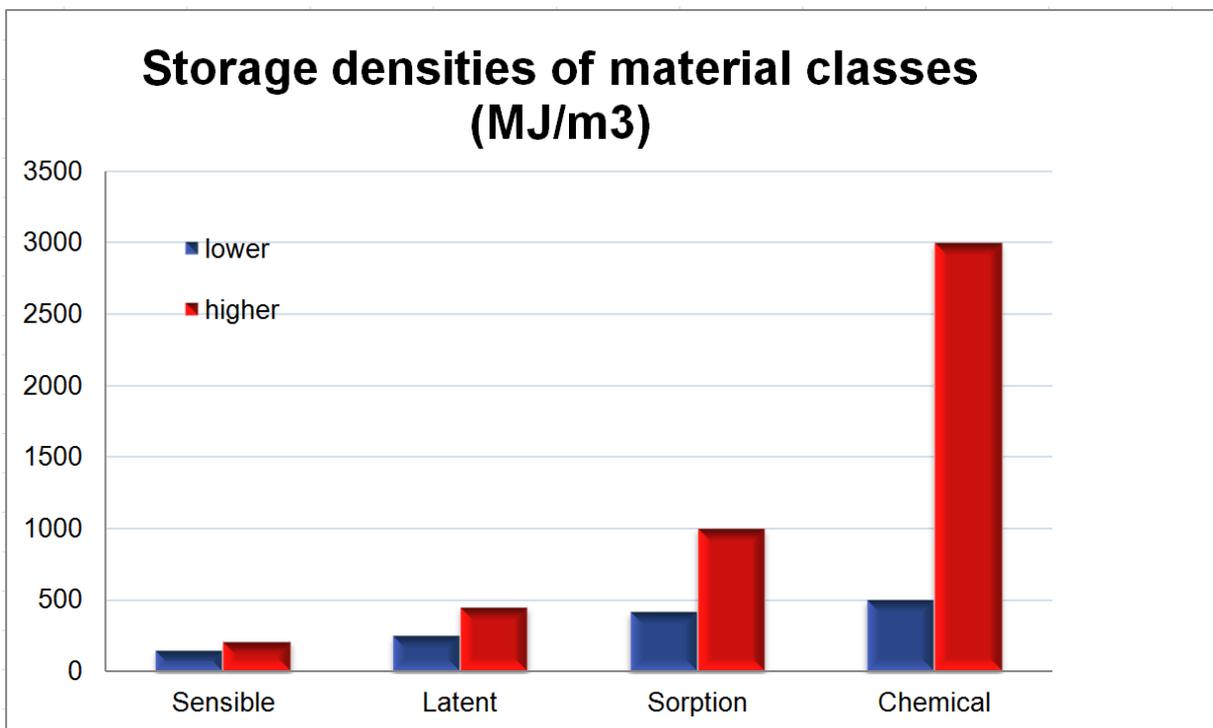




PROGRAMME DE RECHERCHE CHALEUR SOLAIRE ET STOCKAGE DE CHALEUR

Concept 2013–2016



Impressum

Date: Janvier 2013

Auteur: Jean-Christophe Hadorn, BASE Consultants SA, 8 rue du Nant, 1207 Genève

jchadorn@baseconsultants.com

Co-auteur: Andreas Eckmanns, OFEN, 3003 Berne

andreas.eckmanns@bfe.admin.ch

Sous mandat de l'Office Fédéral de l'Energie

CH-3003 Berne, tél. 031 322 56 11, www.bfe.admin.ch

Photo de couverture: Augmenter la densité du stockage de chaleur est difficile mais hautement souhaitable à terme, par exemple avec des procédés thermochimiques (source : IEA SHC Task 4224)

Table des matières

Table des matières	1
Résumé.....	2
Zusammenfassung.....	3
Summary	4
1. Introduction.....	5
1.1 L'état de la technologie solaire thermique	5
1.2 Marché mondial	6
1.3 Potentiel en suisse	6
1.4 Des perspectives surtout industrielles de réduction de coût.....	6
2. Buts du programme de recherche.....	7
2.1 Buts qualitatifs.....	7
2.2 Buts quantitatifs	7
3. Les axes de recherche du programme.....	8
3.1 Capteurs : Une boucle solaire plus performante et plus durable.....	8
3.2 Stockage : Mieux stocker ou stocker plus et plus longtemps.....	9
3.3 Systèmes : Le solaire en combinaison et synergie.....	10
3.4 Outils : Des aides au projet efficaces et à large spectre	10
3.5 Projets pilotes et démonstrations (P+D)	11
4. Principes de financement	12
4.1 Projets de recherche	12
4.2 Pilote et de démonstration.....	12
4.3 Subsidiarité / co-financement	12
4.4 Centres de Compétences.....	12
4.5 Dépôt des projets	12
5. Références.....	13

Résumé

Le présent document donne les axes du programme de recherche « chaleur solaire et stockage de chaleur » 2013–2016 de l'OFEN. Il présente les sujets qui peuvent faire l'objet d'une demande pour déposer un projet de recherche (formulaire sur : www.bfe.admin.ch/recherche/chaleursolaire).

