

Rapport de synthèse 2009 du chef de programme OFEN Synthesebericht 2009 des BFE-Programmleiters

Programme de recherche Solaire industriel à haute température

Pierre Renaud

pierre.renaud@planair.ch



Four solaire de 1 mégawatt (MWSF) faisant partie des installations de recherche de PROMES-CNRS, Odeillo, France

Miroir secondaire parabolique et foyer de l'installation pour les tests sur le réacteur pilote prévus dans le cadre du projet de l'Institut Paul Scherrer (PSI) «Solar Production of Zinc and Hydrogen – Reactor Optimization for Scale-up» [1] (source: wikipedia.org).

Centres de gravité du programme et buts

Les axes principaux du programme sont la thermo-chimie solaire, la chaleur solaire dans les processus industriels et les centrales solaires thermiques à concentration (CSP). Ces applications ont en commun le fait qu'elles font intervenir des températures supérieures à 100 °C.

Le potentiel au niveau suisse et mondial dans les trois domaines d'utilisation industrielle de l'énergie solaire à moyenne et haute température est considérable. L'implication des instituts de recherche, des acteurs privés et de l'industrie, ainsi que la mise à disposition et la mobilisation de ressources financières (publiques et privées) doivent être intensifiées dans le but de permettre à la Suisse d'occuper une place de premier plan dans ces domaines appelés à jouer un rôle fondamental dans l'avenir énergétique.

Concernant la thermo-chimie solaire (dans le programme de recherche en question, seule la production de matériaux purs comme le zinc est traitée et non pas la production d'hydrogène), l'objectif global est de trouver le moyen de stocker et transporter facilement l'énergie solaire. La filière prioritaire de la recherche dans ce domaine en Suisse est la production de zinc par cycle thermo-chimique ZnO/Zn menée par le Paul Scherrer Institut (PSI). Dans ce cadre, les objectifs spécifiques pour 2009 étaient de concevoir le réacteur pilote de 100 kW et ses périphériques en se basant sur les expériences réalisées avec le prototype de 10 kW, de

modifier et adapter le modèle de transfert de chaleur existant à l'échelle du pilote de 100 kW et, en parallèle, de mener des tests complémentaires sur le réacteur de 10 kW.

L'utilisation de la chaleur solaire dans les processus industriels est une technique bien connue mais qui nécessite un effort de recherche supplémentaire au niveau notamment de la performance des systèmes et de ses composants afin d'atteindre une rentabilité qui puisse concurrencer les systèmes classiques alimentés par des énergies fossiles. L'objectif pour 2009 dans le cadre du programme de recherche était de passer à la phase de réalisation d'un projet pilote et démonstration en Suisse.

Les CSP sont des centrales possédant un fort potentiel de production d'électricité appelée à un développement considérable dans les années à venir. L'objectif global du programme au niveau de la recherche et des installations pilotes est, d'une part, d'améliorer les technologies existantes et, d'autre part, d'optimiser chaque composante des centrales. La Suisse, face à la forte concurrence étrangère, doit se concentrer sur un marché de niche. L'objectif spécifique pour 2009 lié au projet *Solair* d'Airlight Energy [4] était de poursuivre l'optimisation du concentrateur avec la construction du troisième prototype en explorant et consolidant la technologie pour l'absorbeur à air.

Travaux effectués et résultats acquis en 2009

Thermo-chimie solaire

Le projet *Solar Production of Zinc and Hydrogen – Reactore Optimisation for Scale-Up* du PSI est le seul directement soutenu en 2009 par le programme dans le domaine de la thermo-chimie solaire [1]. L'importance du projet réside dans le fait que le cycle ZnO/Zn est un des processus thermo-chimiques les plus prometteurs pour le stockage de l'énergie solaire.

