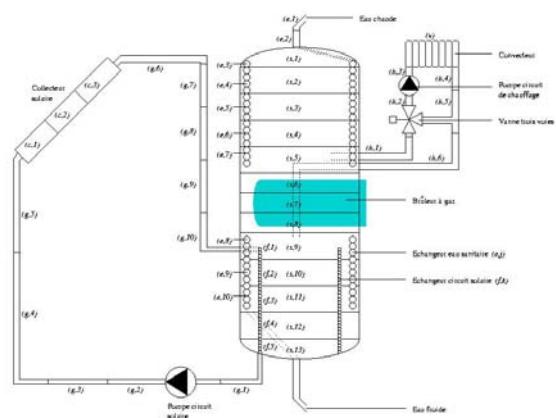


## SOLAIRE ACTIF : CHALEUR

## Rapport de synthèse sur les activités 2000 du programme de recherche

Jean-Christophe Hadorn  
[jchadorn@swissonline.ch](mailto:jchadorn@swissonline.ch)



Banc d'essai des systèmes solaires combinés, mis au point par le SPF à Rapperswil, et modèle de simulation d'un système combiné du marché, réalisé par l'Institut d'automatique de l'EPF de LAUSANNE, pour optimiser le fonctionnement et la régulation de l'ensemble (Photo SPF Rapperswil, schéma Institut d'automatique de l'EPF-LAUSANNE & EIVD, Yverdon)

## Centres de gravité du programme

Le programme « Solaire actif : chaleur » a été organisé en 2000 autour des trois centres de gravité suivants :

1. Connaissance scientifique des **capteurs solaires thermiques, des matériaux et des systèmes**, notamment les kits solaires pour l'eau chaude sanitaire et systèmes combinés. Le Centre national d'héliotechnique SPF à Rapperswil est le garant de la qualité des composants et des systèmes sur le marché en Suisse et propose des améliorations des produits provenant des industriels du solaire qui soumettent un capteur en test.

2. Étude de **systèmes combinés standardisés** pour le chauffage et l'eau chaude dans les villas, en collaboration internationale dans le cadre de la Tâche 26 du programme « *Solar Heating and Cooling* » de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie), et en liaison avec l'industrie solaire suisse et européenne.
3. Premiers tests d'un prototype de **mini-centrale solaire thermique**
4. "SPS" **10 kW électriques**.

## Buts visés pour 2000

### a) Logistique

Le retour des expériences des utilisateurs avec la version 3.0 de POLYSUN était souhaité pour modifier le logiciel si nécessaire.

La distribution du deuxième CD-ROM « SPF Info » était planifiée.

La mise en place des outils logiciels de simulation des systèmes avec stockage saisonnier au Laboratoire du SUPSI au Tessin était attendue.

### b) Composants

La mise en place d'un nouveau banc d'essai pour les systèmes dits « combinés eau chaude + chauffage par le solaire » devait avoir lieu à Rapperswil

Le SPF devait assurer l'industrie solaire de son soutien en matière de tests et d'amélioration de la durabilité des installations.

### c) Systèmes

Le banc de mesures de chauffe-eau solaires du SPF devait être maintenu opérationnel.

Les tests de qualité des capteurs devaient être organisés à Rapperswil de manière routinière et convaincante pour les industriels qui doivent payer la presta-

tion.

Le groupe d'Yverdon, associé à l'Institut d'automatique de l'EPF-Lausanne, devait utiliser son banc d'essai pour systèmes combinés, afin d'optimiser le fonctionnement d'un système industriel et de découvrir de nouvelles manières de régler le système en permanence au point de fonctionnement optimal. La collaboration à la Tâche AIE 26 devait apporter une qualification des systèmes combinés et indiquer des pistes d'amélioration.

Le projet de SPS (*Solar Power System*) du Laboratoire d'Énergétique Industrielle, LENI/EPF-Lausanne, et COGENER, mini-centrale électrosolaire de 10 kWel devait avoir fonctionné durant 2000 avec deux lignes de capteurs et un appoint par moteur à cogénération, et produire les premiers kWh électrosolaires.

### d) Installations

Les budgets limités n'ont pas permis de réaliser des mesures d'installation solaire hors des laboratoires.

Des publications et une présence de qualité à *Eurosun 2000* des chercheurs de Rapperswil étaient demandées.

## Travaux effectués et résultats obtenus

### a) Logistique et logiciels

En 2000, le logiciel **METEONORM 4.0 Édition 2000** a rencontré un succès sur le marché mondial.