Les axes de recherche et développement

Le programme « chaleur solaire et stockage de chaleur » de l'OFEN concerne essentiellement le chauffage et le refroidissement des bâtiments. On s'intéresse donc en priorité aux applications de l'énergie solaire dans une gamme de températures allant de 0 °C à 150 °C environ. Les axes de recherche et développement pour le solaire thermique pour le bâtiment sont pour 2013-2016:

1. Capteurs solaires thermiques
 - développer des couches à propriété spécifique (thermochromie, ...)
 - améliorer la durabilité de la boucle solaire notamment en limitant les effets de la stagnation
 - rechercher de nouveaux types de capteurs (verre, polymères, fluides, isolation,...)
 - rechercher de l'innovation dans les éléments de la boucle solaire (éléments de façades, éléments minces, éléments multi-fonctionnels, éléments tout en verre, etc..)
2. Stockage de chaleur
 - améliorer les dispositifs internes aux cuves à eau pour augmenter les effets de stratification ou diminuer les pertes exergétiques
 - chercher des combinaisons de cuves avec PCM qui augmentent la durée de stockage et/ou la productivité des capteurs
 - chercher des solutions de stockage par procédé de sorption (zéolithe, NaOH) et des combinaisons de matériaux
 - caractériser des matériaux de stockage thermo-chimique et débiter un axe fort de recherche dans ce domaine pour aboutir à long terme à une solution de stockage dense
3. Systèmes
 - optimiser les combinaisons « solaire et pompe à chaleur »
 - évaluer les impacts environnementaux des systèmes solaires thermiques et rechercher des pistes de réduction
 - participer à l'évaluation de l'intérêt des réseaux intelligents avec stocks de chaleur court et long terme, distribués ou centralisés
4. Outils de projets et Logiciels
 - Elargir les fonctionnalités des outils de simulation de projets solaires thermiques vers des combinaisons et des recherches d'optimum
 - Introduire les prévisions de rayonnement à partir de données satellitaires dans les logiciels
5. Projets P+D
 - Intégration architecturale de capteurs T et PV en couleur
 - Dispositifs de dégazage pour la boucle solaire
 - Stockage dense pour villa (1 à 10 m³)
 - Stockage saisonnier pour un quartier
 - Systèmes combinés « solaire et pompe à chaleur »

Zusammenfassung

Dieses Dokument beschreibt die Ziele und Schwerpunkte des BFE Forschungsprogramms "Solarwärme und Wärmespeicherung" von 2013–2016. Es dient als dauernde Ausschreibung für die genannte Zeitperiode. Formulare zur Projekteingabe finden Sie auf unserer Website www.bfe.admin.ch/forschung/solarwaerme.

Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

Das Forschungsprogramm "Solarwärme und Wärmespeicherung" des BFE betrifft hauptsächlich die Heizung und Kühlung von Gebäuden. Der Hauptfokus liegt deshalb auf Anwendungen der Solarenergie im Temperaturbereich von 0 °C bis 150 °C. Die Schwerpunkte 2013–2016 der Forschung und Entwicklung im Bereich Solarwärme sind:

1. Solarthermische Kollektoren
 - Entwicklung von Schichten mit spezifische Eigenschaften (Thermochromie)
 - Verbesserung der Dauerhaftigkeit von Solarkreisläufen insbesondere durch Begrenzung der Stagnationsauswirkungen
 - Suche nach neuen Arten von Kollektoren (Glas, Polymere, Fluid, Isolation,...)
 - Entwickeln innovativer Elemente für den Solarkreislauf (Fassadenelemente, dünne Elemente, multifunktionale Elemente, Vollglaselemente, etc.)
2. Wärmespeicherung
 - Verbesserung der Inneneinheiten von Warmwasserspeichern um die Wirkung der Schichtung zu erhöhen oder die Exergieverluste zu verringern
 - Erforschen von Kombinationen von Speichern mit PCM um die Speicherdauer und / oder die Produktivität der Kollektoren zu erhöhen
 - Untersuchen von Speicherlösungen mit Sorptionsverfahren (Zeolith, NaOH) und Kombinationen von Materialien
 - Charakterisieren von Materialien zur thermochemischen Speicherung und Aufbau eines neuen Forschungsschwerpunkts in diesem Bereich um langfristig Speicherlösungen mit hoher Energiedichte zu erwirken
3. Systeme
 - Optimierung der Kombinationen "Solar und Wärmepumpen"
 - Untersuchung der Umweltauswirkungen von Solarkollektoranlagen und Aufzeigen derer Reduktionsmöglichkeiten
 - Studie zur Rolle der kurz- und langzeitigen Wärmespeicherung in Energienetzen (Smart Networks), mit zentralen als auch dezentralen Anordnungen
4. Planungshilfsmittel und Softwareprogramme
 - Erweiterung der Funktionalität von Simulationswerkzeuge in Richtung kombinierter Solarsysteme und Systemoptimierung
 - Einbindung der Strahlungsprognose basierend auf Satellitendaten in ein Planungshilfsmittel
5. P+D-Projekte
 - Architektonische Integration von farbigen thermischen und PV-Kollektoren
 - Lösungen zur Entlüftung und Entgasung von Kollektorkreisläufen
 - Dichte Wärmespeicher für EFH (1 bis 10 m³)
 - Saisonale Speicherung für Quartiere
 - Kombinierte Solar- und Wärmepumpensysteme

Summary

This document sketches the main topics of the research programme "solar heat and heat storage" or the Swiss Federal Office of Energy (SFOE) for 2013–2016. It presents the R+D issues that can be addressed in a research project to be submitted to SFOE (forms: www.bfe.admin.ch/forschung/solarwaerme).

