

Formulaire de commande des publications d'ENET

N° des publications	Titre	Nombre

ENET offre des services spéciaux aux entreprises

- Assistance au développement et à l'innovation de produit par les nouvelles technologies
- Résolution de la situation actuelle des problèmes (assistance scientifique et technique)

Société: _____

Nom: _____ Prénom: _____

Adresse: _____

NPA: _____ Lieu: _____

Téléphone: _____ Fax: _____

e-mail: _____

Pour commander:

● Formulaire de commande (à faxer)
ou
● Site Internet d'ENET: www.energieforschung.ch



Nouvelles de la recherche énergétique

La recherche énergétique aujourd'hui

Le nouveau concept d'ENET

CORE

Les chances potentielles de la recherche

Énergie solaire

Une meilleure intégration des systèmes

www.energieforschung.ch

Sommaire

ENET

Aperçu de la recherche énergétique3

Votations sur l'énergie

Quand le bulletin de vote sert aussi la cause de la recherche4

CORE

Continuer avec moins d'argent6

Fondements de l'économie énergétique

Analyse de l'économie énergétique7

Photovoltaïque

En plein soleil9

Énergie solaire thermique

Quelles installations combinées ?12

Chaleur ambiante

On demande un système entièrement optimisé14

Petits aménagements hydrauliques

Soulever au lieu de pousser16

Énergie éolienne

Beaucoup de vent autour des sites18

Bois

Parlons d'innovations !19

Biomasse

Ces précieux déchets20

Géothermie

L'énergie au sous-sol21

Systèmes pour le bâtiment

Des éléments thermoactifs qui améliorent la durabilité23

Électricité

Abaisser les coûts à haute pression24

Combustion

Le record de la collaboration26

Piles à combustible

Bientôt sur le marché27

Transports

Mobilité futée = économie d'énergie28

Nouvelles publications

.....29

Impressum8

Photo de couverture8

Manifestations25

La recherche, clé des solutions de l'avenir

Les défis de demain marquent de leur sceau la recherche énergétique d'aujourd'hui. Voilà pourquoi nous prenons au sérieux tout ce qui touche à l'utilisation restrictive des ressources disponibles et recherchons les meilleures réponses que le secteur de l'énergie est susceptible d'apporter à cette problématique.

ENET joue le rôle d'une plaque tournante de l'information. Ces derniers mois, nous avons restructuré ce service pour améliorer encore la vision d'ensemble donnée à la clientèle, du projet de recherche à la commercialisation de techniques nouvelles en passant par les installations pilotes et de démonstration. Cependant, nous voulons continuer à nous adresser, par le biais d'ENET-NEWS, à tous les milieux intéressés par la recherche énergétique et leur procurer la vue d'ensemble et l'échappée qu'ils attendent.

Les informations que nous donnons ici doivent permettre d'accéder à la documentation détaillée sur les techniques énergétiques nouvelles et aux publications spéciales de la recherche énergétique publique. Elles ont aussi pour but l'établissement de contacts avec les meilleurs partenaires du moment.

La recherche énergétique est à la base de toute utilisation raisonnable et novatrice de l'énergie, avec en point de mire un développement durable. Dans cette optique, ENET veut offrir un ensemble de prestations de haut niveau, intégrées au Programme d'action SuisseEnergie et mises en réseau, dans tout le pays, avec les offices et institutions privés et publics qui poursuivent des objectifs similaires.