Le support du logiciel **POLYSUN 3.0** a été très demandé. Les questions les plus fréquentes et les réponses du SPF, ainsi que les mises à jour sont désormais publiées sur [Internet](#). En 2000, 100 nouvelles licences ont été vendues. Polysun 3 est basé sur un modèle de simulation dynamique des composants et a été donc

profondément remanié depuis la version 2. Une validation complète du logiciel est impossible avec les moyens financiers à disposition. Des exercices de validation partielle ont été entrepris par le SPF, suite à diverses questions d'utilisateurs passant de la version 2 à la version 3 et ne retrouvant pas toujours leurs résultats. Une mise à jour version 3.3 du logiciel a été distribuée en mai pour 99 CHF avec, notamment, les calculs d'écobilan et de dimensionnement de la pompe solaire intégrée. Le logiciel est continuellement

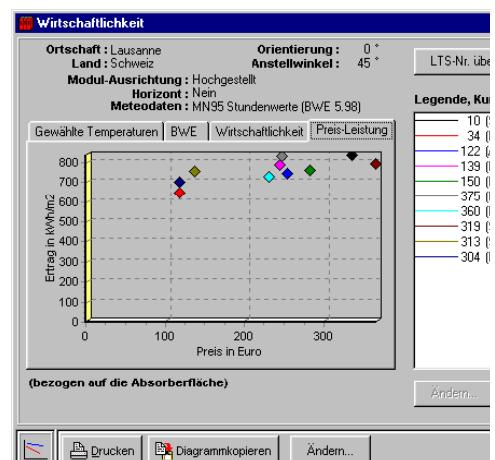
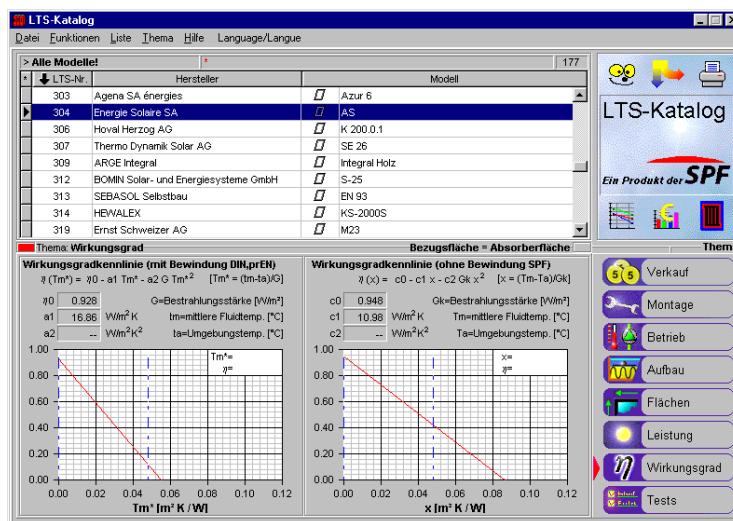
amélioré dans son interface utilisateur et les configurations simulables sont étendues pour s'adapter au marché des installations solaires combinées. Un contrat a été signé avec un distributeur pour l'Allemagne, le plus gros marché du solaire en Europe, pour augmenter les ventes. Polysun 4.0 est en chantier pour 2001. Polysun est un outil de recherche au service des concepteurs. Il n'est pas prévu de version Internet pour le moment [1D].

Le CD ROM « SPF Info » intitulé « **Données et Tableaux 2000** » a été produit et distribué à 5'000 adresses en Europe. Il permet de connaître les caractéristiques et les performances de 160 capteurs solaires testés en Suisse et, nouveauté 2000, de 20 capteurs mesurés dans d'autres instituts d'Europe selon la norme européenne. Les capteurs peuvent être comparés entre eux dans leur efficacité énergétique et économique. Cela nécessite un travail important de mise à jour des prix de capteur. Les informations sont en deux langues et le CD fonctionne sous PC, Mac et Unix. Il comporte en outre des publications du SPF et

9 programmes solaires en démonstration. Le CD-ROM est un véhicule très important de transfert de connaissance du SPF vers le marché solaire [1D].

Le site [Internet du SPF](http://www.solarch.ch/) a été très fréquenté (230 pages vues par jour, le double de 1999). Ce sont surtout les résultats des tests des capteurs qui sont recherchés. Le site est trilingue et nécessite une maintenance constante. Le site a été porté sur le serveur central de l'HSR simplifiant la maintenance pour le SPF [1D]. Les sites des programmes de recherche « **Solaire actif - chaleur** » et « **Stockage de chaleur** » ont été redessinés pour être disponibles en 2001 indépendamment du SPF sous un toit commun avec le programme photovoltaïque, et qui aura pour adresse <http://www.solarch.ch/>.