Les travaux de recherche de la première phase d'optimisation du prototype de 10 kW se sont conclus avec succès en 2009 (fig. 1). La plupart des objectifs de la recherche ont été atteints. Deux

types d'unités de trempage (quench units QU08 et QU09) du Zn–O₂ ont été conçus, construits et couplés au prototype d'absorbeur-réacteur solaire (appelé Zirus) pour la dissociation thermique du ZnO (fig. 1). Les tests ont été effectués avec le «High-Flux Solar Simulator (HFSS)» du PSI avec différents types d'unités de trempage à de températures maximales entre 1757 et 2028 K. Globalement, le rendement maximal de production de Zn était de 54 % avec une pression partielle du Zn de 144 Pa. Ces résultats prouvent la faisabilité technique permettant d'éviter la recombinaison de Zn–O₂ en trempant les produits gazeux dans un processus solaire continu. Les rendements les plus élevés

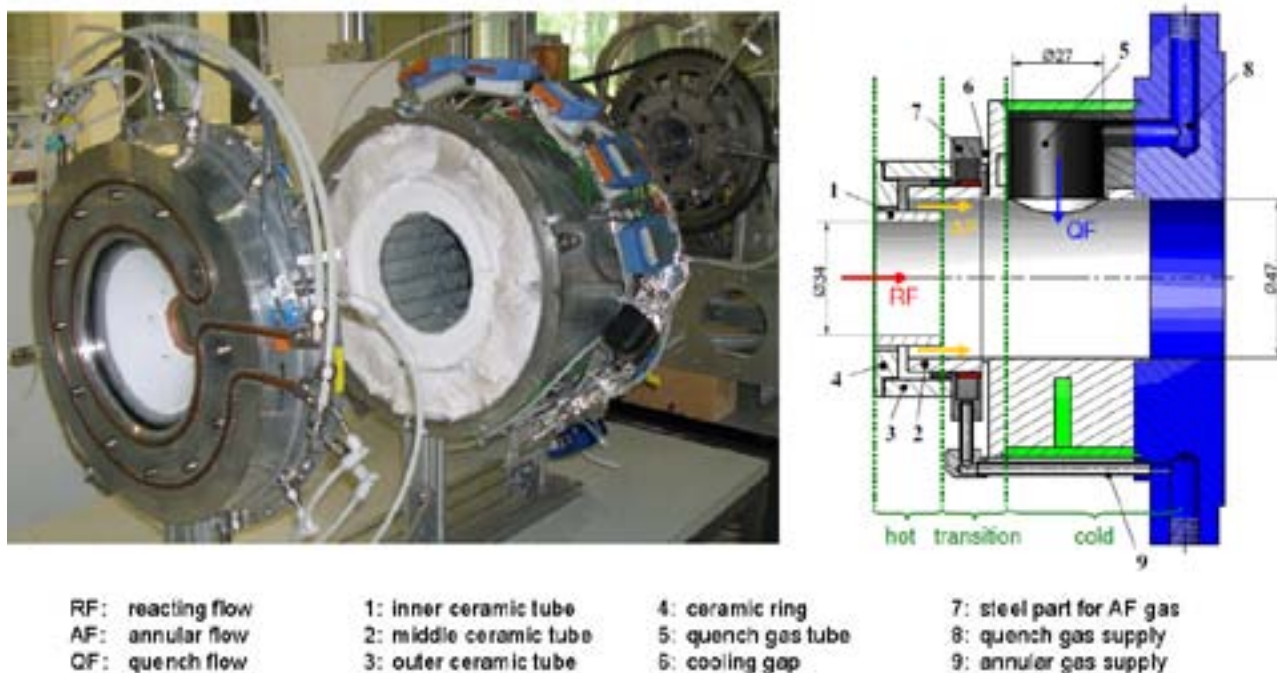


Figure 1: Prototype de réacteur chimique solaire (gauche). Unité de coupage (quench unit) QU09 implémentée à la sortie de la cavité de Zirrus (droite) [1].

ont été obtenus avec la petite unité de trempage. Cependant, l'encrassement et la défaillance mécanique liée aux dépôts solides sont encore des problèmes qui doivent être résolus.

En préparation de la deuxième phase (pilote) du projet, qui se déroulera en parallèle avec la recherche entre 2010 et 2011, une simulation du rayonnement par la méthode «Monte Carlo» a été faite. Dans les étapes suivantes de la simulation, la géométrie du réacteur de 100 kW sera implémentée. Cela permet ensuite de déterminer la distribution de l'irradiation solaire incidente sur le réacteur. En association avec le modèle de transfert thermique numérique, précédemment développé et validé avec le prototype de 10 kW, des informations précieuses pour la conception ont été obtenues au niveau de la répartition des températures et de l'étendue de la réaction (fig. 2).