Gerhard Schriber
Office fédéral de l'énergie

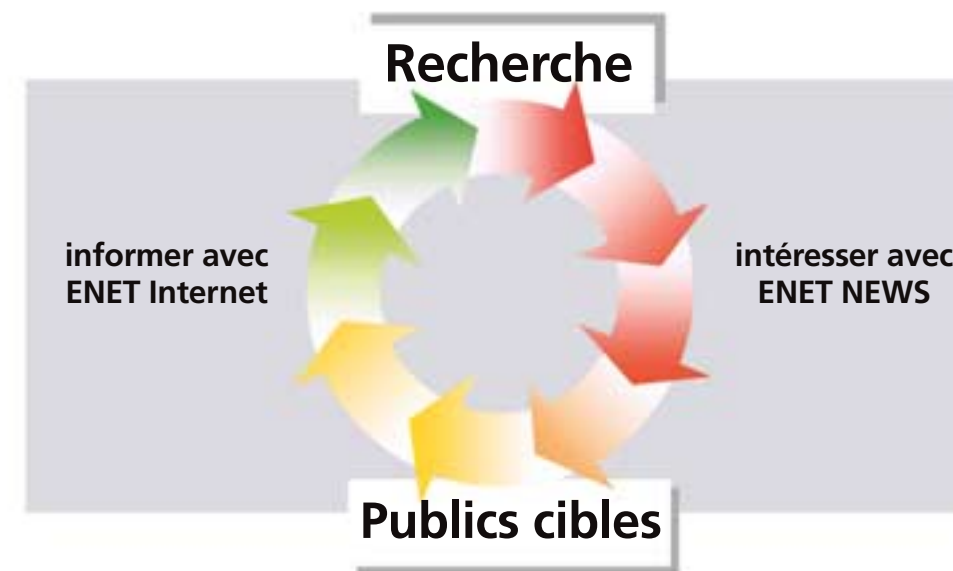
Aperçu de la recherche énergétique

Les prestations d'ENET encouragent la mise en pratique

ENET, le réseau d'information et de transfert de technologie en matière d'énergie, a étendu considérablement ses prestations. La nouveauté la plus importante est le soutien actif de la mise en application des résultats des projets en vue de créer ou d'améliorer des produits ou des services. Par ailleurs, ENET est en train d'étendre ses activités traditionnelles et de les adapter

mique des entreprises offrant des produits et des services dans le domaine de l'énergie. Le conseil personnalisé et la recherche de partenaires pour des projets figurent au premier plan des actions menées dans ce cadre.

- Le Service des publications des projets de la recherche énergétique. Ce servi-



aux besoins de la recherche et de l'industrie, de la formation et de l'économie.

Un éventail de services attrayants

Voici les principaux services proposés par ENET:

- Le soutien actif et l'encouragement de la collaboration entre les entreprises et les instituts de recherche. L'objectif de cette démarche est de faciliter la mise en œuvre des résultats novateurs de la recherche énergétique et de contribuer durablement au développement écono-

ENET-NEWS et Internet font circuler l'information entre la recherche et ses publics cibles.

ce de documentation rassemble systématiquement tous les résultats, sous forme de rapports et brochures, qu'ils concernent la recherche et le développement (R + D), les installations pilotes et de démonstration (P + D) ou encore la commercialisation des technologies nouvelles.

Recherche énergétique 1999

Viennent de paraître les rapports complets des chefs des programmes de recherche de l'OFEN, avec des renseignements sur tous les projets financés ou cofinancés par l'OFEN.

On peut les obtenir en version papier auprès d'ENET ou sur le site Internet de l'OFEN: www.admin.ch/ofen

- La revue ENET-NEWS et son nouveau concept. Elle aborde tous les aspects de la structure des programmes de la recherche énergétique de l'Office fédéral de l'énergie et veut donner à ses lecteurs une vue d'ensemble de la recherche, du développement et de l'application. S'y ajouteront des informations nationales et internationales sur des sujets apparentés.
- Le nouveau Canal des informations périodiques (News-Ticker-Service), en préparation. Chaque intéressé pourra recevoir à sa demande par courrier électronique des messages le tenant au courant des nouveautés nationales et internationales sélectionnées par ENET (résultats de recherches ou de développements, applications, foires et manifestations, informations économiques).
- Le Service des symposiums se charge de l'organisation de séminaires,

congrès, conférences, etc., des préparatifs à l'exécution. ENET encourage aussi les activités les plus diverses des instituts de recherche et des entreprises dans le domaine des relations publiques.

Un nom bien connu – Une nouvelle adresse

Voici l'adresse de la nouvelle organisation: ENET
Egnacherstrasse 69
CH-9320 Arbon
Tél. +41 71 440 02 55
Téléfax +41 71 440 02 56
enet@temas.ch

Liens Internet

Prestations d'ENET:
www.energieforschung.ch

Office fédéral de l'énergie (OFEN):
www.admin.ch/ofen

Programme d'action Energie2000:
www.energie2000.ch

Informations et rapports sur des sujets de recherche, liens avec les institutions s'occupant de la formation en Suisse
www.ch-forschung.ch

Relations et activités internationales de recherche
www.energy-research.ch

Vue d'ensemble de toute la recherche et de la formation en Suisse
www.swiss-science.org

SuisseEnergie pour l'avenir – Informations de l'OFEN sur les votations de septembre 2000 sur l'énergie:
www.admin.ch/ofen/avenir

Quand le bulletin de vote sert aussi la cause de la recherche

La redevance promotionnelle aura des retombées positives sur la recherche énergétique