Research and Development Topics

The SFOE research programme "solar heat and heat storage" primarily deals with the heating and cooling of buildings. Therefore, the main focus of the programme lies on applications for solar thermal energy in a temperature range from 0 °C to 150 °C approximately. The topics of research and development for the period 2013–2016 are:

1. Solar Thermal Collectors
 - develop thin layers with specific properties such as thermochromism
 - improve the durability of the solar loop by limiting the effects of stagnation
 - seek new types of collectors (glass, polymers, fluids, insulation,...)
 - develop innovative elements for the (façade elements, slim elements, multi-functional elements, all-glass elements, etc.)
2. Heat Storage
 - develop internal devices to improve water tanks in terms of enhancing the effects of stratification or decreasing the exergy losses
 - research combinations of tanks with PCM to increase storage duration and / or productivity of collectors
 - elaborate storage solutions with sorption process (zeolith, NaOH) and combinations of materials
 - characterize thermochemical storage materials and undertake first steps towards a new research focus area to achieve in the long run storage solution with high density materials
3. Systems
 - optimize combinations of "solar and heat pump"
 - perform life cycle analysis of solar systems and components and propose enhancements on the system level
 - study to better understand the role of short term or long term heat storage within smart networks in both, centralized and decentralized configuration
4. Tools and Software
 - Extend the functionality of simulation tools to combined solar systems and to system optimisation
 - Introduce forecasting of irradiation from satellite data in tools
5. P+D Projects
 - Architectural integration of PV and T color collectors
 - Solutions for air release in solar loops
 - High density storage solutions for single family houses (1 à 10 m³)
 - Seasonal storage for neighborhoods
 - Combined solar and heat pump systems

1. Introduction

Ce document présente les axes de recherche et les buts du programme de recherche « Chaleur solaire et stockage de chaleur » de l'Office fédéral de l'énergie pour la période 2013–2016 . Il expose les thèmes qui seront privilégiés durant la période pour faire progresser l'état de l'art des systèmes solaires thermiques et du stockage de chaleur. Ce document définit les sujets possibles pour le dépôt de projets de recherche dans la thématique du programme.

La technologie solaire thermique est une technique mature dans ses applications domestiques. Elle a atteint un bon niveau de productivité dans des systèmes efficaces et durables. Dans certains pays le solaire thermique est obligatoire pour une part de l'eau chaude sanitaire au moins.

Malgré 40 ans de présence, le solaire thermique ne représente encore qu'une très faible part de la production de chaleur domestique notamment en Europe. C'est principalement de l'eau chaude sanitaire que le solaire produit. Les systèmes dit combinés sont assez standardisés mais le marché peine à les adopter (sauf en Autriche) du fait de la concurrence des solutions avec pompe à chaleur en Suisse. Le passage au solaire thermique s'accélère en Suisse depuis 2007 mais reste lent (150'000 m² installés par an environ) du fait du coût des équipements et du manque de solution 100 % solaire (un appoint est toujours nécessaire faute de stockage saisonnier économique).

La recherche doit ainsi s'intéresser aux grandes tendances du solaire thermique en Europe: la simplification, la fiabilisation, la performance de la boucle solaire, la recherche de solutions combinées pour la qualité de la prestation chaleur en tout temps et le stockage de chaleur à long terme.

Les segments de marché du solaire thermique que le programme traite sont :

- La maison familiale individuelle.
- Le logement collectif.
- Les bâtiments commerciaux et industriels.
- Les groupes de villas ou d'immeubles.
- La réfrigération solaire thermique.
- Le stockage de chaleur.

1.1 L'état de la technologie solaire thermique

Le marché européen est dominé par les capteurs plans et vitrés produit industriellement dans des unités de 20'000 m² pour les petites à plus de 1'000'000 m² pour la plus grande en Autriche.

Les matériaux sont le verre, le cuivre ou l'aluminium pour l'absorbeur, l'aluminium ou le plastique pour le cadre ou la caisse, et la laine de verre le plus souvent pour l'isolation du fait des températures auxquelles un capteur en stagnation est potentiellement soumis (plus de 200 °C).

Les absorbeurs non vitrés ne sont pas imposés sur le marché du chauffage d'eau chaude même dans les pays du Sud. Ils conservent un marché potentiel en tant que source de pompe à chaleur ce qui n'est pas nouveau mais qui tend à se redévelopper avec l'essor des pompes à chaleur.

Les capteurs évacués sont les plus répandus dans le monde du fait de la production en Chine. Ils commencent à être bien visibles dans les marchés européens, mais posent le problème de la fiabilité à la grêle qui est de plus en plus puissante.

Les capteurs solaires sont une technologie mure, mais on trouve encore sur le marché des capteurs aux qualités plus faibles (le label « solar keymark » désormais répandu a notablement réduit leur nombre). Il est souhaitable d'innover encore dans les matériaux et les possibilités d'intégration architecturales.

La technologie européenne permet des productivités annuelles entre 20 et 80 °C de 300 à 600 kWh/m² en Europe ce qui est remarquable (20 à 50 % d'efficacité annuelle). Mais les hautes productivités sont atteintes dans le cas de dimensionnement faible et donc de fraction solaire faible. Le stockage dense et au niveau individuel est une voie pour améliorer la fraction solaire tout en laissant de la liberté aux architectes.

