux de chauffage à distance, les assurances de qualité des installations, les solutions pour limiter les conséquences de la stagnation dans les capteurs et les champs de capteurs, et la climatisation solaire. La recherche suisse est en phase avec les axes européens, et les contributions de nos équipes sont appréciées.

Centres de gravité du programme

Le programme de recherche traite de la chaleur solaire à température comprise entre 0 et 150 °C et s'adresse à la couverture des besoins en chaleur dans les bâtiments par des solutions solaires actives. Le solaire peut contribuer à une part importante des besoins en énergie de la Suisse, et notamment entre 10 et 60 °C.

Les axes de recherche et développement du programme pour 2008 - 2011 sont l'amélioration des performances et de la durabilité des capteurs et des composants de la boucle solaire, le développement de nouvelles couches pour les capteurs, aux propriétés exceptionnelles, la recherche de systèmes et composants standardisés pour la production de chaleur ou de froid solaire, une meilleure intégration des capteurs dans les bâtiments et dans les systèmes de chauffage existants, notamment dans les combinaisons solaire-bois et solaire-pompe à chaleur, le stockage compact de chaleur et l'amélioration des solutions existantes en matière de stockage solaire et enfin les outils de simulation de projet.

Revue et évaluation 2010

Les buts poursuivis en 2010 ont été :

- la caractérisation de la première nanocouche thermochromique sur un support métallique ;
- le test du nouveau capteur entièrement en plastique ;
- le suivi du projet international d'intégration architecturale des capteurs en couleur ;
- l'étude des transferts thermiques autour des échangeurs immergés dans les cuves solaires ;
- le démarrage des travaux sur les modules externes de préparation d'eau chaude sanitaire ;
- le démarrage de la Tâche 44 « Solar and heat pump systems » de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le programme Solar Heating and Cooling (SHC) et HPP (Heat pump programme) ;
- les conclusions de deux projets de recherche en froid solaire ;
- la sortie du logiciel combiné LESO-SAI-POLYSUN.

Tous les objectifs ont été atteints.

Perspectives 2011

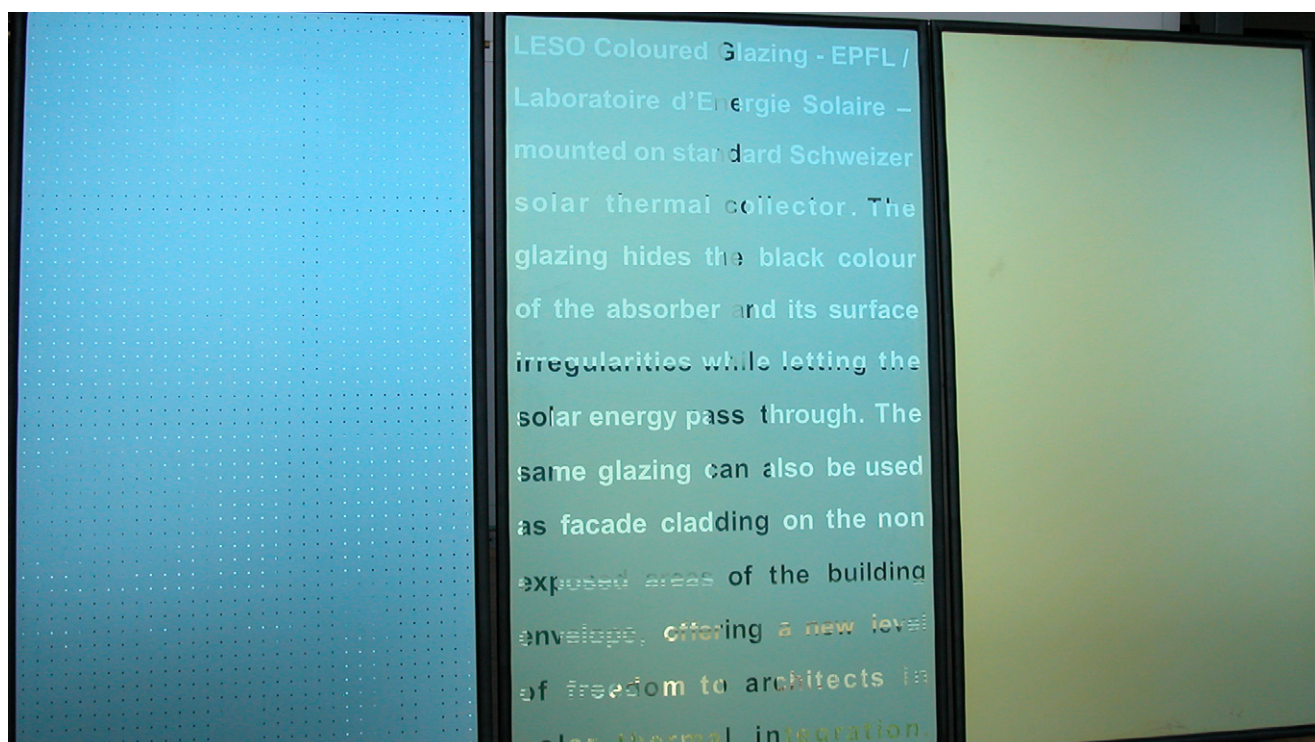
En 2011 nous verrons les premiers résultats de la Tâche 41 (« Solar energy and architecture ») et de la Tâche 44 (« Solar and heat pump systems »). La Tâche 44 devrait avoir défini son référentiel et ses outils pour la simulation et commencé à comparer des solutions de configuration pour la combinaison de capteurs solaires et d'une pompe à chaleur. Les projets suisses dans cette tâche auront leurs premières mesures notamment à Rapperswil et à Yverdon.

Les couches nanométriques permettant la thermochromie sur des supports métalliques verront seront prouvées, car les résultats 2010 le laissent entrevoir.

Nous verrons quel système de préparation d'eau chaude sanitaire externe à la cuve de stockage semble se dégager comme le meilleur et les améliorations possibles sur les échangeurs immergés.