**Le système d'acquisition de données du SPF** a été renforcé, notamment pour supporter le nouveau banc de test des systèmes combinés et tous les équipements ont été maintenus en ordre de fonctionnement [1D].



Le catalogue électronique des caractéristiques et des résultats de tests de capteurs du SPF est un outil étonnant de transfert de connaissances pour accéder rapidement à l'information et comparer des solutions de captage.

### b) Composants

Les principaux résultats obtenus en 2000 au **SPF-HS Rapperswil** sont les suivants [1] :

- L'installation de transmission de mesures sur le toit du SPF par bus informatique a été rénovée et le logiciel de pilotage modifié.
- Un appareil de calibrage des débit-mètres par la méthode du piston a été imaginé, construit et mis en service.
- L'accréditation EN 45001 a été en principe obtenue pour le test des capteurs, ce qui suppose précision et reproductibilité des mesures et description précise de toutes les procédures. En principe, car l'envoyé de l'organisme SAS est extrêmement tatillon et paraît hésiter encore...
- 33 capteurs ont été testés au banc du SPF. La

demande de tests est en sensible diminution dans toute l'Europe pour plusieurs raisons : stabilisation des parts de marché de chaque fabricant, coût élevé des tests et de l'innovation pour les fabricants. Un ralentissement est à prévoir suite au coup d'arrêt aux aides lors du vote suisse du 24 septembre. Il est à noter que les fabricants de capteurs font tester leur capteur dans plusieurs instituts en Europe et ne montrent que le meilleur des résultats. Cela rend nécessaire la coordination entre les instituts, la standardisation des procédures et les contrôles de qualité des laboratoires au travers des accréditations malheureusement coûteuses.

- La mesure de l'effet de l'angle d'incidence du rayonnement sur les performances (« *IAM ou Incident Angle Modifier* ») a été mieux définie pour les absorbeurs solaires non-couverts. En

particulier, l'effet de l'inclinaison du capteur joue un rôle important pour ce type de capteur soumis à la convection naturelle. La recherche a porté sur des angles de 5 à 30 degrés, avec ou sans vent forcé sur l'absorbeur. Il a été trouvé que, pour les cas sans vent, une régression quadratique est la plus précise, alors que, pour les cas avec vent, une droite suffit pour caractériser le capteur. Un terme quadratique dépendant du vent doit donc être introduit pour les absorbeurs non couverts. De plus, aucun effet des pertes par rayonnement sur l'IAM n'a pu être mis en évidence. Enfin, la méthode stationnaire de mesure ne s'applique que pour les cas où le rayonnement solaire incident dépasse 700 W / m<sup>2</sup>.

- Les tests de qualité ont été menés sur 22 capteurs, ce qui est une réussite, compte tenu de la complexité du test et de la météo favorable nécessaire à ceux-ci. Les capteurs s'améliorant d'année en année, les températures de stagnation augmentent fortement, pouvant dépasser 230 °C pour les meilleurs, et condamnent les absorbeurs à peinture sélective qui ne résistent pas à de telles températures. Le label de qualité est un élément important de sécurisation des consommateurs et l'effort doit être poursuivi pour que les fabricants l'acceptent sans réticence.
- Les travaux du comité technique de normalisation européenne TC312 ont abouti à une nouvelle norme pour les tests de capteurs, mais la procédure d'acceptation par tous les pays sera encore longue. La normalisation est consommatrice de ressources, mais est nécessaire si l'on veut éviter de marginaliser les tests suisses.

En ce qui concerne le stock solaire étudié comme composant, nous avions engagé en 1998 un programme de recherche avec le Danemark et les Pays-Bas visant à mieux comprendre le fonctionnement interne d'un stock stratifié au moyen de la simulation dynamique du fluide. Faute de moyens financiers en 2000, nous avons dû mettre cette activité en attente.