La surchauffe des capteurs est toujours un problème dans tous les pays, qui peut limiter la durabilité des installations. Des progrès en matière de système mieux conçus ou en matière de solutions passives seraient possibles avec des efforts de recherche que nous espérons pouvoir mener avec les financements ad hoc.

Les études de durabilité des capteurs manquent cependant pour assurer leur durée de vie réelle dans le terrain. Nous avons pourtant le recul nécessaire dans le marché et un travail dans ce sens serait salutaire.

La Suisse installe principalement des petits systèmes (4 à 12 m²) pour des villas.

Les matériels sur le marché suisse proviennent de Suisse, d'Allemagne et d'Autriche principalement, peu ou pas de Chine encore. Ils sont de bonne qualité dans l'ensemble, et les fabricants suisses exportent. Les tests de qualité du SPF sont importants pour garantir la qualité suisse et les industriels apprennent beaucoup de l'échange avec le SPF lors des tests.

La technologie des capteurs et de la boucle solaire est maîtrisée en Suisse. Les stocks en cuve à eau aussi. Nous n'avons pas de producteurs de machines de froid solaire ni de stockage saisonnier chimique encore. Nous avons un leader européen dans le domaine de la cuve de stockage saisonnier dans la gamme 1 à 200 m³.

1.2 Marché mondial

Le marché mondial des capteurs solaires thermiques est dominé par la Chine avec ses technologies de collecteur à tubes évacués.

La Suisse avec 73 kWth pour 1000 habitants se classent 12ème en 2010 (contre 35 kW/1000 et 14ème en 2007) et les surfaces de séchage de foin réalisées dans les années 80 et 90 de faible qualité productive sont de moins en moins visibles dans le bilan suisse.

En Europe, les marchés sont surtout en Allemagne (plus de 1'000'000 m²) en Italie, Espagne, France, et en Autriche (plus de 280'000 m²). La Suisse installe environ 150'000 m² par an.

La pose de capteurs à tubes sous vide grandit en Suisse depuis 2008 (15'000 m²) du fait d'un nouveau fabricant suisse de tubes qui exporte sa production surtout en Allemagne. Le non vitré se maintient mais à un niveau assez bas. Hors séchage de foin, la production spécifique varie de 270 à 620 kWh/m² selon les typologies, soit de 22 à 52% d'efficacité annuelle en moyenne selon les applications et le dimensionnement.

L'industrie solaire suisse, bien soutenue par la recherche fédérale, exporte près de 90'000 à 130'000 m² de capteurs par an dont 20% de capteurs sous vide (tubes évacués pour le moment, pas encore de capteurs plans sous vide). La Suisse reste surtout un marché de villa (60% des capteurs) avec moins de 10 m². Le locatif suit avec 30% des installations pour du préchauffage d'eau sanitaire. Très peu pour le chauffage de grands ensembles et peu d'installations de plus de 100 m².

La distribution est faite avant tout par un installateur et la production est industrialisée.

1.3 Potentiel en suisse

Il faut encore insister pour dire que le potentiel du solaire thermique en Suisse est considérable. Et nous sommes bien loin de l'utiliser. Dans une vision du futur énergétique suisse par Swissolar en février 2012, le solaire thermique devrait fournir en 2035 20 % des besoins en chaleur. Ce scénario nécessite environ 2 m² de capteurs par personne (en 2011 nous n'avions que 0.13 m²/habitant), soit à installer encore 13 millions de m², et pour l'accomplir en 2035 soit dans 22 ans, il convient d'installer 600'000 m² par an !

La recherche et l'innovation peuvent aider à convaincre plus de propriétaires à se lancer ou à agrandir leur installation de production d'eau sanitaire.

1.4 Des perspectives surtout industrielles de réduction de coût

En Europe on a observé une courbe d'apprentissage en solaire thermique lié à la croissance du marché et aux avancées techniques, notamment pour les systèmes de préparation d'eau chaude sanitaire. En Suisse les coûts du solaire thermique sont généralement supérieurs à la moyenne européenne du nord.

Les réductions de coût sont surtout liées :

- au volume de production de capteurs,
- à la simplicité des solutions,
- aux nouveaux matériaux éventuellement,
- à l'augmentation de productivité des capteurs par leur performance ou par la qualité de l'installation ou la présence de stockage long terme.

Le coût de la chaleur solaire pour le préchauffage d'eau sanitaire dans les grands ensembles est compétitif. Pour être compétitif dans tous les autres segments de marché, le solaire thermique doit réduire son coût de production de 30 à 50% environ. Il faut aussi et surtout proposer des solutions où la part solaire peut dépasser 50% pour que l'appoint soit un appoint !

2. Buts du programme de recherche

2.1 Buts qualitatifs

Le programme vise à réduire le coût de la chaleur solaire. Pour cela on peut agir à tous les niveaux :

Soit par augmentation de la productivité des capteurs, soit par amélioration de l'efficacité de la boucle solaire, soit par amélioration de la capacité de stockage de la chaleur, soit par amélioration de la densité du stockage, soit par diminution des pertes diverses, soit par l'augmentation de la durée de vie des composants, soit par diminution de la fréquence et de la gravité des pannes ou des détériorations diverses ; ou encore par diminution des coûts unitaires des composants, du système, du réglage ou de l'installation, soit par la substitution de matériaux, soit par la réduction du coût de fabrication, transport et montage ; ou l'augmentation de la taille des installations sans diminution de la productivité.