Le projet de stockage en soude verra le terme d'une première étape de faisabilité et la décision de poursuite dépendra des résultats et du financement possible.

Les données satellitaires les plus récentes auront pu être utilisées pour affiner les algorithmes de prévision du rayonnement sur tout point du globe dans une nouvelle Tâche IEA SHC.



Points forts 2010

En 2010 plusieurs projets ont abouti. Nous en présentons trois dans ce chapitre : le Leso maîtrise la conception et la production de verre solaire de couleur, le Lesbat a montré les limites de la climatisation solaire thermique individuelle en Suisse, et le marché dispose désormais d'une version de Lesosai avec « Polysun inside ».

Capteurs solaires en couleur et intégration architecturale

Le Leso de l'EPFL travaille sur les possibilités de production et d'intégration des capteurs solaires en couleur dans une phase III. Cette phase avait pour but d'une part de transférer le procédé de fabrication de verres solaires de couleur à une industrie et d'autre part d'évaluer les conditions pour une intégration architecturale réussie.

En ce qui concerne la réalisation des couches interférométriques que nous avons développées au LESO depuis 2004, il s'est agi en 2010 de mettre au point un procédé industriel de production et de le transférer. Une machine a été conçue et fabriquée au Leso. Les tests réalisés se sont avérés très concluants et ont montré qu'il était possible d'obtenir des couches plus ou moins complexes par un nouveau processus. Les couches réalisées sont, grâce à un vide poussé obtenu sur

l'équipement du Leso, de grande qualité, c'est-à-dire avec une haute pureté tout en conservant une bonne homogénéité du dépôt sur toute la surface. La vitesse de déposition est un paramètre important pour la production et doit être optimisée. Elle est mesurable in-situ à l'aide d'une microbalance à quartz. De plus les courbes de transmittance mesurées correspondent bien aux courbes calculées selon la théorie développée dans le projet durant les années précédentes.

La très bonne concordance entre théorie et mesure a permis de développer des couleurs inédites mais prévisibles ou présentant un meilleur accord avec les fenêtres commercialement disponibles. Tout l'enjeu de ces simulations 2010 a été de définir des filtres présentant à la fois une excellente transmittance solaire, donc ne reflétant que très peu d'énergie solaire qui sera perdue, et une coloration angulairement stable, donc donnant un aspect homogène quel que soit l'angle de vue. Ce qui a été réussi. Le procédé est maîtrisé et prévisible.

Une autre partie importante du projet consistait à identifier les producteurs de verre blanc capables de fournir un produit avec un côté diffusant et un côté lisse, et dont la transmission énergétique soit satisfaisante. Ceci a été fait avec une campagne auprès de 33 fabricants de verre en Europe

! Une solution a été trouvée avec un verre répondant au cahier des charges. Dans l'intervalle l'équipe théorique du projet a découvert un procédé diffusant sur du verre extra blanc donc plus commun, procédé qui est brevetable. Avec un partenariat industriel créé en 2009 à partir de la licence accordée l'an passé par l'EPFL pour la couche en couleur, il est étudié l'intérêt de recourir à ce procédé en sus de la couleur, plutôt que d'acheter un verre adapté. La commercialisation de verres solaires de couleur pourraient débuter dans les mois qui viennent.

Du côté de l'intégration architecturale, des travaux en liaison avec la Tâche IEA 41 « Solar Energy and Architecture » ont été menés. Ceci permet aussi de faire connaître à l'international nos découvertes et avancées. Afin de mieux cerner les possibilités de ces nouveaux verres de couleur quasi libre au niveau de l'architecture, plusieurs simulations graphiques ont été réalisées sur des bâtiments de types différents et présentées lors des réunions de la Tâche 41.

Des progrès notables ont été accomplis dans cette phase 3 pour la maîtrise des couches de couleur et leur production par 3 méthodes différentes (procédé sol-gel, évaporation sous vide et pulvérisation à magnétron). Le Leso maîtrise les 3 techniques en laboratoire dans ce projet initié en 2004 et que nous espérons pouvoir poursuivre si le financement le permet tant les possibilités des nanocouches sont encore à découvrir. Le transfert d'une technique à un partenaire industriel est envisagé.

Les objectifs annoncés du présent projet étaient donc les suivants de maîtriser les couleurs et les transmissions énergétiques des filtres interférentiels en couches minces par au moins 2 procédés différents, de sélectionner différents verres et traitements diffusants à utiliser en conjonction avec les filtres en couches minces, de tester la durabilité et la tolérance au trempage des verres traités, d'étudier les conditions d'utilisation des verres en façades (normes) en Suisse et en Europe et de proposer des solutions architecturales pour quelques applications particulièrement intéressantes.

Il était en outre prévu de préparer réparation une installation-pilote par exemple une façade de capteurs en



Figure 1 : échantillons de verre solaire de couleur réalisés au Leso EPFL.

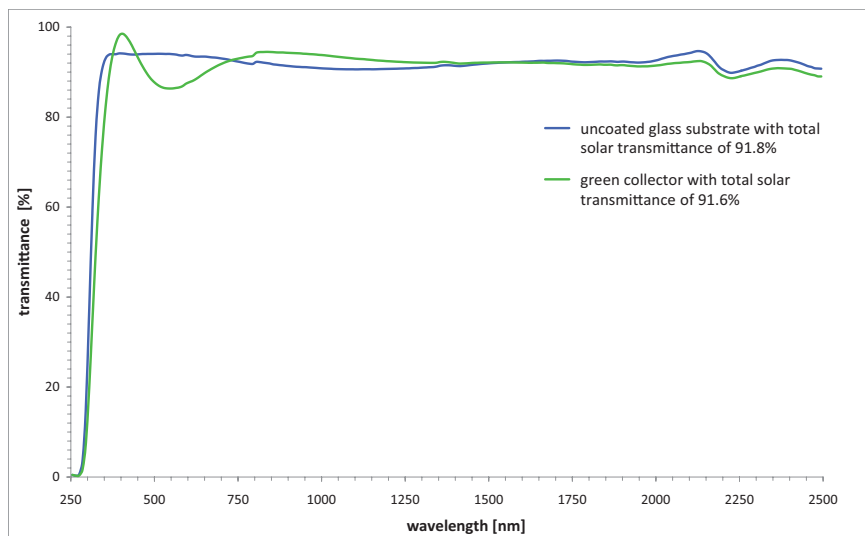


Figure 2 : courbes de transmission du verre non-traité et après deposition d'un filtre de couleur aux propriétés solaires. Le filtre fait globalement perdre très peu d'énergie transmise.

couleur si les critères d'utilisation et de sécurité ont été satisfaits.