Le rendement de conversion «solaire – produit chimique» du réacteur prototype peut être augmenté de 3 à 17 % en optimisant la géométrie de la section d'échappement, principalement en raison d'une diminution de pertes par conduction. L'agrandissement du réacteur à 100 kW, voire 1000 kW a le potentiel d'atteindre un rendement de conversion «solaire – produit chimique» excédant les 50 %. Le rendement est atteint principalement suite aux taux de réaction plus élevés, à des tem-

pératures d'exploitation plus hautes et à une réduction des pertes par conduction.

Chaleur solaire dans les processus industriels

La première partie du projet Einstein goes Swiss : Industry Audits in Schweizer Industriesektoren und Entwicklung eines Plug-Ins für Jahressimulationen zum Solarwärmebeitrag von Industrieprozessen in dem Expertensystem Einstein de l'Institut Technique Solaire (SPF) de la Haute école technique de Rapperswil [2] se concentre sur la réalisation d'audits auprès de quelques industries suisses. Les audits visent à montrer le potentiel au niveau de l'optimisation des procédés et de la récupération des rejets de chaleur ainsi que de l'intégration des énergies renouvelables (dont l'énergie solaire à concentration) dans la production de chaleur pour les procédés.

L'expérience faite en 2009 montre qu'il est possible de motiver un certain nombre d'industries pour un audit. Quelques industries contactées ont refusé de participer pour diverses raisons. Des difficultés se sont notamment présentées dans la collecte des données et dans l'application de l'outil *Einstein*, ce qui entraîne des difficultés pour effectuer des analyses approfondies comme prévu dans le cahier des charges.

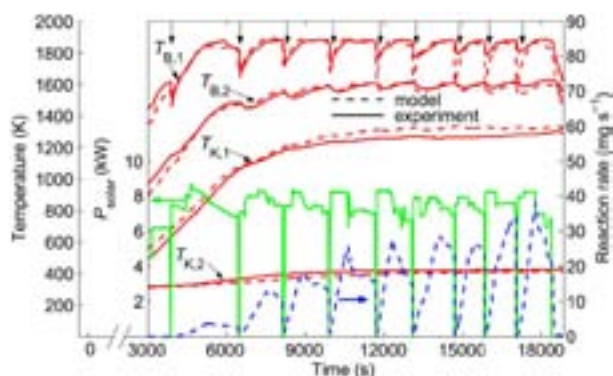


Figure 2: Températures mesurées expérimentalement (courbes pleines) et calculées numériquement (courbes en pointillés) à différents endroits à mi-chemin le long de la cavité du réacteur, input de puissance de rayonnement mesuré P_{solar} , et taux de dissociation du ZnO calculé numériquement en fonction du temps de déroulement des séries d'expérimentation avec neuf cycles d'alimentation. Les flèches en haut montrent les moments où l'alimentation par lots de ZnO a eu lieu [1].

Le calcul de la possible contribution du solaire thermique dans la production d'énergie pour les processus industriels est effectué par une méthode, actuellement en développement dans le cadre de la deuxième partie du projet, se basant sur des simulations annuelles avec l'intégration d'un Plug-In du logiciel *Polysun*.

Dans le cadre de la première phase du projet *Pre-design Studie mobiler Teststand für solarthermische Prozesswärmeanlage* du SPF [3] consistant à évaluer et développer un système de mesure du rendement global des collecteurs à moyenne et haute température. Les travaux effectués et résultats suivants sont à signaler :

- Les deux paramètres «types de collecteurs en fonction de la catégorie de température (jusqu'à 120 °C, de 120 à 200 °C et de 200 à 400–500 °C)» (fig. 3) et «facteur de concentration» nécessaires pour la caractérisation d'une installation de test ont été définis. Pour les systèmes à concentration, le tracker (appareil d'orientation) et sa précision sont un composant et un paramètre décisifs dans l'évaluation de son rendement. Le rendement peut donc en principe être représenté de façon analogue à la méthode de la norme EN12975 avec une courbe de rendement dépendante de la température et du rayonnement.
- Le SPF participe au groupe de travail TC312 WG1 du Comité Européen de Normalisation

(CEN) pour la révision de la norme EN12975 avec notamment l'élargissement aux collecteurs à moyenne température et orientables et suit les travaux de différents projets dans le domaine au niveau européen et international.

- Concernant l'adaptation des programmes de simulation existants (p.ex. *Polysun*), la difficulté majeure est de représenter les conditions réelles de fonctionnement du fait de l'impact important des petites erreurs sur les résultats. Le manque ou même l'absence d'expériences de terrain avec des collecteurs à concentration rend la tâche difficile.
- Le SPF est en contact avec plusieurs fabricants de collecteurs pour la production de chaleur de processus et le nombre de demandes de vérification des performances est en augmentation.