Tous les axes sont bons à étudier mais certains tel le stockage nécessitent de lourds efforts de recherche et d'autres tel la réduction des coûts est surtout une affaire de l'industrie.

2.2 Buts quantitatifs

Les cibles visées pour produire la chaleur solaire pour les bâtiments à des coûts compétitifs sont données par segments dans le tableau ci-dessous, en termes de caractéristiques de capteurs (a_0 , a_1) et en terme de coût de la chaleur produite.

	2010-2015	2025	2050
Technologie des capteurs			
Coefficients A_0/A_1 [$W/m^2 \cdot K$]			
non vitrés	0,90/14,0	0,95/10,0	0,97/5,0
plans vitrés	0,85/3,9	0,88/3,0	0,90/2,5
à tubes évacués	0,75/1,9	0,80/1,5	0,88/1,0
piscine	5–15	5–10	5–10
eau chaude sanitaire, 70 % solaire	20–30	15–20	10–15
Chauffage 40 % solaire 10 kW	25–40	20–30	15–20
Chauffage 100 % solaire 10 kW	40–100	25–35	15–20

Tableau 1: Objectifs techniques des capteurs à court et long terme et économiques de la chaleur solaire en Suisse.

3. Les axes de recherche du programme

Les axes de recherche et développement sont :

Les axes de recherche et développement pour le programme « chaleur solaire et stockage de chaleur » 2013–2016 sont :

1. **Capteurs : Une boucle solaire plus performante et plus durable**
2. **Stockage : Mieux stocker ou stocker plus et plus longtemps**
3. **Systèmes : Le solaire en combinaison et synergie**
4. **Outils : Des aides au projet efficaces et à large spectre**
5. **Projets pilotes et démonstrations (P+D)**

Détaillons chaque thème du programme 2013–2016 dans les pages suivantes.

3.1 Capteurs : Une boucle solaire plus performante et plus durable

Couches à propriété fonctionnelle

- Développer le premier capteur solaire au monde à effet thermochromique pour limiter les effets de la stagnation (switchable coating). Le principe de fonctionnement a été démontré au LESO à 64 °C. Il convient d'atteindre 95 °C pour au moins un type d'absorbeur et tester un capteur avant de transférer la technologie à un ou des industriels.
- Faciliter le développement de capteurs solaires thermiques en couleur produits industriellement sur la base de nos développements précédents pour les verres en couleur. Il conviendra de faire toutes les mesures possibles pour garantir la qualité du produit et peut-être faudra-t-il reformuler la couche existante pour la rendre plus durable ou moins dépendante de l'angle d'incidence ou de la couleur sous-jacente.

Durabilité

- Développer une méthode ou un logiciel simplifié pour simuler les effets de la stagnation dans un circuit solaire pour en déduire des mesures préventives. La recherche de causes et conséquences de la stagnation et de ces effets dans la boucle solaire est en cours. Une simulation complexe est possible mais cependant il faut développer des outils plus simples pouvant à terme être intégrés dans un logiciel de simulation pour prévenir les risques d'un projet et évaluer des solutions préventives tels que refroidisseur ou vases tampons ou systèmes drain-back. La vision de la simulation thermique et hydraulique (pertes de charges et effets de la stagnation estivale possible) de la boucle solaire lors d'un projet serait alors réalisable.
- Proposer et tester des dispositifs et solutions de dégazage automatique (limitant les conséquences de la stagnation) dans une boucle solaire de différentes tailles (4 m² en R&D, puis avec des projets P+D 20 à 200 m²). Les idées existent, un brevet est en cours, pour de tels dispositifs mais il faudra les tester en vraie grandeur avec un niveau de suivi de recherche.
- Évaluer la longévité des capteurs in situ par une étude de terrain. Il y a des milliers de m² de capteurs installés depuis 20 ans et peu de connaissances sur leur historique in situ.

Innovation dans les capteurs solaires

- Étudier l'intérêt des polymères dans le circuit solaire à tous les niveaux pour réduire les coûts et le poids et simplifier la pose et la corrosion potentielle. Les pistes passées ont été décevantes. La tâche 39 de l'AIE travaille sur le thème et des nouvelles idées sont apparues par la mise en relation de thermiciens et de chimistes. Elle doivent être développées et testées si possible en partenariat avec une industrie chimique en Suisse.
- Caractériser, améliorer et développer des capteurs solaires hybrides PV/Thermique en intégration de couches à double fonction PV et thermique (stratégie physico-chimique) ou en juxtaposition de dispositifs PV et thermique (stratégie mécanique). Les modules PV/T n'ont pas encore leur heure de gloire faute d'innovations convaincantes. Le collage d'éléments thermiques sur des éléments PV ne peut suffire. Il faut une intégration plus structurelle pour maintenir les performances des deux fonctions et/ou obtenir un vrai produit multifonctionnel que le marché peut valoriser. La recherche est nécessaire sur cet axe et en partenariat avec les quelques fabricants de produits photovoltaïques de Suisse si possible.

