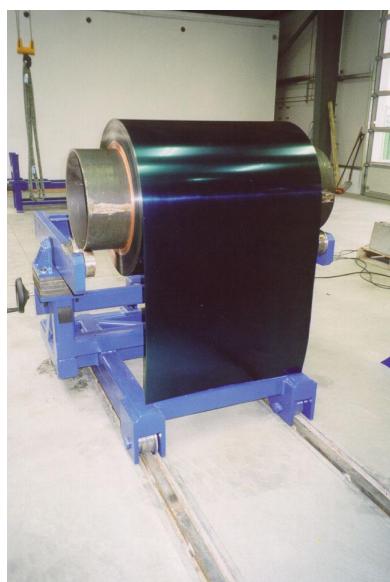


SOLAIRE ACTIF: CHALEUR

Rapport de synthèse
sur les activités 1998 du programme de recherche

Jean-Christophe Hadorn
jchadorn@swissonline.ch



ABSORBEUR 2000

L'installation du producteur européen d'absorbeurs exploitant la technologie brevetée par l'UNI-Bâle et le SPF-Rapperswil a été réalisée en 1998 et devrait entrer en production en 1999 (Photos SPF).

Centres de gravité du programme

La recherche solaire thermique suisse reste volontairement proche du marché. Le programme vise à augmenter l'efficacité et la fiabilité des installations, avant de rechercher la performance économique, plutôt du ressort de l'industrie.

Le programme 1998 comprend les centres de gravité suivants:

1. **Amélioration continue des performances des composants solaires.** Le niveau élevé de qualité du Centre national d'héliotechnique SPF à Rapperswil est volontairement soutenu.
2. **Mesures d'installations innovantes.**
3. Recherche de critères et procédures pour garantir

la qualité des installations en fonctionnement.

4. Passage de l'analyse de chauffe-eau solaires, en mains du marché, à l'étude de **systèmes standard combinés**, chauffage et eau chaude pour villas, avec mise sur pied d'un nouveau projet AIE.
5. Projet de prototype de **mini-centrale solaire thermique "SPS"**.

Le programme est avant tout organisé autour du SPF-Rapperswil, et de l'École d'Ingénieurs EIVD-Yverdon. Il fait appel ponctuellement à divers autres groupes, ingénieurs spécialisés ou centre universitaire, et à l'EPF-Lausanne pour le SPS. Nous essayons, dans les limites de notre budget, de garder une continuité des équipes.

Buts visés pour 1998

a) Logistique

La diffusion de METEONORM 3.0 au niveau mondial était à suivre. Le développement de la version 3.0 de Polysun était prévu.

Une large diffusion du premier CD-ROM "SPF Info" était planifiée.

b) Composants

Les installations de tests du SPF à Rapperswil doivent être maintenues à un haut niveau de qualité. Le remplacement de la chaîne d'acquisitions de données était devenu nécessaire.

La mise en production de la nouvelle couche sélective améliorée de l'absorbeur d'ÉNERGIE SOLAIRE, était attendue.

Le transfert de technologie du brevet "Absorbeur 2000" de l'Uni Bâle et du SPF devait donner lieu à la construction d'une ligne de production industrielle en Allemagne.

Les conclusions des mesures de la surchauffe estivale sur un champ de capteurs de 52 m² étaient attendues.

c) Systèmes

En matière de chauffe-eau solaires, il s'agissait de poursuivre les tests de kits au SPF et à l'EIVD, de réaliser les modifications proposées en 97 pour diminuer le prix

d'un kit du marché.

Les travaux dans le domaine de l'assurance qualité des systèmes en fonctionnement devait aboutir à une recommandation pour les fabricants. L'application des méthodes du contrôle optimal à un kit solaire devait aboutir à une augmentation de la performance à coût quasi nul.

L'utilisation routinière du logiciel TRNSYS par le SPF et l'EIVD pour la simulation d'installations complexes, l'identification de paramètres et leur intégration aux activités AIE étaient recherchées.