Tous les objectifs ont été atteints sauf la réalisation d'un test de capteur solaire avec verre industriel de couleur et la préparation d'une installation pilote, l'industriel n'étant pas encore prêt à livrer des verres en couleur de taille suffisante. Ceci devrait être possible en 2011 mais nous ne maîtrisons pas le calendrier [1,2,3].

Solcool - Climatisation solaire thermique en Suisse

Le projet SolCool « climatisation et chauffage par combisystèmes » débuté en 2007 par le Lesbat de la HEIG-VD d'Yverdon a été achevé. Ce projet a été une contribution de la Suisse à la Tâche 38 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), intitulé « Solar Air-Conditioning and Refrigeration » et qui a duré 3 ans. Solcool avait pour but d'évaluer la possibilité de la réfrigération solaire thermique dans les conditions suisses. De nouvelles machines adaptées aux températures d'une boucle solaire sont sur le marché depuis 2005 et il était nécessaire que nous testions une boucle complète dans nos conditions. Les attentes de certains concernant la climatisation solaire thermique étaient en effet grandes. Une boucle de froid solaire pour une villa fonctionne-t-elle ? Avec quelles difficultés ? Avec quelles performances ? A quel coût ? Avons nous les conditions climatiques adap-

tées ? L'énergie grise d'une installation est-elle prohibitive ?

Les principales étapes de Solcool au Lesbat de l'école HEIG-VD sont typiques d'un projet de recherche sur une installation solaire. Elles ont été :

Développement et mise en service d'un stand d'essais permettant de tester une machine de climatisation solaire à adsorption. Nous testons par ailleurs au SPF à Rapperswil une installation comparable mais à absorption. Ce stand de tests a la particularité de pouvoir émuler les composants principaux d'un système, à savoir le bâtiment, le champ de capteurs solaires et

le circuit de refroidissement. Il inclut un programme d'acquisition de mesures et de gestion du fonctionnement permettant de faire travailler le système de manière reproductible, ceci grâce à l'intégration de simulations TRNSYS directement en temps réel dans la boucle de commande et d'acquisition.

Analyse d'une machine parmi les plus avancées en Europe, commercialisée par Sortech Allemagne, spin-off du Fraunhofer ISE de Freiburg, pour en connaître les performances avec étude de sa sensibilité à certains paramètres (type de capteur, régulation, températures, facteur de charge, etc.)

Validation d'un modèle de simulation intégrant le modèle à développer d'une machine thermique à sorption pour TRNSYS.

Définition d'une installation de référence composée d'une machine Sortech pour garantir les besoins en froid durant l'été et d'une chaudière pour les besoins en ECS (eau chaude sanitaire) et en chauffage.

Comparaison de l'installation de référence avec d'autres installations susceptibles de produire du froid et du chaud, dans deux climats différents (Zürich et Barcelone). Il a été choisi de comparer l'installation solaire thermique avec une installation de froid électrique à compression en été et avec chauffage hivernal au gaz, une pompe à chaleur réversible « air/eau » et une pompe à chaleur réversible avec sonde géothermique qui est la solution dont on peut penser qu'elle rencontrera un

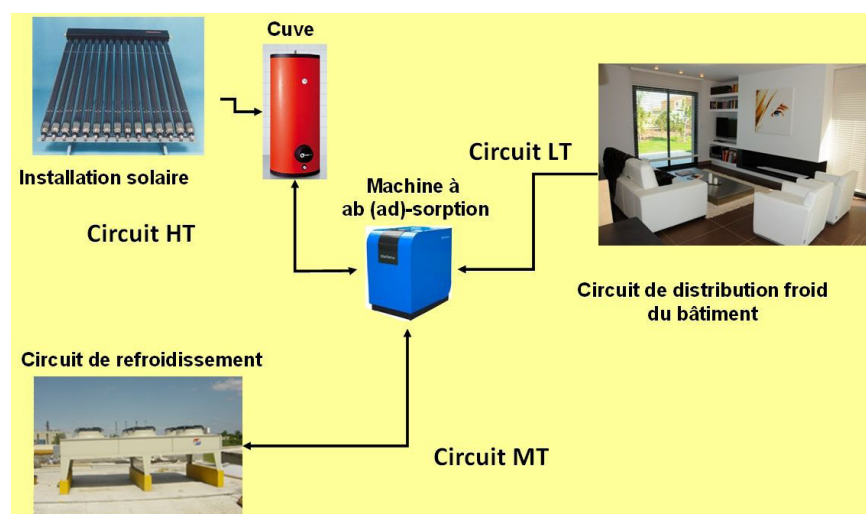


Figure 3 : configuration typique d'une installation de climatisation solaire thermique réalisée au Lesbat HEIG-VD.

marché dans les années à venir.

Ces comparaisons ont été analysées selon trois axes : (i) critère de la consommation énergétique en tenant compte de la production de froid pour climatiser, de chaud durant la période de chauffage et d'eau chaude sanitaire tout au long de l'année, (ii) critère des impacts environnementaux, soit l'écobilan des installations en tenant compte des matériaux et de l'énergie consommée durant le cycle de vie des installations, (iii) critère financier en tenant compte des frais d'investissement, des annuités, des frais de fonctionnement et du renchérissement supposé du prix de l'énergie.