- Evaluer l'intérêt du vide dans la boucle solaire (capteurs, tubes, isolation cuve, etc.) pour augmenter les performances. Les panneaux VIP pour l'isolation apparaissent plus fiables qu'auparavant et des projets dans le solaire thermique ne seraient pas étonnants. Le vide en général est le meilleur isolant et les défis pour le conserver sont importants, soit dans le capteur lui-même soit dans des éléments de transport ou de stockage. Peut-être même en rénovation d'installations solaires lorsque l'épaisseur d'isolant est un facteur critique de succès de la rénovation.
- Développer des dispositifs nouveaux pour augmenter l'efficacité de la boucle solaire dans son ensemble et diminuer la consommation d'électricité pour la circulation. Un champ d'innovation est la réduction de la consommation d'électricité pour la boucle solaire. Celle-ci est toutefois faible.

Innovation dans l'intégration des capteurs solaires

- Développer de nouveaux capteurs solaires thermiques en partenariat avec l'industrie suisse (éléments de façades, éléments minces, éléments multi-fonctionnels, éléments tout en verre, etc.). Avec l'essor du solaire thermique sur les toits et sa compétitivité économique, l'industrie du bâtiment recherche des éléments de captage plus élaborés soit en façade soit en combinaison de fonctions. Les développements passés ont été décevants sur plusieurs plans et il n'y a pas encore de bons produits sur le marché mondial, justifiant une recherche dans ce domaine. L'EU va dans le même temps que ce programme 2013–2016 lancer un appel d'offre sur les façades solaires en 2013, montrant l'intérêt du sujet.

3.2 Stockage : Mieux stocker ou stocker plus et plus longtemps

Cuves à eau

- Comprendre les écoulements de l'eau chaude et ses mouvements dans des cuves solaires usuelles et en déduire de nouveaux dispositifs internes. La modélisation CFD et les techniques de visualisation dans les cuves permettent d'analyser ce qui s'y passe et de mieux appréhender les échanges de chaleur au sein des cuves, pour les améliorer et améliorer la stratification. Des dispositifs internes peuvent être améliorés ou imaginés pour augmenter l'exergie des stocks ou diminuer les pertes.

Changement de phase (PCM)

- Evaluer des matériaux à changement de phase existants en combinaison ou non avec l'eau dans des cuves solaires de 1 m³, éventuellement en développer en partenariat avec l'industrie chimique. L'usage de PCM purs ou en combinaison avec l'eau est porteur d'espoir, et des progrès peuvent être faits par rapport à la situation existante. Des nouveaux produits PCM non toxiques sont sur le marché aux USA et en Europe et devraient être combinés dans des prototypes innovants par le design des échangeurs ou des contenants du PCM.
- Développer, caractériser et tester des solutions de stockage de froid (glace principalement, ou CO₂) pour les systèmes solaires avec pompe à chaleur eau / eau. Un matériau PCM prometteur est l'eau car bon marché et non toxique. Le stockage sous forme de glace permet un stockage dense mais à basse température ce qui nécessite une pompe à chaleur. Plusieurs offres commerciales existent et peuvent être scientifiquement améliorées. Les échanges eau/glace et leur optimisation notamment sont très peu connus.

Sorption

- Evaluer la possibilité du stockage long terme par sorption entre 20 et 150 °C, par exemple par la zéolithe ou les silicagel ou des combinaisons de matériaux éventuellement en conditionnements nouveaux et développer les échangeurs de chaleur adaptés. De nouvelles idées se font jour notamment dans la tâche 4224 de l'IEA Solar Heating and Cooling sur des combinaisons de matériaux qui pourraient améliorer le « température lift » en décharge d'un lit de sorption. En Allemagne la zéolithe solide paraît prometteuse pour un stock de 8 m³ pour une villa 100% solaire.

Thermochimie

- Développer, caractériser et tester des matériaux pour le stockage thermochimique long terme entre 20 et 150 ou 200 °C, et en cas de succès développer des échangeurs adaptés à une boucle solaire de charge et un circuit de décharge pour du chauffage de bâtiments Très prometteur le stockage thermochimique ne reçoit pas assez de moyens pour percer. La tâche 4224 montre des voies très intéressantes et des projets EU sont dans cet axe, nous devons participer à ces efforts de recherche de matériaux et d'échangeurs qui donneront des résultats à long terme en permettant le stockage saisonnier dense.

Stockage souterrain

- Accompagner les projets P+D de stockage souterrain dans leur demande de recherche sur les points qui lèvent des questions nécessitant recherche (tassement, dessiccation du sol, diminution de la résistance des sondes, combinaison stockage court terme – long terme).

3.3 Systèmes : Le solaire en combinaison et synergie

Les systèmes combinés

- Evaluer et comparer les combinaisons « solaire et pompe à chaleur » les plus performantes et en déduire des pistes d'innovation pour atteindre des performances annuelles dépassant 5 pour les solutions eau/eau et 4 pour air/eau assistées par le solaire. La Tâche 44 de l'AIE SHC est en cours et des axes se dessinent quant aux meilleures solutions. Des études théoriques sont encore à faire pour explorer les combinaisons solaire et pompe à chaleur soit par simulation soit par analyse thermodynamique. Il conviendra de vérifier sur le terrain les résultats de la Tâche.