Le rapport final de deux grandes installations avec captage par absorbeurs solaires sélectifs (Saillon, Boudry) était attendu. La mesure détaillée des effets du vent sur la toiture solaire de Plan-les-Ouates était demandée au CUEPE/UNI-Genève.

Le projet de SPS (*Solar Power System*) du Laboratoire d'Énergétique Industrielle, LENI/EPF-Lausanne, et COGENER, mini-centrale électrosolaire de 10 kWel devait être terminé et la construction réalisée.

d) Installations

Le bilan final de deux immeubles solaires à Sevelen était attendu.

Une participation de qualité à EUROSUN'98 de l'ensemble des chercheurs était souhaitée.

Travaux effectués et résultats obtenus

a) Logistique

La distribution mondiale de **METEONORM 3.0** au prix de 500 CHF s'est poursuivie sous la responsabilité de METEOTEST. À fin 1998, plus de 330 copies ont été vendues. Une publication a été acceptée dans *Solar*

Energy [1].

Le logiciel de simulation des installations solaires **POLYSUN 2.0** a été vendu à 500 exemplaires, en Suisse, en Allemagne et en Autriche. La *hotline* a été assurée et deux présentations publiques ont été faites par le SPF à

Zurich et à Munich [2D].

La version 3.0 a été entreprise, mais n'a pu être achevée. Les moteurs de simulation, développés en FORTRAN il y a plus de 10 ans à Burgdorf, ont été réécrits en C++ pour faciliter maintenance et extension. Le passage à Windows 95/98 a été réalisé. Le passage à NT s'avère plus délicat. Un échangeur extérieur à la cuve solaire peut désormais être simulé. Pour réduire le coût, il a été décidé que seule la traduction des menus en anglais serait entreprise.

Le premier CD-ROM "SPF Info" a été distribué gratuitement à 4'500 exemplaires avec un accueil très favorable. La traduction en français et anglais du catalogue des capteurs a été faite et sera intégrée dans la version 99, qui ne sera plus gratuite [2D].

Le site Internet dédié à la recherche en solaire thermique [17], complété en 1998, a été très fréquenté [2D].

Le système d'acquisition de données du SPF a été renouvelé après 10 ans. Un nouveau logiciel d'acquisition automatique a été réalisé. Dénommé MCPS, il est couplé à un nouveau logiciel d'analyse (Kalk 2000). Un véritable *datawarehouse* sur les mesures de tous les capteurs testés à Rapperswil est désormais disponible. Ce travail est apparemment peu spectaculaire. Mais il constitue l'infrastructure du SPF pour que les mesures de capteurs soient accomplies en un temps record avec la précision et la fiabilité requises par la certification internationale. Les tests de kits solaires et de stock peuvent être intégrés dans le processus, pour constituer la mémoire long terme du SPF [2D].

Le nouveau module logiciel du SPF, TubeCalc 1.0 permet l'évaluation des pertes de charge de tout circuit solaire et le dimensionnement de la pompe. Le module devrait être intégré à Polysun sur le CD-ROM 99 [2D].

b) Composants

Les travaux du **SPF-Rapperswil** sont restés de très bonne qualité, et une équipe motivée est à remercier.

Les principaux résultats obtenus en 1998 au SPF sont les suivants [2]:

- 50 tests de capteurs ont été réalisés ! Le rendement et l'effet d'incidence du rayonnement sont systématiquement mesurés en conditions réelles, avec un temps d'exposition le plus court possible. L'acquisition améliorée en 1998 a permis de compenser les mois peu ensoleillés d'automne,
- les tests de qualité des capteurs, permettant d'obtenir le label SPF, ont été accomplis en dépit de difficultés météo. Dès 1999, seuls les capteurs ayant reçu le label SPF pourront être subventionnés par l'OFEN. La mesure des capacités de séchage de l'humidité dans les capteurs a été améliorée,
- l'accréditation européenne EN 45001 des tests des capteurs a été préparée et devrait être effective en 1999 après visite du service SAS suisse,
- les essais de tests dynamiques de capteurs selon les normes européennes ont été poursuivis avec neuf