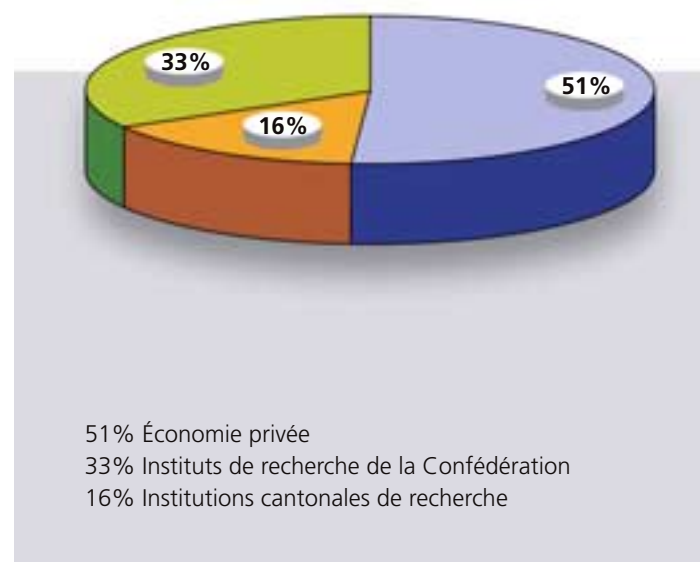
Le 24 septembre 2000, les électeurs et électrices auront à se prononcer sur trois objets touchant l'énergie. L'article constitutionnel sur une redevance promotionnelle en faveur des sources d'énergie renouvelables a été mis au point par le Parlement au titre de contre-proposition à l'initiative solaire. Quant au troisième objet, l'article constitutionnel sur une redevance pour l'environnement, il est le contre-projet à l'initiative dite "Energie et environnement" que les organisations écologiques ont déjà retirée. Cette dernière redevance sera intégralement redistribuée à l'économie par le biais d'un allègement des charges sociales (AVS) des employeurs et employés; l'État n'y gagnera donc pas un sou de plus. La redevance sera prélevée sur la consommation d'agents énergétiques non renouvelables, ce qui les rendra moins attrayants, financièrement parlant. Les deux redevances proposées par le Conseil fédéral et le Parlement ont pour buts la réduction des atteintes à l'environnement, l'encouragement de l'utilisation efficace de l'énergie et du recours aux sources d'énergie

renouvelables ainsi que le renforcement de la place économique suisse en général.

La mise à disposition de moyens supplémentaires confirme l'orientation actuelle de la recherche énergétique

Quelle sera l'influence de ces deux projets constitutionnels sur la recherche énergétique de la Confédération? La redevance promotionnelle devrait rapporter chaque année 450 millions de francs, qui alimenteront un fonds. Cet argent sera utilisé pour les quatre secteurs suivants, à raison d'un quart de la somme pour chacun d'eux: encouragement de l'efficacité énergétique, encouragement du recours aux sources d'énergie renouvelables, renouvellement de la force hydraulique; enfin, pour le dernier quart, une attribution souple en faveur des trois domaines déjà mentionnés, au gré des besoins.

Cet argent frais aura ainsi une influence directe sur le programme qui prendra la relève d'Energie 2000. Le nouveau programme

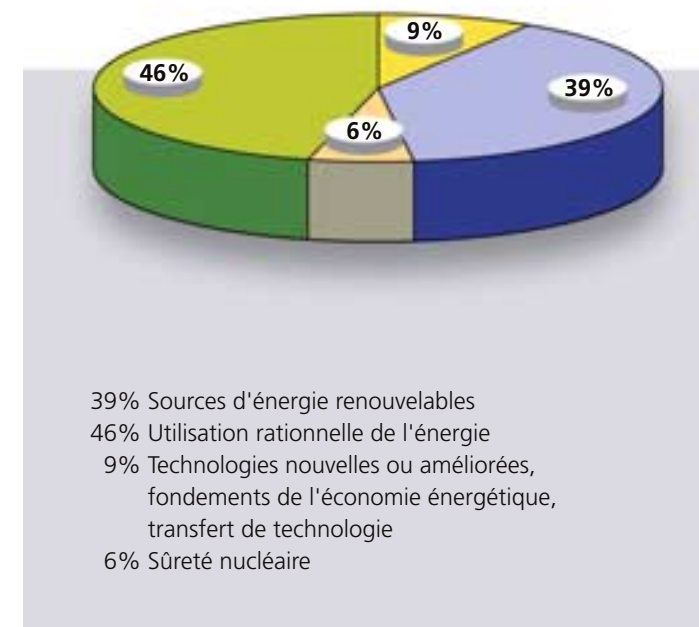


Répartition des moyens financiers de la recherche par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) en 1999.

bénéficiant de toute l'expérience et des résultats positifs du premier, il faudra en premier lieu intensifier les activités dans la continuité. Cela vaut pour le cycle complet de l'innovation en matière d'énergie, de la recherche ciblée à la réalisation, en passant par la mise au point. C'est surtout au niveau de la recherche que la collaboration entre les pouvoirs publics et l'économie privée doit être renforcée.