L'installation est composée d'un circuit émulant des capteurs solaires vitrés (puissance 20 kW), d'un circuit émulant un bâtiment type (puissance 10 kW), d'un circuit d'évacuation de la chaleur avec aéro-refroidisseur (recooler de puissance 14.4 kW), d'une cuve de stockage solaire de 300 l, d'un combisystème solaire type Arpège de 1000 l pour tester la combinaison avec le reste des équipements, et d'une machine à adsorption de 8.9 kW dans un premier temps, qui n'a pas donné satisfaction après des mois de test et que le fabricant a accepté de remplacer par un modèle de 13.5 kW plus abouti.

Le comportement de l'ensemble a été délicat à stabiliser. De nombreux réglages à partir des mesures ont été effectués et une bonne solution trouvée par le Lesbat. Les différents travaux effectués durant ce projet ont permis de montrer les limites actuelles d'une installation de climatisation solaire à ad-

sorption. Pour la Suisse, l'intérêt de la climatisation solaire varie en fonction du critère étudié. Concernant les émissions de gaz à effet de serre (GWP), la climatisation solaire par adsorption avec un appoint gaz n'est pas compétitive par rapport aux solutions avec PAC (pompe à chaleur) réversibles. Cependant celles-ci ne sont pas encore répandues il faut le relever. Même avec un appoint bois, la solution solaire thermique resterait supérieure aux solutions PAC car la part des impacts des matériaux de l'installation de climatisation solaire est trop importante. Par contre, l'énergie primaire totale de la climatisation solaire est similaire à celle d'une PAC réversible « air/eau », et légèrement supérieure à une solution avec PAC réversible avec sonde géothermique. Par contre, du point de vue économique, la climatisation solaire n'est pas compétitive, car le coût du kWh de froid produit par une telle installation est actuellement environ 3 à 4 fois supérieure au prix que l'on peut obtenir avec une PAC réversible « idéale ».

La situation est différente pour un climat plus méditerranéen, comme Barcelone, où la production de froid est plus importante et celle de chaud plus faible. Dans ce cas, la climatisation solaire par adsorption est une alternative intéressante que ce soit du point de vue énergétique, environnemental et probablement financier. Ce dernier point devrait être confirmé, car il se base sur une estimation et pas sur une analyse précise, analyse sortant du cadre de ce projet à portée suisse avant tout [4].

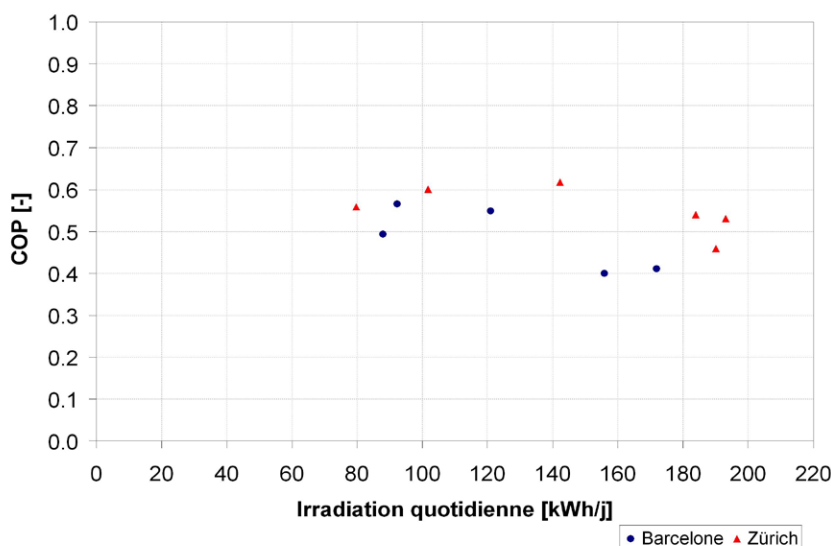


Figure 4 : COP de la machine thermique de climatisation solaire en fonction de l'irradiation quotidienne dans 2 climats différents.

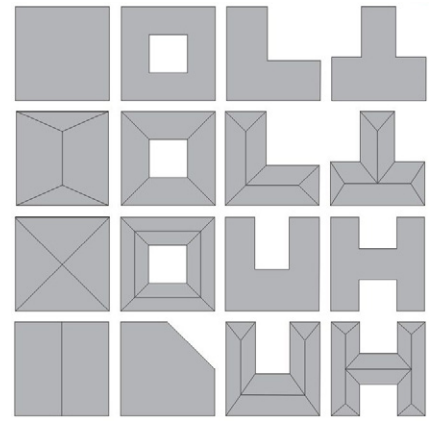


Figure 5: nouvelle interface de LESOSAI pour choisir aisément une configuration de toit avec capteurs solaires.

Nouvel outil intégré de calcul: LESOSAI et POLYSUN

Le projet « Lesosai - Polysun Simulation Tools for Architects » est terminé.

Il s'agissait d'améliorer les outils de projet pour les architectes et ingénieurs de telle sorte que le solaire thermique soit plus facile à planifier et intégrer dans la réflexion dès le début du projet, lorsque sont effectués les premiers calculs d'enveloppe du bâtiment.

Des éléments du logiciel Polysun qui calculent les installations solaires thermiques et dont l'OFEN est à l'origine, ont été placés dans Lesosai, un outil répandu de calcul des bilans énergétiques des bâtiments, de telle sorte que les utilisateurs de Lesosai puissent effectuer rapidement des calculs intégrant des installations solaires thermiques au stade de leur avant-projet de bâtiment.

Les objectifs de ce projet de recherche étaient de trouver la meilleure solution pour mettre dans un seul outil le modèle énergétique des bâtiments et le calcul de tous les gains solaires actifs et passifs « solaire » (fenêtres, capteurs solaires thermiques et photovoltaïques), permettant à l'utilisateur d'optimiser son projet en générant et simulant un jeu complet de variantes solaires actives et passives, de rechercher l'interface utilisateur de Lesosai le plus adéquat et simple, et ce faisant diminuer le besoin de données en fournissant des valeurs par défaut très fréquentes pour les systèmes solaires et les éléments de construction,

et enfin d'élargir l'utilisation de l'outil intégré en direction de la communauté des architectes qui l'utilisent encore trop peu.