La deuxième phase du projet (évaluation, y compris les coûts, des composants du système, senseurs et régulateurs pour l'implémentation de la procédure de test) est en cours de réalisation dans le domaine d'utilisation jusqu'à 200 °C, avec l'eau comme fluide caloporteur. La conception d'une installation de test (troisième phase du projet) aura lieu en 2010.

Le projet *CST receivers tubes qualification, phase 1 (investigation)* d'Energie Solaire SA a pour objectif principal de définir les paramètres et méthodes de mesure prouvant la performance et la résistance de tubes absorbeur avec couche sélective. Cette démarche pourrait par la suite contribuer à la rédaction d'une norme spécifique et donner l'opportunité aux partenaires du projet, par exemple le SPF, de développer et offrir ce service de certification de la qualité du produit. Des rencontres ont déjà eu lieu en 2009 avec les partenaires du projet (SPF, J.-C. Hadorn, EPFL).

Une requête d'aide financière pour un projet de développement d'un four solaire à concentrateur extra-plat (CEP) et à foyer ponctuel destiné à la fabrication de matériaux de construction et céramique est en cours d'évaluation. Le projet pourrait démarrer en 2010.

Centrales solaires thermiques à concentration (CSP)

Le projet *SolAir-2 : Innovative solar collectors for efficient and cost effective solar thermal power generation - 2* d'Airlight Energy Holding SA [4] fait

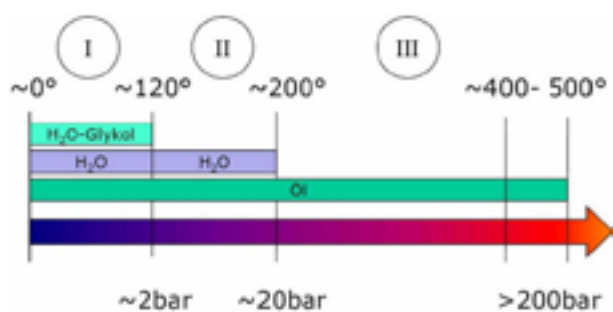


Figure 3: Aperçu des possibles fluides caloporteurs et leur niveau de température [3].

suite au premier projet finalisé avec succès à fin 2008 [8]. L'objectif est d'explorer et consolider la technologie pour l'absorbeur à air. Ce dernier est un composant déterminant de l'installation et le rendement de la centrale solaire dépend de son efficacité. Les activités menées dans le dernier trimestre 2009 se concentrent sur la modélisation et les simulations détaillées de l'absorbeur à cavité (fig. 4).

Les tests de flux menés par Airlight ont permis de mesurer les pertes de charge dans l'absorbeur en fonction de la vitesse du flux d'air. Les activités de la Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) se sont concentrées sur la simulation du flux en validant le logiciel et le modèle numérique en fonction des données expérimentales disponibles. Les résultats des simulations asymétriques ont montré une très bonne corrélation avec les résultats des tests effectués sur le site de Biasca. L'expérience des tests numériques 2D ont démontré d'une part qu'une meilleure définition a des effets positifs pour la future conception de modèles 3D plus complexes et, d'autre part, que le modèle relativement simple utilisé permet de réaliser une évaluation prudente de la perte de charge. Une deuxième série de simulations 3D a été effectuée sur des secteurs d'absorbeur de différentes longueurs (3 et 24 m) à combiner pour obtenir le comportement de l'absorbeur complet. Les résultats des simulations 3D avec la variation des pa-

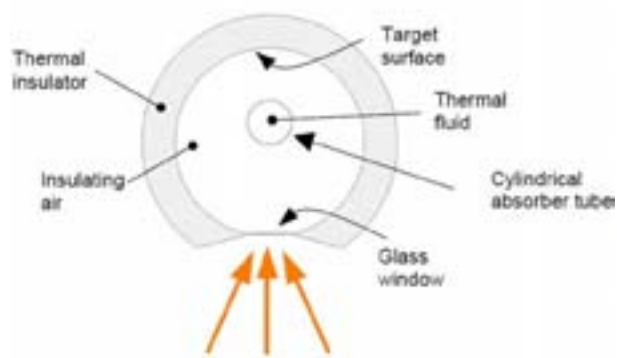


Figure 4: Section du concept d'absorbeur Biasca ; le fluide caloporteur circule dans le tube absorbeur situé à l'intérieur de la cavité. La cavité contient de l'air stagnant à pression atmosphérique, causant une isolation thermique [4].