centres de recherche européens. Les résultats ont été décevants,

- les installations de tests de kits pour l'eau chaude sanitaire ont été utilisées pour de nouveaux systèmes,
- la caméra infrarouge pour l'analyse des capteurs solaires et des pertes singulières des cuves de stockage a été abondamment utilisée. Le SPF a ainsi pu quantifier les déperditions des armatures,
- la caractérisation de stocks stratifiés a débuté. La procédure de tests de stocks, non encore normalisée, a été discutée avec les partenaires danois et hollandais. L'accréditation suisse du banc d'essai de stocks est en cours,
- les travaux sur un nouveau circulateur n'ont pu être avancés faute de temps.

Dans le domaine clé des matériaux, les travaux et résultats du SPF ont été en 1998 les suivants [2C]:

- la collaboration internationale dans le groupe de l'AIE **MSTC Materials for Solar Thermal Collectors** s'est achevée en automne 1998. L'introduction de nouvelles couches sélectives conduit à une augmentation de la température de stagnation des capteurs. De nouvelles procédures de tests ont donc été définies quant au vieillissement des couches. Le rapport final des quatre ans de travail du groupe MSTC est attendu pour 1999. Une publication a été faite à EUROSUN'98.
- tous les résultats de 11 ans de tests de dégradation et de salissures des couvertures transparentes de capteurs sont désormais organisés en base de données. Ils seront disponibles dans le CD-ROM "SPF Info 1999",
- le développement d'un verre solaire avec couche antireflet conjointement avec l'ISFH de Hanovre et un industriel suisse (ERIE) a été abandonné, le partenaire allemand ayant renoncé. Cependant l'étude des voies pour réaliser un verre à basse réflexion a été poursuivie: ont été réalisées une caractérisation des éléments chimiques présents à la surface de verres spéciaux et une recherche bibliographique sur la structuration des couches de surface de verre solaire,
- l'outil de mesure simultanée de la réflexion et de la transmission spectrales a été amélioré par de nouveaux détecteurs et son usage a été simplifié, permettant en une seule mesure l'examen du spectre solaire complet de 280 à 2500 nm,
- les tests de fluides caloporteurs capables de résister sans dégradation aux hautes températures (200 °C) ont été poursuivis avec l'EMPA groupe "Corrosion". Les résultats montrent une bonne stabilité du pH des fluides propylène-glycol et éthylène-glycol jusqu'à 250 °C. D'autres mélanges se révèlent peu stables à 300 °C,
- la couche **Absorbeur 2000** de l'UNI-Bâle et du SPF (brevet OFEN) est exploité par un industriel

allemand. La machine de production a été construite en 1998. Le procédé de production en continu de la couche par dépôt sous plasma a été amélioré de manière à obtenir une homogénéité du dépôt sur toute la largeur de la tôle de cuivre de 800 mm (longueur de 2 km). En production prototype, l'émission de la couche déposée est bonne, l'absorption peut être améliorée. La production devrait démarrer en été 99. Le SPF agit ici comme conseiller mandaté de l'industriel, dans le but d'atteindre un absorbeur léger, de qualité et bon marché, appelé à remplacer l'importation américaine actuellement dominante. De nouvelles couches à base de Cermet ont également un potentiel solaire à étudier.