Chacun des trois partenaires du projet (Leso-PB pour l'interface, Vela Solaris pour Polysun, E4tech pour Lesosai) ont atteint leurs objectifs projetés avec des résultats très satisfaisants.

Vela Solaris a produit un module « Polysun inside » qui a été conçu et utilisé pour ce projet dans Lesosai. La conception de ce module lui permettra d'être utilisé avec d'autres programmes de simulation que Lesosai et ainsi élargir son marché.

E4tech a lancé avec succès la version 7 de Lesosai, qui comprend à la fois « Polysun Inside » et un module nouvellement développé dit « magicien » pour faciliter et simplifier le travail de décrire tout un bâtiment en Lesosai. Cette nouveauté s'adresse tout spécialement aux architectes. L'interface a été entièrement revue et l'intégration de Polysun permet des calculs de solaire actif impossible précédemment.

Le Leso-PB a coordonné ce projet et a développé le concept ergonomique et l'interface graphique de la nouvelle interface graphique de Lesosai. Le nouveau concept comprend des recommandations recueillies après une enquête auprès d'un échantillon d'utilisateurs, conçue et menée avec l'aide de E4tech, dans le cadre de ce projet, pour que le nouveau produit colle aux besoins réels du marché.

Une analyse de 7 logiciels sur le marché a été faite de manière à déterminer le meilleur interface possible pour Lesosai 7. Ce sont : ecotect, design builder, eQuest, BM clima energia, EnerCad, Thermolog Epix, et IES.

Polysun a été développé à un point nouveau : celui d'un moteur pouvant être intégré à tout autre logiciel et en outre avec un algorithme de recherche d'optimums basé sur la méthode dite « Particle Swarm Optimisation ». Cette avancée va permettre à ce produit suisse de s'ouvrir de nouveaux segments de marché. Il est déjà intégré dans 4 logiciels allemand, autrichien et désormais suisse.

La société Vela Solaris qui a poursuivi le développement de Polysun après le SPF a ainsi nettement professionnalisé son offre et nous souhaitons la diffusion du logiciel que le programme de l'OFEN a lancé et soutenu depuis près de 15

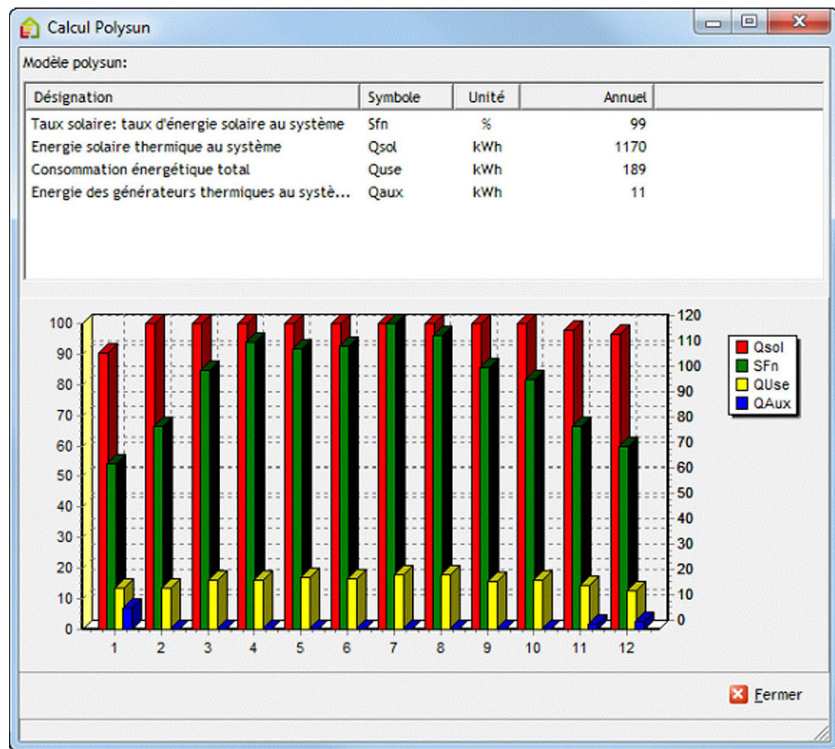


Figure 6 : résultats de simulation de POLYSUN désormais intégré dans LESOSAI pour faciliter le projet solaire.

ans. Polysun peut aussi être utilisé en interactif sur internet en une version bridée, avec le même moteur Java. Le projet de recherche a utilisé des outils existants pour en faire un meilleur en combinaison en se fondant sur une enquête utilisateurs pour définir les besoins. Il est encore trop tôt pour avoir les retours du marché mais les premiers sont encourageants quant à la réussite [5,6,7].

Collaboration nationale

Le SPF est en relation constante avec l'industrie solaire suisse pour les tests de capteurs et de composants.

Le SPF a organisé à Rapperswil en janvier 2010 un jour de l'industrie durant lequel sont exposés tous les projets en cours, qui a réuni plus de 80 personnes.

Le SPF participe à un comité européen de normalisation (NK 144). Il est aussi un membre actif du réseau Brenet et dans le cadre des symposiums Brenet plusieurs communications ont été faites, qui participent de la dissémination des résultats du SPF en Suisse.

En Suisse les travaux sur les capteurs solaires en couleur ont également été présentés et servi d'exemple de développement ciblé « architecture » lors de plusieurs workshops « BiSol » organisés par le SUPSI avec la collaboration du LESO durant 2010.

La nouvelle version dit 7.0 de Lesosai a été présentée dans un workshop spécifique à l'EPFL en automne 2010. Ce projet a réuni trois entités de nature différente : un laboratoire de l'EPFL, une société de logiciel solaire actif et une société de logiciel pour le bâtiment.