La clé adoptée pour la répartition des fonds a stimulé considérablement l'économie privée

En 1999, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a consacré 37 millions de francs environ à la recherche énergétique. De cet-



Répartition des moyens de l'OFEN selon les domaines de recherche.

te somme, 14 millions sont allés à des projets pilotes, campagnes de mesure comprises. Environ 51% du budget global a été attribué à l'économie privée, 16% à des institutions cantonales de recherche (universités et HES) et 33% aux instituts de recherche de la Confédération (EPFZ, EPFL, PSI, etc.). La part des sources d'énergie renouvelables et de l'utilisation rationnelle de l'énergie a été de 85%.

La continuité, une chance!

Le 24 septembre, il s'agit moins d'un tournant de la politique énergétique que de la confirmation du bien-fondé des objectifs poursuivis et atteints jusqu'ici en matière d'énergie et d'environnement. Ces objectifs ont permis de mobiliser les forces novatrices et de formuler des concepts d'avenir qui conduiront à une utilisation efficace et raisonnable des ressources existantes. En acceptant les deux articles constitutionnels, les citoyens et citoyennes permettront, pas à pas dans la continuité, la réalisation des extensions prévues – aussi dans la recherche – et un soutien plus prononcé des activités en matière d'énergie, avec une motivation renouvelée.

SuisseEnergie succède à Energie 2000

Le passage d'Energie 2000 au programme d'action SuisseEnergie qui lui succédera se fera dans la continuité. On peut en effet bâtir sur l'acquis, mais il faudra nettement intensifier l'effort si l'on veut atteindre les objectifs de la politique suisse en matière d'énergie et d'environnement. Il est prouvé que le programme E2000 a eu des effets novateurs en faveur des techniques et procédés présentant une meilleure efficacité énergétique. En même temps, des structures et des réseaux ont été mis en place; garants d'une action à large échelle, ils seront directement utiles au nouveau programme. Malheureusement, la stabilisation de la consommation d'énergie fossile n'a pas encore pu être réalisée. Par contre, on a pu constater, durant les huit années de mise en œuvre des mesures prises par E2000, une constante progression de l'effet global d'économie.

Il se confirme que les facteurs suivants ont contribué au succès d'E2000:

- des objectifs clairement quantifiables, qui polarisent les énergies des acteurs et agissent en catalyseur de toutes les forces;
- des structures basées sur le partenariat, de manière à permettre aux acteurs (Confédération, Cantons, Communes, économie et organisations) d'agir ensemble;
- une démarche axée sur les marchés;
- une palette complète de mesures, avec des éléments volontaires et des dispositions légales contraignantes, sans oublier le dialogue comme instrument de travail.

Le brillant succès d'E2000 a été tempéré par quelques facteurs comme l'étroitesse de l'enveloppe budgétaire et les effets de "Stop-and-Go" qui en ont résulté. SuisseEnergie tiendra compte de tous ces enseignements et se concentrera sur l'efficacité énergétique, les sources d'énergie renouvelables et la promotion des techniques correspondantes. La direction du programme, qui dépend de la Confédération (DETEC), visera ces objectifs avec les points forts suivants à son programme: le bâtiment, l'économie, la mobilité et les sources d'énergie renouvelables.

Continuer avec moins d'argent

Les restrictions budgétaires menacent le niveau de la recherche énergétique

L'un des faits marquants relevés par le rapport annuel 1999 de la Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE) est la constatation que, ces dernières années, les pouvoirs publics ont réduit continuellement le budget de la recherche énergétique. Pourtant, la recherche suisse a pu maintenir d'une manière générale le haut niveau dont elle jouit en comparaison internationale. Mais la CORE craint fort que certains domaines ne subissent massivement le contrecoup des coupes budgétaires.