Dans le domaine des matériaux, les travaux et résultats du SPF ont été en 2000 les suivants [1C] :

- La nouvelle Tâche AIE 27 « *Performance of Solar Façade Components* » a débuté. Elle est organisée en trois sous-tâches : performance, longévité et développement durable. Le SPF dirige la sous-tâche longévité et participe aux travaux du groupe « *Solar Façade Absorbers* ». Des résultats sont attendus en 2001 et surtout en 2002.
- Un nouveau banc test de couverture transparente pour le solaire thermique et le photovoltaïque a été réalisé. L'IAM des échantillons de verre solaire a été mesuré avant exposition aux intempéries avec précision sur toute la gamme des angles d'incidence au banc d'essai optique du SPF réalisé en 1999.
- L'analyse de la stabilité de fluides caloporteurs jusqu'à 280 °C a été poursuivie en collaboration avec l'EMPA, la méthode et l'appareillage étant désormais au point. Des résultats très nouveaux

ont été publiés en masquant les noms de marque des produits évalués. Les caloporteurs qui subissent la stagnation sont dangereux pour l'aluminium et le zinc. La reproductibilité des résultats est cependant insuffisante. Cette recherche doit être poursuivie, car elle est la base de la longévité du circuit solaire.

- La recherche sur les caractéristiques des verres solaires a montré que la transmission solaire des verres recouverts d'une couche anti-reflet (AR) atteignait une valeur de 0.958 contre 0.902 pour le verre solaire usuel.
- La simulation au moyen d'un logiciel acquis l'an dernier a montré que le verre non-structuré présente le meilleur IAM. Un verre hybride semble être le meilleur compromis pour réduire les surchauffes estivales en fin de journée à faible incidence, tout en gardant une performance hivernale de qualité.
- Le vieillissement des appareils de mesure (laser et spectromètre FTIR) a perturbé les mesures durant l'année. Un remplacement est à envisager.
- L'étude des dépôts calcaires dans les échangeurs solaires a débuté par la mise au point d'un cas de référence. En 1'000 heures, un échangeur à plaques de 5 kW, soumis à une eau de 98 °C et d'une dureté de 30 degrés français, a été complètement entartré. Un système de traitement anti-calcaire de l'eau par champ magnétique a permis, après réglage adaptatif, de pallier ce problème. Les résultats seront publiés prochainement.
- Après un accord avec l'industriel allemand qui exploite le brevet « *Absorber 2000* », l'optimisation du procédé de production en continu a été conduite. Il est désormais possible de produire une tôle de cuivre de 80 cm de large, homogène en qualité sélective (absorption 92.3%, émission entre 3 et 6.7%). Il est encore possible de faire mieux.

Le SPF avait mis au point en 1999 un **banc d'essai des stocks solaires** de 1 à 25 m<sup>3</sup>. En 2000, ce banc a été étendu aux systèmes solaires combinés qui sont étudiés dans la Tâche AIE 26.

### c) Systèmes

**Les tests de kits solaires** au SPF ont été maintenus pour satisfaire la demande de 4 systèmes du marché, dont le nouveau *Solkit*, repris par un constructeur suisse, suite à la faillite du précédent. Le maintien du banc d'essai est à décider en 2001. Une enquête auprès des constructeurs a montré que les systèmes du marché diffèrent de plus en plus des systèmes réellement testés dans les années précédentes au SPF et qui ont obtenu le label. Cela est dû à l'innovation que l'on ne peut arrêter, bien sûr, à la recherche de simplification pour réduire les prix de vente et au coût du test pour les fabricants. Le danger est le glissement progressif vers des installations de moindre qualité qui feraient perdre la confiance dans le solaire si durablement acquise ces dernières années.

Les tests de systèmes du SPF se sont orientés vers les **systèmes combinés** pour aider à satisfaire la tendance du marché à aller vers ces systèmes. La Tâche AIE 26 « *Solar combisystems* » que nous avons initiée en 1999, s'occupe de comparer et d'optimiser 15 systèmes en Europe proposés par l'industrie. La définition des séquences de test a été un des gros travaux de l'année 2000 dans l'une des sous-tâches. Dans ce domaine, tout est à faire ! La proposition d'un test en 6 jours du SERC suédois semble être la plus adaptée et sera acceptée pour les tests de 2001 [1B].

**La sous-tâche A de la Tâche AIE 26** dirigée par la Suisse (J.-M. Suter) a atteint son premier objectif en réussissant la publication d'une brochure de présentation comparative des systèmes actuels « *Solar combisystems in Austria, Denmark, Finland, France, Germany, Sweden, Switzerland, the Netherlands and the USA* », disponible auprès d'ENET :

(<http://www.energyresearch.ch>). Le travail de collaboration, piloté par le Büro n+1 de Berne et Suter Consulting, a été reconnu comme une réussite par la communauté solaire internationale réunie à *Eurosun 2000*. La description comparée a permis de mettre au point une classification des systèmes qui sera reprise par la normalisation européenne. Deux séminaires avec participation industrielle ont été réalisés en Finlande et en Suède sur les thèmes de la stagnation estivale dans les systèmes combinés et la liaison avec un chauffage à distance comme appoint. Des critères de comparaison des installations combinées ont été définis. Une « *Industry Newsletter* » a été réalisée. La Tâche a du retard, compte tenu des ambitions et de la maladie d'un des dirigeants de sous-tâche. Le comité exécutif de l'AIE a accepté une prolongation d'un an [5].