ramètres vitesse de la masse d'air et température de l'air entrant ont montré une très bonne corrélation entre les deux modèles avec différentes longueurs des absorbeurs. L'élément plus court de 3 m peut néanmoins être considéré comme le plus représentatif du comportement de l'absorbeur complet et peut être utilisé comme outil de modélisation. Un nouveau modèle actuellement en phase de test permettra d'affiner les résultats, notamment concernant les pertes par rayonnement à travers l'ouverture de la cavité.

Les travaux effectués par l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ) ont permis la mise en place d'un modèle numérique de simulation 2D du transfert de chaleur pour l'absorbeur. Le modèle permet de déterminer l'efficacité thermique de l'absorbeur, les besoins en puissance de pompage et d'examiner les pertes thermiques. Afin de réduire la dissipation d'énergie et augmenter l'efficacité d'absorption, une optimisation de la géométrie de l'absorbeur est nécessaire. Ceci peut impliquer une augmentation de l'isolation de la cavité, l'application d'une couche anti réfléchive sur l'ouverture et l'incorporation d'un concentrateur secondaire.

Collaboration nationale

Thermochimie solaire

Le *Solar Technology Laboratory* (LST) du PSI travail en collaboration avec le *Professorship of Renewable Energy Carriers* (PRE) de l'ETH Zurich

dans la recherche sur les processus solaires chimiques à haute température.

La coopération nationale est menée dans les cadres suivants :

- Hydropole – Swiss Hydrogen Association (représentant du PSI : Dr. Christian Wieckert)
- ALE AirLight (projet industriel) – Absorbeur solaire couple au concentrateur linéaire ALE pour un système de production d'électricité basé sur le cycle Rankine.
- Cycles combinés solaires (projet industriel) – Absorbeur solaire novateur pour le chauffage d'air comprimé aux conditions d'entrée d'une turbine à gaz en tant que partie d'un cycle combiné pour la production d'électricité.
- Le SPF collabore avec la HSR pour l'évaluation du potentiel du marché et est en contact avec plusieurs fabricants de collecteurs pour la production de chaleur de processus dans le cadre du projet *Pre-design Studie mobiler Teststand für solarthermische Prozesswärmeanlage*.
- Dans le cadre de son projet *CST receivers tubes qualification, phase 1 (investigation)*, Energie Solaire SA collabore avec le SPF, J.-C. Hardorn et l'EPFL

Collaboration actuelle avec des entreprises suisses :

- ALE Airlight Energy SA Biasca.
- Alstom Power Service Baden-Dättwil; Alstom Power Systems Birr.

Collaboration actuelle et synergies avec d'autres laboratoires de recherche :

- ETH Zürich – Particle Technology Laboratory (Prof. S. Pratsinis).

En outre, des contacts sont établis avec deux grandes entreprises suisses pour explorer des domaines possibles de collaboration (noms des entreprises encore confidentiels).

Chaleur solaire dans les processus industriels

Les acteurs issus des milieux académiques et industriels impliqués dans les projets actuellement soutenus par le programme sont les suivants :

- Le SPF avec l'implication d'industries suisses (information encore confidentielle) dans la réalisation des audits du projet *Einstein goes Swiss*.

Centrales solaires thermiques à concentration (CSP)

Dans le cadre du projet *SolAir-2*, la société Airlight Energy Holding SA collabore avec l'*Institute of Computer Integrated Manufacturing for Sustainable Innovation (ICIMSI)* du *Dipartimento Technologie Innovative (DTI)* de la SUPSI et avec l'*Institute of Energy Technology (IET)* du *Department of Mechanical and Process Engineering* l'ETHZ.

Des nouveaux contacts et un réseautage entre d'autres acteurs suisses du domaine solaire industriel à haute température ont eu lieu lors de la conférence nationale du programme qui s'est déroulée le 3 novembre 2009 à Neuchâtel. En plus des organismes déjà mentionnés ci-dessus, les institutions et les sociétés suivantes ont participé à l'événement : Amires Sàrl, BE Netz AG (voir la rubrique «Projets pilotes et de démonstration» du présent rapport), Center of Appropriate Technology and Social Ecology (CATSE) Oekozentrum Langenbruck, Centre suisse d'électronique et microtechnique (CSEM), Energy Center et Laboratoire de l'énergétique industrielle (LENI) de l'EPFL, FC Consulting, Metatech International, NEP Europe GmbH, NET Ltd., Nolaris SA pour le projet d'îles solaires et Operations Supply Services.