L'impact environnemental

- Evaluer les impacts environnementaux des systèmes solaires thermiques afin d'avoir une vue claire de leur importance car le sujet est controversé. Les analyses du cycle de vie (ACV) devront être conduites pour les composants et les systèmes typiques du marché. Des propositions de réduction des impacts seront formulées en discussion avec les acteurs concernés.

Les « smart networks »

- Évaluer les possibilités de raccordement des capteurs et de stocks décentralisés à un réseau de quartier à basse température (« solar thermal smart network »). L'idée de fédérer des producteurs-consommateurs de chaleur solaire sur un même réseau de quartier pourrait s'avérer intéressante si le nombre de raccordements est assez important, ce qui devrait arriver à terme en Suisse. Des travaux de recherche dans ce sens ont été menés dans le projet « VoFEN » à Zürich et doivent être étendus et/ou précisés au niveau de l'unité de production.

Le multi-fonctionnel

- Développer en partenariat avec l'industrie des composants architecturaux intégrant un captage solaire thermique innovant (couleur, stockage, multi-fonctions, etc.) Les solutions d'intégration architecturale sont encore faibles en solaire thermique du fait de la complexité hydraulique, du poids, de l'épaisseur, de la non couleur. Des progrès sont attendus pour les capteurs sur ces axes et peuvent offrir plus de souplesse dans le bâtiment.
- Evaluer des nouvelles solutions de froid solaire thermique dans les climats ad hoc, particulièrement en combinaison avec des capteurs PV/T et des compresseurs. Le froid solaire thermique en Suisse se heurte à son coût trop élevé si le facteur de charge ne dépasse pas 3 à 4 semaines. Des combinaisons de systèmes ou des demandes dans d'autres climats ou pour toute charge thermique pourraient redonner un intérêt au « solar cooling en Suisse ». On sait par ailleurs que les maisons Minergie sont sujettes à des surchauffes potentielles, Une solution simple avec le solaire thermique aurait un marché. Mais elle est en concurrence avec le solaire PV et des mesures passives et il faut analyser de manière précise les options et le cadre légal. Ceci doit être fait en coordination avec le programme de recherche de l'OFEN traitant du froid.

3.4 Outils : Des aides au projet efficaces et à large spectre

Elargir les fonctionnalités de la simulation de systèmes

- Introduire dans les logiciels de simulation une méthode permettant d'optimiser sous contrainte une installation solaire avec tout type d'appoint (recherche automatique d'optimum). Les logiciels permettent de simuler une configuration précise. Il n'est pas fréquent de ne faire qu'un calcul en ingénierie solaire et c'est le plus souvent un optimum avec contraintes qui est recherché. De ce fait il serait utile de disposer d'un outil qui peut simuler des plages de valeurs de paramètres et présenter les résultats de manière comparée.

- Pouvoir simuler les combinaisons Solaire + Pompe à chaleur avec un outil d'ingénieur, validé sur avec des solutions connues expérimentalement. La tâche 44 de l'IEA SHC va produire des résultats comparatifs sur des installations mesurées et les simulations pourront être validées. Encore faut-il que les logiciels de simulation soient dotés des combinaisons de système génériques de la Tâche 44.
- Pouvoir considérer des capteurs PV/T dans les outils de simulation. A priori tâche facile si on a des mesures sur des capteurs hybrides, mais il faut aussi pouvoir combiner des capteurs thermiques et PV pour avoir un bilan complet.
- Intégrer des machines réversibles chaud/froid (pompes à chaleur) dans les outils de simulation. De même que pour les capteurs, les machines réversibles doivent pouvoir être intégrées dans les simulations, sur des configurations prédéfinies pour simplifier la tâche des ingénieurs, de sorte que ces configurations soient choisies plus souvent.

Données satellites et prévision

- Permettre de connaître avec précision et prédire le rayonnement solaire en tout point sur la terre à partir de données satellitaires internationales par exemple dans Meteonorm. Les travaux internationaux dans le domaine du gisement solaire autour de la planète à partir de données satellitaires nous permettent d'avoir accès à ces données d'une part et d'autre part de positionner Meteonorm comme outil toujours à la pointe de données météorologiques. Meteonorm, développé depuis 1985 en Suisse et passé dans le privé en 1997, a une part de marché importante dans les logiciels météo solaires au niveau mondial et nous estimons stratégique l'outil pour le dimensionnement solaire.

3.5 Projets pilotes et démonstrations (P+D)

Intégration architecturale dans le bâtiment

Il se développe des éléments de captage solaire thermique et PV/T en intégration architecturale (couleurs, formes, matériaux, éléments multi-fonctionnels, tuiles, sous-toiture, etc.), qu'il est nécessaire de tester et de démontrer.

Dispositifs anti-stagnation

Un brevet a été déposé par l'ETHZ sur le « capteur dégazeur » qui permet de vider une installation solaire de l'air qu'elle contient. Des tests en vraie grandeur sont cependant à faire pour convaincre les industriels de l'offrir dans leur système, notamment pour les systèmes de plus de 100 m².

Stock saisonnier compact pour une villa

Si la recherche aboutit sur les matériaux, des projets pilotes seront souhaitables. Des projets innovants avec des stocks de glace et pompes à chaleur pourraient être à soutenir, par exemple pour améliorer les échanges eau/glace et les performances globales des installations.