Débuté en 1996, le projet **Absorbeur AS+** avait pour objectif l'amélioration de la couche sélective produite par **ÉNERGIE SOLAIRE**, pour le seul capteur non vitré et sélectif pouvant constituer une toiture solaire. La nouvelle couche dénommée C4-97 a été qualifiée en 1998 pour le passage en production. La ligne de fabrication a été modifiée début 1998. L'adaptation des paramètres a pris plusieurs mois du fait de l'impossibilité d'interrompre la production. Le passage de l'échantillon au produit en vraie grandeur était le deuxième objectif. Les résultats des tests effectués sur des tôles de 2 m² permettent de garantir en production une absorption dépassant 0.95 et une émission inférieure à 0.07, résultat mondialement remarquable. Les tests au SPF ont montré que le rendement du capteur sans vitrage a subi une nette amélioration, de l'ordre de 15 % par vent nul. Les résultats des tests des capteurs vitrés équipés de l'AS+ n'ont pu être obtenus en 1998. Depuis septembre 1998, tous les absorbeurs produits par **ÉNERGIE SOLAIRE** disposent de la nouvelle couche C4-97, plus performante et plus écologique, sans modification du prix final [3]. La collaboration OFEN-Industrie a parfaitement fonctionné dans ce projet.

c) Systèmes

À l'**EIVD-Yverdon**, les mesures long terme sur un kit solaire concluent à la validité de l'extrapolation des résultats à partir de mesures de quelques jours. Le chauffe-eau économique développé en 1997 a été amélioré. Les mesures en cours doivent confirmer les améliorations et conforter l'industriel dans l'intérêt d'une commercialisation. L'EIVD a instrumenté en 1998 deux installations combinées de conception très nouvelle, mises récemment sur le marché (système Arpège d'Agena), l'une dans une villa et l'autre en laboratoire. Le comportement du stock muni d'un brûleur intégré à mi-cuve sera particulièrement suivi. Ce projet fait partie du nouveau projet AIE [6].

L'étude sur les **petites unités de froid solaire** s'est achevée à l'EIVD. Une solution de climatisation solaire basée sur le principe de l'adsorption intermittente serait

la meilleure pour les villas. La construction d'un prototype est envisagée, hors de notre programme. Pour les bâtiments administratifs ou commerciaux, ou ceux munis d'une ventilation, la dessiccation est la meilleure technique [6].

L'amélioration d'un chauffe-eau artisanal en thermosiphon, construit par la Coopération suisse au Burkina-Faso, a été également recherchée à l'EIVD [6].

Le projet de **supervision automatique des installations**, une collaboration entre l'Institut d'Automatique de l'EPFL, l'EIVD-Yverdon et un industriel solaire, a utilisé deux variables qui peuvent être manipulées pour maximiser la part solaire d'un chauffe-eau: le débit dans les capteurs et la puissance de l'appoint électrique. La commande développée est basée sur un modèle validé, une prévision de l'ensoleillement par l'Institut Suisse de Météorologie et l'estimation des besoins en eau chaude sanitaire. Cette estimation pourrait être exécutée par un réseau neuronal. Un débit proportionnel à l'ensoleillement est très proche de l'optimum, mais pour un gain faible. Le nouveau concept de l'appoint à volume variable qui a été découvert pourrait faire l'objet d'un brevet. La mise en place de la nouvelle commande sur un kit solaire modifié n'a pu être réalisée en 1998. Une prolongation avec des moyens réduits doit être envisagée. La visualisation via Internet des mesures faites à Yverdon devrait être mise en fonction [7].

Le SPF-Rapperswil a analysé douze nouveaux chauffe-eau compacts du marché. Grâce à l'analyse par composants préférée à la mesure du système complet, les résultats annuels peuvent être rapidement obtenus par extrapolation. Les résultats des tests sont disponibles [17]. L'action **Solkit** s'est terminée avec un dernier contrôle des installations pilotes. Au total, 41 Solkit ont été suivis *in situ*: des problèmes de matériau ont été détectés et résolus en collaboration avec l'industriel [2B]. Le SPF a parallèlement commencé son implication dans le projet AIE sur les systèmes combinés, et trois fabricants suisses ont été motivés avec succès.

Le projet **Économies possibles grâce aux arrêts du primaire dans les installations solaires** s'est terminé en 1998 avec la création d'un limiteur de marche. Il permet de réduire la mise en marche de la chaudière pour éviter les pertes de maintien en température. Il est surtout utile dans des installations de préchauffage d'eau sanitaire à deux cuves. Un prospectus explicatif du limiteur a été distribué à tous les fabricants de matériel solaire de Suisse [8].