Collaboration internationale

Thermochimie solaire

La coopération internationale est menée dans les cadres suivants :

- IEA's SolarPACES Implementing Agreement (Task 2 – Solar Chemistry Research);
- IEA's Hydrogen Implementing Agreement (Task 25 – High Temperature Hydrogen Production);
- Alliance stratégique entre le PSI et CIEMAT (Espagne) – Roadmap to Solar Hydrogen Production.;
- IPHE – International Partnership for the Hydrogen Economy (Projet: Solar driven high temperature thermochemical production of hydrogen: Participants: CIEMAT (Spain), CNRS (France), DLR (Germany), U. Colorado (USA), ETH &

- PSI (Switzerland), NU & TIT (Japan), WIS (Israel);
- Sollab – Alliance of European Laboratories on solar thermal concentrating systems. Collaboration of five leading European solar research laboratories, namely CIEMAT (Spain), CNRS (France), DLR (Germany), ETH & PSI (Switzerland);
 - EERA – European Energy Research Alliance (CSP). Participants: CEA (France), CESI (Italy), CIEMAT (Spain), CNRS (France), DLR (Germany), ECN (Netherlands), ENEA (Italy), INETI (Portugal), PSI (Switzerland), WIS (Israel);
 - EU FP5 Solref – Solar steam-reforming of natural gas;
 - EU FP7 Solhycarb – Co-production of hydrogen and carbon black from natural gas cracking.
 - EU FP7 HyCycleS – Sulfur-based water-splitting thermochemical cycles for hydrogen generation.
 - SynPet (projet industriel) – Solar steam-gasification of petroleum coke (petcoke).

Chaleur solaire dans les processus industriels

Dans le cadre du projet *Predesign Studie mobiler Teststand für solarthermische Prozesswärmean-*

lage le SPF participe au groupe de travail TC312 WG1 du Comité Européen de Normalisation (CEN) pour la révision de la norme EN12975. En outre, le SPF suit les travaux menés dans le cadre des projets suivants : QUAIST, projet européen dans le cadre du programme Intelligent Energy Europe IEE ; SRCC (Société de certification états-unienne); AIE Task 43.

La coopération internationale dans le domaine de «la chaleur solaire dans l'industrie» a principalement lieu par l'intermédiaire de l'Implementing Agreement de l'AIE SolarPACES (principalement la Task IV : SHIP – Solar Heat for Industrial Processes, mais aussi Task III : Solar Technology and Advanced Applications, Task V : Solar Resource Knowledge Management et Task VI : Solar Energy & Water Processes and Applications).

Centrales solaires thermiques à concentration (CSP)

La coopération internationale dans le domaine des CSP a lieu à travers de SolarPACES (principalement la Task I : Solar Thermal Electric Systems, mais aussi Task III : Solar Technology and Advanced Applications, Task V : Solar Resource Knowledge Management et Task VI : Solar Energy & Water Processes and Applications).

Projets pilotes et de démonstration

Thermochimie solaire

Le projet *Towards Industrial Solar Production of Zinc and Hydrogen – 100 kW Solar Pilot Reactor for ZnO Dissociation* du PSI est une partie intégrante du projet R&D *Solar Production of Zinc and Hydrogen - Reactor Optimisation for Scale-Up* et démarre officiellement le 1^{er} janvier 2010. Dans ce projet, un réacteur pilote de 100 kW sera conçu et construit au PSI. Le réacteur solaire ainsi que son système annexe (transporteur de particules et traitement des gaz produits) seront ensuite testés dans le four solaire de 1 MW (MWSF) à Odeillo, France. Les performances du réacteur pilote seront déterminées expérimentalement par des études de paramètres. Avec les données des tests, un modèle non-stationnaire de transfert de chaleur sera validé. En outre, les résultats de l'essai pilote

serviront de base pour l'élaboration d'un concept pour une installation chimique solaire industrielle pour la production de zinc et pour la réalisation d'une analyse économique.