Stock saisonnier souterrain diffusif pour des grands ensembles (500 MWh/an)

Des opportunités dans des ensembles neufs peuvent voir le jour. Un objectif serait de réaliser au moins une grande installation solaire (plus de 2'000 m²) avec stockage saisonnier souterrain pour les besoins en chaleur d'un quartier ou d'un grand ensemble. Un tel projet nécessite des conditions particulières et favorables pour atteindre des hautes fractions solaires sans pompe à chaleur comme c'est le cas dans des projets de renom en Allemagne, au Canada, au Danemark. A long terme dans le 21^{ème} siècle la part de marché de telles installations sera importante par rapport aux petits systèmes qui dominant actuellement en Suisse.

Systèmes combinés avec stockage innovant et « solaire et pompe à chaleur »

La combinaison solaire et pompe à chaleur se développera de plus en plus sur le marché et des innovations sont attendues qui justifieront des projets P+D, par exemple des machines réversibles avec production de chaleur et de froid à partir de capteurs évacués ou autres.

4. Principes de financement

Les critères pris en compte dans l'évaluation des propositions de projets sont :

4.1 Projets de recherche

Le contenu des projets de recherche doit être compatible avec les principes et / ou les sujets de recherche tels que formulés dans le présent document. Les projets doivent combler des lacunes dans les connaissances qui n'auraient pas été abordées dans des études antérieures et dont les résultats potentiels ne sont pas protégés par des brevets. La recherche financée par l'Office fédéral de l'énergie est dans le principe une recherche appliquée. La recherche fondamentale n'est pas exclue dans le principe, mais elle doit être faite en collaboration avec un partenaire industriel pour permettre une mise en œuvre des résultats. Toutefois il faut savoir que les résultats des projets qui reçoivent le soutien de l'Office fédéral de l'énergie sont rendus publics.

4.2 Pilote et de démonstration

Les installations pilotes et de démonstration seront fortement soutenues selon la demande du Conseil fédéral. Le programme de l'Office fédéral de l'énergie prend en charge de nouvelles applications de technologies énergétiques dans des projets innovants, selon le principe de la loi sur l'énergie avec un soutien financier au plus de 40% des surcoûts ne pouvant être amortis par les économies d'énergie du projet.

4.3 Subsidiarité / co-financement

Les programmes de recherche dans l'énergie de l'OFEN sont conçus pour compléter les projets du secteur privé et des organismes publics de recherche. Grâce à des partenariats, les projets ont ainsi un potentiel de conduire à des produits ou services tangibles plus grand. En complément, les programmes de recherche européens et internationaux de recherche sont également soutenus par la Suisse. Ce travail collaboratif réunit des chercheurs de différents pays et peut multiplier les chances de réussite par la réunion de toutes les expériences. Les ressources des programmes de recherche de l'OFEN sont limitées. Ainsi un financement fort d'un nombre restreint de projets n'est pas possible à moins que le requérant ne trouve des moyens complémentaires auprès d'autres sources.

4.4 Centres de Compétences

Afin que la recherche sur l'énergie soit menée avec une certaine continuité, les programmes favorisent les centres de compétences dans un domaine. Ces centres principalement dans les écoles techniques ont pris un poids important dans le financement de la recherche énergétique. La recherche sur l'énergie reste cependant ouverte aux organismes privés, qui peuvent devenir partenaires d'un centre, et contribuer au financement ou à la mise en œuvre d'un résultat de recherche à leur profit.

4.5 Dépôt des projets

Les documents pour déposer une demande de projet de recherche se trouvent sur le site internet de l'OFEN à l'adresse suivante : <http://www.bfe.admin.ch/forschungssolarwaerme/02213/02214/index.html?lang=fr>

Il est conseillé de soumettre au préalable des esquisses de projet. Après discussion avec le responsable de programme, la requête finale pour un projet de recherche ou un projet pilote et de démonstration peut être déposée en suivant ses recommandations. Les demandes doivent être adressées en format électronique au chef du programme qui assure la coordination avec l'Office fédéral de l'énergie.

5. Références

- [1] ESTTP : Solar Thermal Vision 2030, Vision, Potential, Deployment roadmap, Strategic Research Agenda, 2011
- [2] OFEN 2011 et Swissolar : Le recensement du marché de l'énergie solaire en 2010, juillet 2011
- [3] IEA SHC : Solar thermal energy markets, 2010, AEE Intec, Austria.
- [4] CORE : Plan directeur de la recherche énergétique suisse 2013–2016
- [5] OFEN 2012 : Rapport annuel 2011 de la recherche énergétique suisse
- [6] Site du SPF : www.solarenergy.ch
- [7] Site de IEA SHC Solar Heating and Cooling Programme : www.iea-shc.org
- [8] IEA Solar Heating and cooling programme, Task 44 Annex 38, Solar and heat pump systems
- [9] IEA Solar Heating and cooling programme, Task 4224, Compact Heat storage
- [10] IEA Solar Heating and cooling programme, Task 41, Solar buildings
- [11] IEA Solar Heating and cooling programme, Task 46, Satellite data
- [12] Renewable Heating and cooling, RHC Platform, Brussels, Strategy 2030
- [13] Vision of Future Energy Networks (VoFEN) – Phase 2 – BFE Projekt 500012 – Oktober 2011
- [14] Swissolar - Communiqué de presse : La Suisse passe la vitesse supérieure, 100'000 installations solaires thermiques sur les toits en Suisse, 16 février 2012