Une collaboration entre l'Institut d'automatique de l'EPF-Lausanne et l'École d'Ingénieurs du Canton de Vaud à Yverdon a été instaurée pour poursuivre les travaux communs **d'optimisation de systèmes combinés**, en relation avec la Tâche AIE 26. Une installation complète de 12 m<sup>2</sup> de capteurs pour une villa familiale a été mesurée *in situ* par l'équipe d'Yverdon et un modèle TRNSYS a été développé grâce à la Tâche AIE 26 et validé sur ces mesures. Le taux de couverture solaire annuel a été de l'ordre de 18 à 20%, valeur décevante, le bâtiment étant beaucoup moins étanche à l'air que prévu (demande énergétique de 100 kWh / m<sup>2</sup> ·an mesurés contre 55 escomptés). La productivité des capteurs a atteint une valeur acceptable de 340 kWh / m<sup>2</sup> ·an. Le travail de simulation est d'ampleur, car il y a, d'une part, un stock stratifié avec échangeur et boiler intégré (aucun modèle n'existe) et, d'autre part, une très forte interaction dynamique avec le comportement thermique du bâtiment que le système chauffe, nécessitant un modèle précis. Les améliorations de la cuve de stockage proposées en 1999 ont été réalisées sur l'installation complète disponible au laboratoire d'Yverdon. Les paramètres du stock ont été identifiés et la recherche d'un système optimal a pu être faite. L'optimisation réalisée en simulation permettrait de réaliser 10 à 12% d'économie de mazout ou de gaz par rapport au système d'origine, sans surcoût notable. Cette optimi-

sation théorique sera testée en laboratoire en 2001.

La mise en œuvre d'une stratégie de commande avancée, développée par l'institut d'automatique de l'EPF-Lausanne, permettrait de diminuer encore la demande d'appoint fossile. La stratégie de commande est du type prédictif et fait appel aux prévisions météorologiques fournies via Internet automatiquement au PC de commande par l'Institut suisse de Météorologie.

L'algorithme de commande, basé sur la technique dite « *Interactive Learning* », a été mis au point et testé sur des séquences météorologiques et de consommation. Il s'agit d'un thème de recherche prometteur dans lequel la Suisse a une très large avance, et qui devrait déboucher sur des innovations intéressantes dans le réglage des installations thermiques en général [2].

En matière de systèmes, nous poursuivons dans la voie amorcée il y a plusieurs années de développer les éléments d'une centrale solaire thermique capable de produire de l'électricité à faible coût. Le projet de **centrale pilote électro-thermo-solaire de 10 kWel SPS (Solar Power System)**, né de l'association de la société COGENER et du LENI de l'EPF-Lausanne, a avancé d'un grand pas durant l'année 2000. Le prototype installé sur le site de l'EPF-Lausanne a produit son premier kWh solaire en novembre 2000 !



*Le concentrateur extra plat de Cogener du projet SPS*

La centrale construite comprend deux cycles de Rankine Organique (ORC) à *expanders scroll* superposés et un moteur à cogénération de 12 kWél. Le solaire vient économiser l'appoint du moteur, permettant ainsi d'avoir une solution pouvant produire jour et nuit à puissance constante. L'année 2000 a permis la mise au point des composants de la centrale et de l'unité de production d'électricité, ce qui n'est pas aisés pour un système complexe. Le couplage entre le moteur et les cycles de Rankine a été réalisé en laboratoire à satisfaction, malgré un nombre important de problèmes et imprévus. Un retard de deux mois dans la mise en place des éléments du capteur solaire, suite à des imprévus, n'a pas permis un couplage avant le début de l'été, malgré un suivi très serré du projet. Des jours ensoleillés de novembre ont cependant permis de montrer que le prototype fonctionne. Le

rendement de captage du capteur à concentration a atteint 53% à 135 °C. Le rendement optique est de l'ordre de 55 à 60%, ce qui devrait pouvoir être amélioré, et le coefficient de pertes est de l'ordre de 0.3 W / m<sup>2</sup> ·K, ce qui est déjà très bon. Les données récoltées sur le couplage sont trop peu abondantes pour pouvoir tirer tous les enseignements nécessaires. Nous savons que le capteur peut produire la température souhaitée de 150 °C, que l'unité ORC est stable et que les transitoires ne posent pas de problèmes. Un été de mesures complémentaires sera nécessaire.