Chaleur solaire dans les processus industriels

Le projet *Prozesswärme mit Vakuumröhrenkollektoren für die Beheizung des Paraffins für Fischer Kerzen AG* de l'entreprise Theo Fischer AG à Root dans le canton de Lucerne prévoit la construction d'une installation solaire thermique pour le chauffage à une température comprise entre 65 et 110 °C de la paraffine pour la production de bougies. Les 92,4 m² de collecteurs à tubes sous vide permettront de produire env. 59'000 kWh/an de chaleur équivalente à env. 35 % de la consommation d'électricité. La totalité du matériel a été commandé et



Figure 5: Troisième prototype du concentrateur Airlight mis en fonction à Biasca TI [4].

une partie est déjà sur le chantier. En outre, les travaux de préparation ont été réalisés mais le début du montage a dû être repoussé en janvier 2010. La mise en service de l'installation est prévue pour juin 2010 et les mesures sur l'installation sont prévues jusqu'en avril 2012.

Le projet *Chauffage à 160 °C de 80'000 litres de bitume par panneaux solaires à ultra vide* de Colas Suisse SA a reçu le soutien financier de l'OFEN en fin 2009 et les travaux vont démarrer en 2010. Le projet est novateur d'un côté au niveau l'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage du bitume et, de l'autre, au niveau du type de capteur thermique à concentration utilisé. Une fois réalisée, l'installation permettra d'économiser l'équivalent de 3,25 tonnes de fuel ou 3'500 m³ de gaz naturel, soit environ 35'000 kWh d'énergie fossile par an.

Le lancement d'un projet P&D en lien avec la requête d'aide financière pour le projet R&D de *Développement d'un four solaire à concentrateur*

extra-plat (CEP) et à foyer ponctuel destiné à la fabrication de matériaux de construction et céramique est envisagé pour 2010.

En outre, des contacts pour d'autres projets d'utilisation de la chaleur solaire dans les processus industriels sont en cours notamment avec des industries du secteur agroalimentaire.

Centrales solaires thermiques à concentration (CSP)

Le lancement d'un projet P&D en lien avec le projet R&D *SolAir-2 : Innovative solar collectors for efficient and cost effective solar thermal power generation – 2* d'Airlight Energy Holding SA (voir rubrique «Travaux effectués et résultats acquis en 2009 – Centrales solaires thermiques à concentration (CSP)» du présent rapport) est prévu en 2010. L'objectif sera de développer un système de stockage de la chaleur de la centrale pour la production d'énergie lors de périodes d'absence du soleil.

Évaluation de l'année 2009 et perspectives 2010

Dans le domaine de la thermochimie solaire, la première phase du projet du PSI en cours (phase d'optimisation) a été finalisée avec succès en 2009. Deux types d'unité de trempage ont été conçus, construites et couplées au réacteur-absorbeur prototype de 10 kW. Des tests ont été menés dans le HFSS du PSI et le réacteur a fonctionné sans interruptions pendant plus de 4 h et

sans incident pour un total de plus de 100 h aux températures maximales. Sur l'unité de trempage QU09, 20 séries de tests ont été effectuées. Comme prévu, le rendement net de Zn a augmenté avec la diminution de la pression partielle du Zn dans la section de trempage (max de 54 % avec une pression de 144 Pa). La petite ouverture de la sortie du réacteur été à l'origine des défaillances

mécaniques. Au niveau de la modélisation du réacteur pilote de 100 kW, une simulation de la simulation du rayonnement par la méthode «Monte Carlo» sur le site prévu d'Odeillo a été effectuée pour estimer la distribution du flux dans le réacteur et a été validée par des résultats expérimentaux. La géométrie du réacteur de 100 kW sera intégrée dans les prochaines étapes de la simulation. En janvier 2010 démarrera la deuxième phase du projet (phase pilote) avec la conception et la construction du réacteur pilote de 100 kW. Le réacteur solaire et ses périphériques seront testés dans le four solaire de 1 MW d'Odeillo et les données expérimentales serviront pour valider les modèles numériques du réacteur. Les résultats du test pilote conduiront à la conception et à l'analyse économique d'une installation solaire industrielle d'ici fin 2011.