Le projet **Qualitätssicherung bei Solaranlagen** devait aboutir en 1998 à la définition de critère(s) de qualité d'une installation. L'idée était d'offrir une surveillance automatique permanente, à un coût faible, sans recourir à une solution de "garantie de résultats solaires" plutôt réservée aux grandes installations. Une enquête auprès des industriels suisses a été réalisée par SYNETRUM.

Deux solutions ont émergé. La première est le recours à un modèle des installations en comparaison continue avec la réalité, avec les impossibilités qu'il comporte pour des systèmes non standards. La deuxième est une solution plus simple qui est l'analyse des dysfonctionnements de la seule boucle solaire par le biais de l'analyse de réponse spectrale de la température de sortie des capteurs, grandeur aisément mesurable. Un cahier des charges a été développé [4].

Dans le projet d'**Illnau**, une installation de préparation d'eau sanitaire pour un groupe de villas est mesurée depuis le printemps 1997. L'installation comporte 52 m² de capteurs vitrés, irrigués en faible débit de 15 l/h m². L'installation a pu être modifiée pour l'étude de la surchauffe estivale du circuit de capteurs. Une méthode de dimensionnement du vase d'expansion a été développée. La fraction solaire a été de 58 % des besoins en eau chaude sanitaire et de 15 % des besoins en chaleur. Ceci est conforme à l'attente et a confirmé l'intérêt de la solution *low flow*. Un refroidissement externe des capteurs est suggéré pour l'été [5].

Les travaux de construction de la **mini-centrale solaire pilote électro-thermo-solaire de 10 kWel SPS (Solar Power System)** n'ont pas avancé aussi vite que prévu. Le capteur à concentration, dont le *design* a été revu en 1998 par COGENER suite à différents problèmes techniques, est en début de construction à fin 1998. Le collecteur sous vide, partie très critique du captage, a été finalement acheté à SOLEL en Israël, après des essais infructueux de développement d'une solution suisse. L'unité pilote de deux turbines étagées *Scroll* a été projetée et construite au LENI, EPF-Lausanne, sur un bâti transportable. Elle est en cours de test en labo avant l'installation sur le site du Parc Scientifique de l'EPF-Lausanne en 1999. Tous les éléments du projet sont maintenant définis et en commande. Le logiciel de simulation de l'ensemble a été enrichi. Un financement complémentaire de la boucle solaire a dû être trouvé au titre de projet pilote [13].

d) Installations

Le rapport final du projet **Saillon 1 MW solaire** a été réalisé après 3 cycles de mesures [9]. Voici les conclusions principales:

- La production annuelle des 957 m² d'absorbeurs non vitrés a été de 300 kWh/m² pour un coût de 380 CHF/m², amenant le kWh solaire à un prix d'environ 8 cts/kWh. Deux défauts ont toutefois été constatés pour cette première: la sensibilité au vent de la toiture, exacerbée par la forte corrélation entre soleil et vent en Valais, et une irrigation incomplète des capteurs posés à l'horizontal et parcourus par un débit faible de 12 l/h m²,
- le stock saisonnier en aquifère n'a pas fonctionné selon l'attente. Les causes sont triples: la taille du stock trop petite, la production insuffisante des ab-

sorbeurs et la difficulté de contrôler à bon marché un aquifère de surface. En outre, l'échangeur principal brasé au cuivre a cédé par corrosion après quatre cycles,

- le principe nouveau de la distribution par le Calobus a fonctionné. Des problèmes de réglage n'ont pas été observés. Une corrosion des échangeurs a cependant nécessité réparation,
- la possibilité de réduire leurs charges de chauffage est difficilement utilisée par des locataires peu motivés.

Les résultats du pilote de Saillon ont contribué à un nouveau *design* de toiture solaire, mis en œuvre à Plan-les-Ouates en 1996 et à la maîtrise du fonctionnement du Calobus. Par contre le stockage saisonnier en aquifère pour des projets inférieurs à 500 MWh de demande annuelle est impossible.