Les éléments supports des lamelles de miroir du capteur à concentration ont été modifiés pour pallier aux problèmes de dilatation du support en EPDM utilisé l'an passé. Une deuxième ligne de capteurs a été conçue et construite de manière à atteindre la puissance nécessaire à la turbine. Parallèlement à ces travaux, le cycle ORC à deux étages a été testé abondamment au Laboratoire du LENI avec un très bon résultat de 14% d'efficacité pour une température de source chaude de 165 °C.

Le budget de ce projet est malheureusement faible alors que des enseignements concernant les capteurs à concentration et les cycles de Rankine ont des applications également hors de la production d'électricité [4].

#### d) Installation

La cité solaire de **Plan-les-Ouates** comporte une toiture solaire intégrée de 1'400 m<sup>2</sup> d'absorbeurs sélectifs couplés à 100 m<sup>3</sup> de stock. Le suivi de la toiture solaire est effectué par le CUEPE depuis juin 1997 et aurait dû être terminé en 2000. Un nouveau bâtiment ayant été construit derrière l'ensemble existant, la

question de son alimentation par le solaire a été posée par le maître d'ouvrage. L'année 2000 a donc été consacrée à la mise en service et à l'optimisation du système pour fournir de la chaleur solaire excédentaire en été à l'eau sanitaire du nouveau bâtiment, ce qui a permis de réduire de 10 MJ / m<sup>2</sup> ·an l'indice énergétique de l'ensemble et de mieux utiliser la toiture solaire.



*La cité solaire de Plan-les-Ouates et sa toiture d'absorbeurs.*

Une collaboration avec le Portugal concernant ce projet pourrait permettre une exportation du concept de toiture solaire dans ce pays. Le projet de recherche aura alors joué un rôle scientifique et de soutien à l'industrie solaire suisse. Le rapport final a été repoussé à 2001 [3].

## Coordination et collaboration nationale

Les principales collaborations nationales de 2000 ont été :

- le SPF avec la plupart des fabricants ou distributeurs de capteurs solaires et d'installations combinées en Suisse, et avec le LFEM/EMPA,
- l'École d'Ingénieurs d'Yverdon, avec l'Institut d'automatique de l'EPF-Lausanne, et l'industriel AGENA,
- le LENI de l'EPF-Lausanne avec COGENER et divers fournisseurs locaux,
- le CUEPE avec l'industriel Énergie Solaire SA.

Comme chaque année, le SPF a organisé de nombreuses visites de ses installations de Rapperswil pour des étudiants, des écoles ou des groupes profes-

sionnels, ainsi que des séminaires thématiques pour l'industrie solaire. L'écoute des industriels du solaire est également une occupation que nous menons par la biais des associations professionnelles SOFAS et PROMES.

La coordination avec le programme solaire P+D est assurée par le responsable du domaine "Énergie solaire" de l'OFEN, et les contacts fréquents entre chefs de programme ont lieu par téléphone ou par e-mail.

La coordination entre les programmes de recherche est assurée par des contacts périodiques entre chefs de programme.

## Coordination et collaboration internationale

Dans le cadre du programme « *Solar Heating and Cooling* » de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), deux axes de recherche sont en cours :

- Le SPF travaille dans la Tâche AIE 27 « *Solar Facades* » qui a débuté en 2000.
- Le SPF et l'EIVD, associée à l'Institut d'automati-

tique de l'EPF-Lausanne, travaillent dans la Tâche AIE 26 « *Solar Combisystems* » qui a débuté en fin 1998, ainsi que le Büro n+1 de Berne, travail repris en juillet par le bureau Suter Consulting.

La collaboration internationale se manifeste également dans les conférences scientifiques de grande ampleur, telle *Eurosun 2000* qui a eu lieu en juin au Danemark avec plus de 400 participants. Les apports du SPF à *Eurosun* ont été relevés. Des conférences annuelles telles que « OTTI » en Allemagne et celles de Gleisdorf en Autriche sont aussi le lieu privilégié d'échanges d'idées et de résultats, et de veille technologique.

Il est important que les chercheurs puissent y participer en présentant leurs travaux.

Les instituts de recherche de notre programme maintiennent des liens étroits avec l'Europe au travers des comités de normalisation et grâce au programme de l'AIE.