Dans le domaine de la chaleur solaire dans les processus industriels, l'année 2009 a vu le démarrage de plusieurs projets R&D et P&D avec l'implication d'acteurs du monde académique et industriel. Les travaux de préparation pour la construction de la première installation en Suisse a démarré. La mise en service a dû être retardée en juin 2010. Pour 2010, d'intensifier les travaux de recherche notamment au niveau de la mise à disposition des industries d'un outil pour l'évaluation technique et économique des projets. Un effort sera également consenti pour caractériser et l'améliorer les performances des composants des

installations. Au niveau des projets P&D, l'objectif est de mettre en service les deux premières installations soutenues par l'OFEN et d'impliquer plus d'industries dans une telle démarche.

Dans le domaine des CSP, le projet de Airlight s'est développé conformément aux prévisions en 2009. Il contribue à l'amélioration de la technologie parabolique linéaire existante avec la réalisation d'un concept de concentrateur novateur avec structure en béton. Le troisième prototype (fig. 5), dont la construction s'est terminée à Biasca en 2009, représente un pas important vers la version finale de l'installation. L'accent dans la phase actuelle du projet est mis sur l'absorbeur à air, composant clé du système qui conditionne de manière importante l'efficacité globale de la centrale. Les perspectives pour 2010 sont de réaliser et tester le système de stockage ainsi que de lancer les démarches pour la construction d'une première installation commerciale.

La conférence suisse sur les CSP, qui s'est déroulée en 2008 après un premier workshop pour spécialistes de 2007, a été transformée en 2009 en conférence sur le programme de recherche intégrant également les domaines de la thermochimie solaire et de la chaleur solaire dans les processus industriels. Vu le succès rencontré parmi les acteurs concernés et à la suite de plusieurs demandes, l'expérience sera répétée en 2010 avec une implication plus importante de l'industrie.

Liste des projets R+D

(RA) Rapport annuel 2009 existant

(RF) Rapport final existant

Certains rapports annuels ainsi que d'autres informations peuvent aussi être téléchargés à partir du site www.recherche-energetique.ch.

- [1] A. Meier (anton.meier@psi.ch, <http://solar.web.psi.ch>), D. Gstöhl, PSI – Labor für Solartechnik: a) *Solar Production of Zinc and Hydrogen – Reactor Optimization for Scale-Up* (Projet OFEN No. 102420, Status Report 2008-2009) b) *Solar Production of Zinc and Hydrogen – Reactor Optimization for Scale-Up* (Projet OFEN No. 102420, RA 2009)
- [2] H. Marty, E. Frank (elimar.frank@solarenergy.ch), B. Schmitt, Institut für Solartechnik SPF: *Einstein goes*

Swiss: Industrie Audits in Schweizer Industriesektoren und Entwicklung eines Plug-Ins für Jaherssimulationen zum Solarwärmebeitrag von Industrieprozessen in dem Expertensystem Einstein (Projet OFEN No. 102968, RA 2009)

- [3] A. Bohren (andreas.bohren@solarenergy.ch), M. Rommel, Institut für Solartechnik SPF: *Predesign Studie mobiler Teststand für solarthermische Prozesswärmeanlagen* (Projet OFEN No. 103226, RA 2009)
- [4] M. Barbato (maurizio.barbato@supsi.ch), A. Steinfeld, A. Pedretti (andrea.pedretti@airlightenergy.com) et al., SUPSI – DTI – ICIMSI, ETHZ – Institute of Energy Technology, Airlight Energy Holding SA: *SolAir-2 : Innovative solar collectors for efficient and cost effective solar thermal power generation - 2* (Projet OFEN No. 102327, RA 2009)

Références

- [5] L.O. Schunk, P. Haeberling, S. Wepf, D. Wüllemelin, A. Meier, A. Steinfeld: *A Receiver-Reactor for the Solar Thermal Dissociation of Zinc Oxide*, J. Solar Energy Eng. 130 (2), 021009, 2008
- [6] H. Wallimann: *Development and Experimental Investigation of a Quench Unit for a Solar Thermal ZnO-Dissociation Reactor*, Master Thesis, PSI Villigen and ETH Zürich, May 2009
- [7] L. O. Schunk: *Solar thermal dissociation of zinc oxide – reaction kinetics, reactor design, experimentation and modeling*, Ph.D. Thesis No. 18041, ETH Zürich, October 2008
- [8] M. C. Barbato, Ph. Haueter, R. Bader, A. Steinfeld, A. Pedretti (andrea.pedretti@airlightenergy.com), ALE Airlight Energy SA, Biasca: *SolAir – Innovative solar collectors for efficient and cost-effective solar thermal power generation* (Projet OFEN No. 102327, RF)