Le projet des capteurs solaires en couleur est mené par le Leso de l'EPFL avec un partenaire industriel qui est une start-up basée à Lausanne qui pourrait prendre le risque d'investir sur une unité de production de verres en couleur basée sur une technologie développée dans un programme OFEN. Le SPF a travaillé sur un projet de capteur en plastique extrudé avec une grande société chimique suisse.

Le Lesbat d'Yverdon collabore avec un fournisseur suisse pour une recherche sur la meilleure combinaison solaire et pompe à chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire.

Collaboration internationale

La plupart des projets de notre programme participe à des tâches de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) dans le programme SHC « solar and heating cooling ».

Meteotest et l'Université de Genève participent aux travaux de la Tâche 36 sur les données satellitaires et participeront si le financement le permet à la Tâche 46 qui se met en place.

Le SPF participe très activement aux travaux de la Tâche IEA SHC 39 sur les nouveaux matériaux pour le solaire. Cette tâche est importante pour le futur de l'industrie solaire dans le monde qui pourrait devoir faire face à des coûts élevés du cuivre puis de l'aluminium et sera poursuivie.

La Haute Ecole Nord-Ouest de Muttens participe à la Tâche 40 « Towards Net Zero Energy Solar Buildings ».

Dans le cadre des activités du LESO dans la nouvelle Tâche 41 « Solar Energy and Architecture », les travaux et les résultats du projet des capteurs de couleur ont été présentés à plusieurs groupes de spécialistes internationaux, lors de meetings et de groupes de travail (joint meeting Tasks 40&41). Le Leso dirige en outre une sous-tâche de la Tâche 41 consacrée à l'intégration architecturale des éléments solaires actifs.

L'EMPA et le SPF prennent part aux travaux de la Tâche 42 qui vise à trouver des matériaux pour le stockage de chaleur.

Le SPF participe aux comités de normalisation européens qui concernent les capteurs solaires (TC 312). Il fait également partie du réseau de « Solar Keymark » le label européen qui s'est imposé depuis 10 ans comme la réfé-

rence. A ce titre il reçoit fréquemment des groupes d'experts à Rapperswil et visitent les principaux laboratoires solaires d'Europe. Il participe aussi au projet européen Qaist sur la qualité des composants des systèmes avec pompe à chaleur mais comme observateur faute de financement important. Le SPF participe au projet EU « Combisol » comme observateur.

Nous avons 4 laboratoires suisses participant à la Tâche 44 « Solar and heat pump systems » que nous dirigeons. Il s'agit d'une tâche du « Solar heating and cooling programme » combinée avec l'annexe 38 du programme « Heat Pump » de l'AIE.

Le SPF participe à la Tâche 43 « Solar Rating and Certification Procedure » mais avec des moyens limités malheureusement.

Dans le domaine du solaire thermique il n'y a que peu d'appel d'offres EU. Le domaine du stockage de chaleur s'ouvrira peut-être en 2011.

Le Lesbat d'Yverdon a collaboré dans le projet Solcool à la meilleure compréhension d'une machine de la société Sortech d'Allemagne.

Dans le projet « Thermohydraulik von Solaranlagen » l'ETHZ effectue une recherche sur le comportement du circuit solaire en stagnation en collaboration avec l'Université de Dresde.

Participation suisse dans le programme IEA-SHC Solar olar Heating and Cooling

www.iea-shc.org

Annex / Task	Délégué suisse
Solar Resource Knowledge Management	Meteotest / UNI Genève
Solar Air-Conditioning and Refrigeration	HEIG-VD Lesbat / HSR SPF
Polymeric Materials for Solar Thermal Applications	HSR SPF / EPFL Leso-PB
Towards Net Zero Energy Solar Buildings	FHNW IEB
Solar Energy and Architecture	EPFL Leso-PB / SUPSI-DACD-ISAAC / HSLU / VELA SOLARIS AG
Compact heat storage	Empa / HSR SPF
Solar Rating and Certification Procedure	HSR SPF
Solar and Heat pump systems	HSR SPF / HEIG-VD Lesbat / FHNW IEB / HTA Fribourg / ES SA / BASE SA
Solar Resource Assessment and Forecasting	Meteotest / UNI Genève

Références

[1] A. Schüler, *Nanostructured inorganic thin films in solar energy conversion - Part I : Vacuum deposited selective absorber coatings*, Winter College on Optics and Energy, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics ICTP Trieste, 8-19 February 2010.

[2] A. Schüler, *Nanostructured inorganic thin films in solar energy conversion - Part II : Sol-gel coating for solar thermal and photovoltaic applications*, Winter College on Optics and Energy, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics ICTP Trieste, 8-19 February 2010.

[3] MC. Munari Probst, Ch. Roecker, *Revue d'architecture « Detail Green » 01/10 « Architectural Integration of Solar thermal systems »*.

[4] S. Citherlet, C. Hildbrand, J. Bony, A. Kleijer, M. Bunea, S. Eicher, Lesbat, HEIG-VD, Yverdon : *Solcool - Climatisation et chauffage par combisystème*, 23 décembre 2010, 218 pages.

[5] A. Witzig, U. Stöckli, S. Geissbühler, J. Thaler: *Solarsimulation in verschiedenen Anwendungsbereichen: Polysun als universelles Plugin*. Publikation im Tagungsband des 19. Symposiums für Thermische Solarenergie des OTTI, 6. bis 8. Mai 2009, Kloster Banz, Bad Staffelstein, Deutschland. <http://www.velasolaris.com/vs2/files/2009-05-otti-solarthermie-polysun-plugin.pdf>.

[6] F. Foradini, *BiSol workshop in Lugano*, 16-17 Nov. 2009 « Lesosai 7.0: Les outils de simulation dédiés aux architectes ».

[7] F. Foradini, *Workshop at EPFL in Lausanne*, 29-09-2010 « Lesosai 7.0: official release ».

[8] Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: *Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 bis 2011*, Bundesamt für Energie, 2007.