Faute de moyens, nous avons dû cependant renoncer à développer des opportunités de collaboration ouvertes les années précédentes, comme, par exemple, avec le Danemark et les Pays-Bas en matière de compréhension des phénomènes de stratification dans les stocks solaires.

## Transferts à la pratique, Projets P+D [6]

La recherche en énergie solaire thermique est une recherche appliquée qui vise à offrir un soutien à l'industrie solaire, à permettre d'avoir confiance dans le solaire thermique et à diminuer ses coûts spécifiques. Grâce aux actions d'information (CD-ROM), aux outils logiciels (Polysun), aux visites et articles, le SPF essaie de transférer le plus rapidement possible son savoir acquis grâce aux mesures, à la simulation et à la confrontation internationale au marché suisse. Les kits solaires pour l'eau chaude sanitaire sont désormais bien connus.

En ce qui concerne le programme P+D, dirigé par le bureau PLANAIR, le nombre de demandes de soutien au titre de projets P+D a nettement augmenté en 2000, grâce au projet « *JungenSolarProjekt* » (22 demandes) : [http://www.infoenergie.ch/P\\_D/FP\\_Df.htm](http://www.infoenergie.ch/P_D/FP_Df.htm)

Les projets acceptés en 2000 s'orientent sur 3 axes :

- promotion de l'énergie solaire auprès de groupes de jeunes qui pratiquent l'autoconstruction de capteurs et d'installations. Cette démarche a été honorée par le *Prix Solar 91*,
- poursuite du soutien en milieu hôtelier et locatif, y compris le « *contracting* » solaire,

- soutien aux installations pilotes destinées à tester des appareils de contrôle continu du fonctionnement ou l'application de principes connus (par exemple, *Drain-back*) sur de grands projets.

En 2001, l'effort de promotion au niveau fédéral sera rendu difficile par le vote négatif du 24 septembre 2000.

Une analyse globale des actions P+D menée jusqu'à ce jour est en cours de réalisation. Elle permettra de re-définir les proportions d'objectifs prioritaires pour les années à venir.

Selon les statistiques de la SOFAS 1999, le marché du solaire thermique a régressé en volume (26'000 m<sup>2</sup> de capteurs vitrés vendus en Suisse contre 33'200 m<sup>2</sup> en 1998, et 26'731 en 1997). 14'096 m<sup>2</sup> de non-vitrés en 1999, contre 20'951 en 1998 et 15'486 en 1997). À fin 99, il y avait 738'000 m<sup>2</sup> de capteurs installés en Suisse. Le marché a régressé notamment en valeur passant de 76.4 MCHF en 1998 à 59.6 MCHF en 1999.

## Évaluation 2000

Le programme 2000 s'est inscrit dans la continuité des travaux correspondant au plan directeur 2000-2003 du programme. Les trois pôles de compétence (SPF pour les tests, les matériaux et composants et les systèmes combinés, Yverdon-Lausanne pour le réglage optimal et Lausanne pour le solaire à concentration) ont travaillé au mieux de leur capacité. Le recrutement est cependant difficile. Il y a pénurie de personnes connaissant l'informatique désireuses de travailler dans l'ingénierie et la thermique, vu l'attractivité du secteur Internet.

Dans le projet SPS, nous espérions avoir plus de résultats concernant le couplage solaire – ORC. Les budgets limités en début d'année, les délais très serrés et les retards de livraison des pièces de la ligne n°

2 par les fournisseurs n'ont pas permis d'être opérationnel avant l'été et son soleil. Une première réussite est cependant à relever.

Mais la source première des difficultés reste le manque de moyens pour réaliser tous nos objectifs. Le budget 2000 a été encore diminué de 10% par rapport à 1999 et nous ne pouvons plus faire une recherche de découverte, faite d'essais et d'hésitation, avec les moyens à disposition. Les pas sont petits, orientés et concernent surtout des améliorations.

Le transfert à la pratique des résultats de la recherche thermique à basse température est satisfaisant, nos projets faisant appel à la participation d'industriels du solaire. Le marché solaire est en stagnation et la re-

cherche va s'en ressentir.

## Perspectives 2001

En 2001, nous devrons encore revoir à la baisse nos objectifs, faute de moyens financiers suffisants.

La qualité des installations de mesure du SPF pourrait être touchée, sans doute également le nombre de tests, dicté aussi par une faiblesse du marché solaire. Les développements de POLYSUN pourraient être mis en attente.