Au **Centre d'Entretien de Boudry**, 102.5 m² d'absorbeurs en façade sont directement reliés au chauffage de sol d'un atelier depuis 1996. Il s'agit d'un "plancher solaire direct" (PSD). Le rapport final rassemblent deux années de mesures et montre que:

- l'installation solaire a fourni 7 % de l'énergie thermique totale annuelle du Centre, moins que les 10 % prévus,
- l'effet du vent sur la paroi verticale est prépondérant quant aux performances, mesurées à 126 kWh/m² par an. Les pertes par convection représentent 85 % des pertes totales,
- le prix du kWh solaire s'élève à 34 cts, avec un potentiel de réduction à 28 cts pour de nouvelles installations.
- Des tables de dimensionnement de PSD avec absorbeurs ont été établies. En installant une surface d'absorbeurs égale à 35 % de la surface à chauffer, on peut atteindre un coût de 18 cts/kWh [10].

La cité solaire de **Plan-les-Ouates** comporte trois corps de bâtiments avec une toiture solaire intégrée de 1'400 m² d'absorbeurs sélectifs couplés à 100 m³ de stock. Le suivi de la toiture solaire est effectué par le CUEPE depuis juin 1997. La toiture a produit 120 kWh/m²/an soit une contribution de 17 % à la demande totale en chaleur. Des améliorations devraient permettre d'augmenter cet apport de 40 %. Durant l'été 98, après remplacement de sondes défaillantes, la toiture solaire a couvert tous les besoins thermiques. L'étude théorique et *in situ* de l'écoulement du vent autour des toitures a été conduite [11].

Le rapport final des mesures de deux immeubles solaires de **Sevelen** est attendu. Sevelen 1 avec 112 m² et un stock de 227 l/m² a eu un taux de couverture solaire des besoins chauffage+eau chaude de 69 % de janvier à juin 98, et Sevelen 2 avec 110 m² et 352 l/m² de 98 % [12].

Coordination et collaboration nationale

Parmi les principales collaborations nationales de l'année, citons:

- le SPF avec l'industrie solaire suisse en général et en particulier les fabricants de capteurs solaires,
- le SPF avec l'EMPA,
- l'École d'Ingénieurs, EIVD-Yverdon, avec l'Institut d'Automatique, IA/EPF-Lausanne, et l'industriel AGENA,
- le Bureau d'études Keller-Burnier avec le Service de l'énergie, Lausanne,
- le CUEPE/UNI-Genève avec le CERMA, Nantes.

Comme chaque l'année, le SPF a organisé de nombreuses visites de ses installations de Rapperswil.

Avec la SOFAS, deux manifestations nationales ont été organisées:

- en septembre 98 à Zurich, un séminaire sur l'intérêt de la garantie de résultats des installations solaires

(GRS) a rassemblé une vingtaine de professionnels et des conférenciers de France et d'Allemagne. La GRS qui s'impose dans ces deux pays pour les grandes installations n'est pas jugée souhaitable en Suisse par une majorité de professionnels.

- en novembre 98 à Rapperswil, plus de 130 personnes ont pris part à un séminaire international sur les derniers développements en matière d'absorbeurs solaires.

Par ailleurs, nous avons suivi le projet Neurobat, afin d'évaluer la possibilité d'utiliser les méthodes neuronautes dans les installations solaires actives [14]. Faute de moyens, nous devons cependant renoncer à une recherche d'ampleur dans ce domaine pour le moment.

Des réunions entre responsables romands de programmes de l'OFEN et délégués cantonaux romands à l'énergie ont été organisées en avril et octobre 1998 sous l'appellation 3E.