[9] Swissolar, *Le recensement du marché de l'énergie solaire en 2009*, juillet 2010.

Projets en cours et terminés dans l'année de référence

(* Classification de l'AIE)

● CAPTEURS SOLAIRES EN COULEUR

R+D 3.1.1*

Lead:	EPFL/ENAC/LESO-PB	Funding:	BFE
Contact:	Roecker Christian christian.roecker@epfl.ch	Period:	2003–2010
Abstract:	Le projet consiste en la réalisation d'une technologie avancée permettant d'obtenir des vitrages solaires colorés, utilisables pour les capteurs solaires. La solution trouvée doit rendre les verres aptes à refléter une couleur quelconque tout en laissant passer le maximum d'énergie solaire. Plusieurs méthodes sont testées: sol-gel, évaporation sous vide et pulvérisation magnétron. En outre une théorie doit pouvoir prédire les types et les épaisseurs de couches à déposer.		

● SOLAR RESOURCE MANAGEMENT IEA SHC 36

R+D 3.1.1

Lead:	Meteotest	Funding:	BFE
Contact:	Remund Jan jan.remund@meteotest.ch	Period:	2005–2011
Abstract:	Le programme AIE « Solar heating and cooling » a lancé la Tâche 36 « Solar Resource Knowledge Management ». Il s'agit d'explorer la qualité de la prévision du rayonnement, la tendance des dernières données internationales et la répartition des aérosols atmosphériques. Le groupe fait appel aux données satellitaires. Les résultats sont intégrés rapidement dans le logiciel suisse Meteonorm.		

● SOLAR RESOURCE MANAGEMENT IEA SHC 36

R+D 3.1.1

Lead:	Université de Genève	Funding:	BFE
Contact:	Ineichen Pierre Pierre.Ineichen@unige.ch	Period:	2005–2011
Abstract:	Le programme AIE « Solar heating and cooling » a lancé la Tâche 36 « Solar Resource Knowledge Management ». Il s'agit d'explorer la qualité de la prévision du rayonnement, la tendance des dernières données internationales et la répartition des aérosols atmosphériques. Le groupe fait appel aux données satellitaires. Les résultats sont intégrés rapidement dans le logiciel suisse Meteonorm.		

● THERMOCHROMIE: ADVANCED SWITCHABLE SELECTIVE ABSORBER COATINGS FOR OVERHEATING PROTECTION OF SOLAR THERMAL COLLECTORS

R+D 3.1.1

Lead:	EPFL/ENAC/LESO-PB	Funding:	BFE
Contact:	Schüeller Andreas andreas.schueler@epfl.ch	Period:	2007–2011
Abstract:	Overheating and the resulting stagnation of solar thermal collectors is a common problem. A promising way to protect solar thermal systems is to produce a selective coating which exhibit a change in optical properties at a critical temperature. This project aims at the development of such new coatings for thermochromic solar collectors.		

● SPF SOLAR TRINKWARMWASSERBEREITSTELLUNG 2009–2011

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Die Verwendung von Frischwassermodule (FWM) zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser hat in den letzten Jahren stark zugenommen und ein Vergleich der Angebote ist schwierig. In diesem Projekt soll ein Teststand zur genauen Prüfung von FWM entwickelt und eine repräsentative Anzahl marktüblicher Exemplare miteinander verglichen werden.		

● SPF TESTING 2009–2011

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Bohren Andreas andreas.bohren@solarenergy.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	Die Messinfrastruktur für die umfassende Beurteilung von solarthermischen Systemen und Komponenten ist vergleichsweise aufwändig. Das SPF-Testing betreibt die notwendigen Einrichtungen auf hohem Niveau und ist damit eines der führenden Labors. Ziel des Projektes ist die Aufrechterhaltung des Prüfbetriebes auf hohem Niveau.		

● SPF APPLIED RESEARCH

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	Mit dem vorliegenden Projekt sollen am SPF aktuelle Problemstellungen aus der Industrie geklärt und das gewonnene Know-how allgemein zugänglich gemacht werden. Ergänzend zum applied research ist für die nicht zwingend projektgebundene Kontinuität der nationalen und internationalen Vernetzung die F&E-bezogene Mitarbeit des SPF in verschiedenen Gremien und working groups sowie die aktive Mitgliedschaft in Verbänden nötig.		

● SPF UNTERSUCHUNG VON EINGETAUCHTEN WÄRMEÜBERTRAGERN FÜR SOLARE WARMWASSER-SPEICHER

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Die Wahl der richtigen Konstruktions- und Dimensionierungsparameter für eingetauchte Wärmeübertrager ist von zentraler Bedeutung für die Be- und Entladung von Warmwasserspeichern. Anhand der neueren Methoden PIV und LIF sollen am SPF ideale Parameter für die Konstruktion und Dimensionierung eingetauchter Wärmeübertrager experimentell bestimmt werden. Die Messergebnisse werden anschliessend zur Validierung angepasster Modelle verwendet.		

● SPF NEUE MATERIALIEN IN DER SOLARTHERMIE

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Brunold Stefan Stefan.Brunold@solarenergy.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Im beantragten Forschungsprojekt sollen neue Kollektorkonzepte ausgearbeitet werden, insbesondere mit Hinblick auf den Einsatz von Polymeren. Diese sollen anhand moderner Simulationsmethoden optimiert und, bei Erfolgsaussicht, als Prototypen umgesetzt und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit detailliert gemessen werden.		

● SPF ABSCHLUSS LAUFENDER FORSCHUNGSPROJEKTE 2009

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Im Hinblick auf die aktuelle Forschung zu thermischer Speicherung soll die Evaluation vielversprechender Konzepte für die Möglichkeiten der Thermochemischen Speicherung abgeschlossen werden. Die laufenden Untersuchungen einer solarthermisch getriebenen Absorptionskältemaschine sollen fortgesetzt werden mit dem Ziel, das Systemoptimierungspotential zu bestimmen.		