Les ouvertures de projets européens de recherche en matière de solaire actif sont malheureusement très limitées depuis plusieurs années, comme si l'Europe estimait que le solaire thermique était connu. En fait, il reste des progrès à faire pour rendre durables et efficaces les installations solaires, et pour conquérir la confiance de la grande masse des consommateurs de chaleur à basse température.

Le projet SPS pourrait également souffrir d'un manque de financement. Les contrats ne sont pas encore signés. Cette perte de savoir-faire et d'équipes, alors

que le projet n'est pas transférable en l'état, serait néfaste pour l'image de la recherche solaire en Suisse.

Nous continuerons à concentrer les moyens sur les deux centres de compétences que sont le SPF-Rapperswil et l'EIVD-Yverdon, allié à l'Institut d'automatique de l'EPF-Lausanne.

Nous garderons l'axe de recherche sur le contrôle optimal dans les installations solaires thermiques : il est porteur d'innovation au niveau mondial.

Nous encouragerons l'implication des groupes dans les Tâches de l'AIE pour bénéficier de l'effet de groupe. En période de récession, il faut se concentrer sur des pôles et se regrouper.

Les pôles sont ceux demandés par notre marché national : des installations solaires combinées fiables, compactes et efficaces.

## Liste des projets de recherche

Légende : (RA) Rapport annuel disponible

(RF) Rapport final disponible (pas de rapport annuel dans l'année)

- [1] U. Frei et al., SPF/HS-Rapperswil : *SPF Forschung 1997 – 2001* ♦ *Teil A : Komponenten in solarthermischen Systemen* (RA) ♦ *Teil A: Komponenten in solarthermischen Systemen, Speicher* (RA) ♦ *Teil B : Thermische Solarsysteme* (RA) ♦ *Teil C : Materialien in thermischen Systemen* (RA) ♦ *Teil D : Informatik und Software* (RA) <http://www.solarenergy.ch/>
- [2] T. Prud'homme, A. Gherbi, O. Renoult, J. Bony, D. Gillet, Ph. Dind, Institut d'automatique EPF-Lausanne et Laboratoire d'énergétique solaire de l'EIVD Yverdon : *Optimisation d'installations solaires combinées* (RA) <http://iawww.epfl.ch>, <http://www.eivd.ch>, <http://iawww2.epfl.ch>, <http://solarplant.eivd.ch>
- [3] B. Lachal, CUEPE, Genève : *Toiture solaire de Plan-les-Ouates : mesures, bilan technico-économique et étude de son intégration architecturale* (RA, RF repoussé à 2001) <http://www.unige.ch/cuepe/>
- [4] M. Kane, D. Larain, D. Favrat, LENI/EPF-Lausanne, Y. Allani, C. Pécoud, J.-S. Thély COGENER, Lausanne : *SPS : mini-centrale pilote électro-thermo-solaire de 10 kWel Phase 2b* (RF à paraître en 2001) ♦ *SPS : Améliorations de la première ligne et construction de la ligne n° 2 du CEP concentrateur extra-plat* (RF Novembre 2000)
- [5] J.-M. Suter, Büro n+1, Suter Consulting (depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2000), Berne : *IEA SH&C Task 26 Solar-combisystems – Leading of Subtask A* (RA) <http://www.iea-shc.org/>, <http://www.energyresearch.ch/>

## Liste des projets P+D

- [6] PLANAIR, *La Sagne : Programme Solaire actif, Rapport annuel 2000*, OFEN

Extrait de la liste de nouveaux projets en 2000 :

N° 5448 ROBINSON Club Schweizerhof, 7552 Vulpera	72 m <sup>2</sup>
N° 6349 SPS : Ligne n° 2 de Capteurs solaires à concentration - Lausanne	60 m <sup>2</sup>
N° 6388 SOLARANLAGE HASCHIVENU CAMPO RASA - 6655 Intragna	10.5 m <sup>2</sup>
N° 77245 AUTOWASCHANLAGE (SOLARCONTRACTING) - 1762 Givisiez	16 m <sup>2</sup>
N° 77246 MFH HEINIMOOSSTRASSE SOLARCONTRACTING - 5734 Reinach	26 m <sup>2</sup>
N° 77247 ACCADUEO CH – 4437 Waldenburg	30 m <sup>2</sup>

Pour accéder aux fiches de bons exemples : [http://www.infoenergie.ch/P\\_D/F\\_Pberif.htm](http://www.infoenergie.ch/P_D/F_Pberif.htm)

Et à partir de mai 2001 : <http://www.solarch.ch/>