Coordination et collaboration internationale

En ce qui concerne le programme *Solar Heating and Cooling* de l'Agence Internationale de l'Énergie, deux axes de recherche sont actifs dans notre programme:

- le groupe de recherche sur les matériaux dans les capteurs (MSTC) a terminé ses travaux. Les rapports finaux seront disponibles en 1999. Le SPF y a pris une part importante et a également beaucoup appris. La poursuite du travail a été jugée nécessaire par le Comité exécutif du programme. Un nouveau projet devrait débuter en 1999.
- Nous avons mis sur pied en 1998 un nouveau projet qui traite des systèmes combinés chauffage + eau sanitaire pour les villas. Il vise à comparer les systèmes existants dans sept pays et à améliorer leur *design*, pour atteindre des produits standard optimisés. Ce projet durera 3 ans. Nous concentrerons des moyens au SPF et à l'EIVD, avec une participation industrielle. Nous avons organisé un meeting de préparation à Genève en mars 98, et défendu avec succès ce projet devant l'AIE en avril 98. Le Büro n+1, Berne, assure la direction du sous-projet *System survey and comparison*, et le premier meeting

officiel a eu lieu à Chambéry en décembre 98. Plus de 20 systèmes concurrents présentés par 8 pays ont pu être regroupés en 5 familles génériques [15].

Nous avons suivi les préparations de deux autres projets: *Solar procurement* et *Solar cooling*. Nous ne jugeons pas une participation de la Suisse à ces deux projets comme prioritaire, compte tenu de l'état de notre marché et de nos moyens financiers. Proche des préoccupations du premier projet, nous avons cependant lancé une réflexion sur les possibilités d'introduction du solaire dans un réseau de chauffage à distance existant [16].

En 1998, le travail commun sur les méthodes de tests des stocks stratifiés entre le Danemark, les Pays-Bas et la Suisse s'est poursuivi pour établir les bases d'une norme européenne.

La distribution du logiciel *Solar Option*, issu des travaux suisses d'un groupe de travail de l'AIE a été organisée en 1998 via ENET.

Transferts à la pratique, Projets P+D

Pierre Renaud, chef du programme P+D

La recherche en solaire thermique reste une recherche appliquée. Plus de 80 % du budget est alloué à des projets qui visent à répondre à des

besoins à court terme du marché: qualité, fiabilité des composants, performances des installations, standardisations.

En ce qui concerne le programme P+D, dirigé par le bureau PLANAIR, le nombre de demandes de soutien au titre de projets pilotes a encore une fois diminué en 1998 (-65 %).

L'impression que le marché solaire stagne est cependant fausse si l'on consulte les statistiques de la SOFAS. Il semble que les demandes de soutien au titre de projet P+D soient par contre moins importantes.

Des réalisations pilotes en milieu hôtelier ont été

soutenues. Deux projets ont été réalisés en *contracting*.

Dans le but d'assurer une meilleure diffusion des informations, un effort particulier a été fait pour l'élaboration de fiches techniques pour une douzaine d'installations.

Les nouveaux projets P+D 1998 ont été au nombre de 6 pour un total de 365 m² de capteurs et un investissement de 234'000 CHF. Dix projets ont été terminés en 1998 pour un total de 737 m² et 420'000 CHF. La plupart concernent du préchauffage d'eau sanitaire [18].

Évaluation 1998

Le programme s'est en général bien déroulé en 1998 selon les attentes.

Les principales difficultés rencontrées sont liées à l'insuffisance de budget qui ne nous a pas permis, soit de

concentrer des efforts sur un sujet important pour l'épuiser, soit d'avoir plus de souplesse.

Dans l'ensemble, le transfert à la pratique des résultats de la recherche est jugé satisfaisant.

Perspectives 1999

En 1999, nous attendons le développement des tests de stocks solaires et l'organisation de notre recherche autour du projet AIE *Solar Combisystems*.

Nous chercherons à concentrer nos moyens limités sur les deux centres de compétences que sont le SPF-

Rapperswil et l'EIVD-Yverdon, avec des tests de composants, des tests de systèmes et la simulation en complément, sans négliger la recherche sur les matériaux du solaire.