● LESOSAI-POLYSUN – SIMULATION TOOL FOR ARCHITECTS

R+D 3.1.1

Lead:	EPFL/ENAC/LESO-PB	Funding:	BFE
Contact:	Roecker Christian christian.roecker@epfl.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	The goals of this project are: combine in one tool the building energy model Lesosai and the active « solar » gains (windows, thermal collector, photovoltaics) Polysun, allowing the user to optimise his project by testing complete solar variants at once; simplify the user interface, by reducing the need of data by providing « intelligent » default values for solar systems and building elements, to broaden the use of this tool to the architects community.		

● IEA SHC TASK 41 « SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE » – DIRECTION DE LA SOUS-TÂCHE A « CRITERIA FOR ARCHITECTURAL INTEGRATION »

R+D 3.1.1

Lead:	EPFL/ENAC/LESO-PB	Funding:	BFE
Contact:	Roecker Christian christian.roecker@epfl.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	Il s'agit d'assurer une participation active à la Tâche 41 de l'AIE « Solar Energy and Architecture », avec direction de la Sous-tâche A « Criteria for architectural integration », l'organisation de la coordination avec des projets d'autres pays, le développement des critères d'intégration du solaire actif, des séminaires pour architectes, industriels et autorités et la publication de manuels pour architectes, industriels et autorités.		

● LEITUNG DES FORSCHUNGSPROGRAMMS « AKTIVE SOLARNUTZUNG »

R+D 3.1.1

Lead:	BASE CONSULTANTS SA	Funding:	BFE
Contact:	Hadorn Jean-Christophe jchadorn@baseconsultants.com	Period:	2008–2011
Abstract:	Le projet a pour but la gestion et la direction des activités du programme de recherche « Solaire actif et stockage de chaleur ». Il convient d'initier ou d'évaluer des projets, de les suivre, de les orienter, de les contrôler et de les valoriser.		

● SOLAR NAHWÄRME

P+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Gantenbein Paul paul.gantenbein@solarenergy.ch	Period:	2008–2010
Abstract:	Für das Nahwärmenetz der HSR wurde ein Konzept zur Ganzjahresnutzung von Solarthermie mittels einer Retrofit-Lösung untersucht. Die Nutzung der Wärme aus der Solaranlage lokal im vorhandenen Brauchwarmwasserspeicher von Bau 4, dezentral in den Brauchwarmwasserspeichern der übrigen Bauten auf dem Campus der HSR oder zentral in den Pufferspeichern des BHKW in der Heizzentrale des HSR-Campus möglich wäre.		

● **AQUAPACSOL**

R+D 3.1.1

Lead:	HEIG-VD / LESBAT	Funding:	BFE
Contact:	Citherlet Stéphane Stephane.Citherlet@heig-vd.ch	Period:	2009–2013
Abstract:	Ce projet vise à développer une installation pour la production d'ECS en couplant des capteurs solaires thermiques sur l'évaporateur d'une PAC qui soit compétitif du point de vue énergétique, financier et environnemental avec des systèmes existants. Un banc d'essai et des simulations sont prévus.		

● **SOLCOOL II**

R+D 3.1.1

Lead:	HEIG-VD / LESBAT	Funding:	BFE
Contact:	Citherlet Stéphane Stephane.Citherlet@heig-vd.ch	Period:	2006–2010
Abstract:	Ce projet consiste à développer et utiliser un stand d'essais permettant de tester une machine de climatisation solaire à sorption en conditions réelles, de valider un modèle de simulation et d'étudier l'intérêt de solutions optimisées pour le climat suisse.		

● **THERMOHYDRAULIK VON SOLARANLAGEN**

R+D 3.1.1

Lead:	Eismann Ing.	Funding:	BFE
Contact:	Eismann Ralph eismann@ike.mavt.ethz.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	Das übergeordnete Ziel ist die Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses der instationären Vorgänge in thermischen Solaranlagen mit Einphasen- und Zweiphasenströmungen. Dazu werden Computermodele entwickelt, mit denen die Vorgänge bei Stagnation, bei Inbetriebnahme und Wartung, im Betrieb und bei Störfällen simuliert werden können.		

● **NAOH-SPEICHER FÜR SAISONALE WÄRMESPEICHERUNG**

R+D 3.1.1

Lead:	EMPA	Funding:	BFE
Contact:	Weber Robert Robert.Weber@empa.ch	Period:	2007–2010
Abstract:	Im Projekt « NaOH » soll ein Wärmespeicher entwickelt werden, welcher eine hohe Speicherdichte aufweist und dessen Speicher-verluste nur beim Laden bzw. Entladen des Speichers auftreten. Das Projekt gliedert sich grob auf in Machbarkeitsabklärungen, Bau eines einstufigen Laborprototyps und Erweiterung des Prototyps mit einer zweiten verbesserten Stufe.		

● **SPF SOL HEAP AND IEA SHC 44 SUBTASK C LEADERSHIP**

R+D 3.1.1

Lead:	Institut für Solartechnik, SPF	Funding:	BFE
Contact:	Haller Michel Michel.Haller@solarenergy.ch	Period:	2010–21013
Abstract:	In der IEA-SHC Task 44 « Solar and Heat Pump Systems », das SPF über das Projekt « SOL-HEAP » eingebunden ist. Für diesen Task wurde das SPF angefragt, die Leitung des Subtask C « Modeling and simulation » zu übernehmen. In diesem Subtask werden Simulationsmodelle für Komponenten und Systeme erarbeitet und neue Systemkonzepte mit der Hilfe von Simulationsrechnungen evaluiert und miteinander verglichen.		

● **IEA SHC 44 OPERATING AGENT**

R+D 3.1.1

Lead:	BASE CONSULTANTS SA	Funding:	BFE
Contact:	Hadorn Jean-Christophe jchadorn@baseconsultants.com	Period:	2010–2014
Abstract:	The project is to lead the IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 Task. The scope of this Task is on small-scale residential heating and hot water systems that use heat pumps and any type of solar thermal collectors. More than 10 countries participate.		