Liste des projets de recherche

- [1] S. Kunz, J. Remund, METEOTEST, Bern: **METEONORM Version 3.0** (*Solar Energy*, Vol. 62, No 5, pp. 331-344)
<http://www.meteotest.ch/meteotest/meteonorm>
- [2] U. Frei et al., SPF/IT-Rapperswil: **SPF Forschung 1997 – 2001** • **Teil A: Komponenten in solarthermischen Systemen** (RA) • **Teil B: Thermische Solarsysteme** (RA) • **Teil C: Materialen in thermischen Systemen** (RA) • **Teil D: Informatik und Software** (RA)
- [3] J.-P. Rossy, ÉNERGIE SOLAIRE, Sierre: **Absorber AS+ (C4-97)** (RA)
- [4] SYNETRUM, Murten: **Qualitätssicherung bei Solaranlagen: Permanente Funktionskontrolle** (RF)
- [5] R. Eismann, FENERGY VON FELTEN, Jonen: **Messprojekt 52 m² low-flow Solaranlage** (RA, RF)
- [6] P. Dind et al., EIVD, Yverdon: **Mesures long terme de chauffe-eau solaires** (RF) • **Pré-étude de petites unités de froid solaire thermique** (RF) • **Installations solaires combinées pour villa et test de chauffe-eau solaire amélioré** (RA)
- [7] D. Gillet, D. Bonvin, T. Prud'homme, IA/EPF-Lausanne: **Supervision automatique d'installations solaires thermiques** (RA)
<http://www.epfl.ia.ch>
- [8] L. Keller, Bureau d'études Keller-Burnier, Lavigny: **Énergie solaire: Économies possibles grâce aux arrêts du primaire. Développement d'un limiteur de marche** (RF)
- [9] Consortium Énergie, Martigny, et BSI, Lausanne: **Saillon 1 MW Solaire. Suivi du 3ème cycle** (RF)
- [10] M. Kernen, P. Renaud, PLANAIR, La Sagne, O. Graf, BSI, Lausanne: **Plancher solaire direct du Centre d'Entretien des routes nationales de Boudry NE** (RF)

- [11] B. Lachal, CUEPE, Genève: *Toiture solaire de Plan-les-Ouates: mesures, bilan technico-économique et étude de son intégration architecturale* (RA)
 - [12] L. Clavadetscher, TNC, Männedorf: *Messungen an zwei Solarhäusern in Sevelen* (RA)
 - [13] D. Favrat, M. Kane, LENI/EPF-Lausanne, Y. Allani, COGENER, Lausanne: *SPS1-2: mini-centrale pilote électro-thermo-solaire de 10 kWel* (RA)
 - [14] CSEM Neuchâtel et LESO/EPF-Lausanne: *NEUROBAT Predictive Neuro-fuzzy Building Control System* (RF)
 - [15] J.-M. Suter, Büro n+1, Berne: *IEA SH&C Task 26 Solarcombisystems – Leading of Subtask A* (RA)
 - [16] S. Storelli, CREM, Martigny: *Modèles de pénétration de l'énergie solaire sur un réseau CAD*
 - [17] <http://www.solarenergy.ch>
- (RA) Rapport annuel 1998 disponible
 (RF) Rapport final disponible

Liste des projets P+D

- [18] PLANAIR, *La Sagne: Programme Solaire actif, Rapport annuel 1998*, OFEN
 - DISV 66240 Solar contracting für Autowaschanlage, 35 m² préchauffage ECS, 8580 Dozwil
 - DISV 66241 Séchage solaire de plantes aromatiques, 50 m² préchauffage ECS, 3973 Venthône
 - DISV 66265 Solaranlage im Hotel Leukerdab-Gemmi, 24 m² préchauffage ECS, 3954 Leukerbad
 - DISV 67840 Vestiaires terrain de sports, 41 m² préchauffage ECS, 1053 Cugy
 - DISV 69645 Solarewasservorwärmung Hotel Möwenpick, 122 m² préchauffage ECS, 8152 Glattburg
 - DISV 69861 ECS et chauffage Hotel Bellevue, 83 m², 6083 Hasliberg Hohfluh