Réduire la pression sur l'écosystème

En élaborant le *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération pour les années 2000 à 2003*, la CORE a tenu compte des changements intervenus au plan socio-économique. Assurer à long terme la compétitivité de la Suisse en tant que centre scientifique et technologique reste, parallèlement à l'encouragement d'un approvisionnement énergétique durable, un objectif prioritaire. Les points forts se situent dans la recherche appliquée et les installations pilotes et de démonstration qui la complètent et doivent conduire en fin de compte à la commercialisation des développements ayant fait leurs preuves. Les programmes de recherche incluent désormais les recherches environnementales en rapport avec l'énergie ainsi que les projets des EPF regroupés sous le label de société à 2000 watts; car, pour la recherche énergétique également, la survie de l'écosystème est la priorité absolue.

Dans ce contexte, la CORE juge qu'il est nécessaire de prendre les dispositions suivantes:

- Meilleure intégration des Hautes Écoles spécialisées (HES) dans la recherche énergétique actuelle



La CORE élabore le *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération* et suit les programmes de la recherche énergétique. En voici, par exemple, une application à l'échelle des véhicules électriques légers (VEL).

(Photo:e-mobile)

- Création d'une solide base de collaboration entre l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI) et les organisations privées d'encouragement de la recherche. Une coordination de tous ces intervenants avec le programme qui succédera à Energie 2000 est aussi souhaitable
- Renforcement des activités de relations publiques des acteurs de la recherche énergétique
- Nouvelle extension de la coopération internationale.

Il vaut la peine de faire ses choix à temps

À long terme, il faudra surtout recourir aux sources d'énergie renouvelables. D'une part, à cause de la réduction massive des émissions de CO₂ absolument indispensable, d'autre part, parce que les prévisions réalistes des experts montrent que la quantité de pétrole extraite dans le monde entier atteindra son apogée entre 2010 et 2020 déjà.

Or, pour être mis en application sous la forme de produits commercialisés, les résultats de la recherche demandent souvent des dizaines d'années, dans le domaine de l'énergie tout particulièrement. La poursuite de l'application de la stratégie suivie jusqu'ici est donc parfaitement justifiée: un déplacement des moyens financiers de la recherche vers l'utilisation rationnelle de l'énergie et un recours plus fréquent aux sources d'énergie renouvelables.

CORE

La Commission fédérale pour la recherche énergétique est un organe consultatif du Conseil fédéral et du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). Elle élabore les programmes et coordonne la recherche énergétique de la Confédération, examine et suit les Programmes nationaux de recherche et assure la mise en œuvre des résultats.

La CORE compte aujourd'hui 12 membres représentant l'industrie, l'économie de l'énergie, le Conseil des EPF, le Fonds national, les universités, les HES, les Cantons ainsi que d'autres organes d'encouragement de la recherche. Son secrétariat est rattaché à l'OFEN.

Lien Internet:

www.admin.ch/ofen/index/116.htm

CTI

La Commission pour la technologie et l'innovation, rattachée à l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT), fait partie du Département fédéral de l'économie (DFE). Elle est chargée d'encourager la collaboration entre les entreprises et les institutions de recherche, projet par projet, de façon à stimuler l'application rapide des connaissances nouvelles sous la forme de produits novateurs.

La CTI compte actuellement 31 membres des milieux de l'industrie, de l'administration, des Hautes Écoles, des entreprises de services et des petites et moyennes entreprises (PME).

Lien Internet:

www.admin.ch/bbt/KTI

Analyse de l'économie énergétique

Les fondements de l'économie énergétique sont utiles à la politique, à l'économie et à la société

Ruedi Meier

Chef du programme Fondements de l'économie énergétique de l'OFEN
Bolligenstrasse 14b
CH-3006 Berne

Martin Beck

Chef du domaine Fondements de l'économie énergétique de l'OFEN

Le programme de recherche Fondements de l'économie énergétique étudie l'économie et la politique énergétiques. Son objectif premier est l'élaboration de bases de décisions pour les politiciens et le public en général.

Les travaux du programme se rattachent à sept thèmes:

• Données

On détermine ici des indices, des indicateurs, et on dresse des statistiques en cas de besoin. Il faut disposer de données solides pour l'évaluation de la po-

MINERGIE et les sources d'énergie renouvelables au 6^e séminaire d'automne

Les séminaires d'automne de l'École suisse d'ingénieurs du bois (Ei-bois) et du Canton de Berne sont devenus une tradition bien sympathique. C'est un point de rencontre des spécialistes de la construction, des bureaux d'études, des architectes, des milieux de l'immobilier ainsi que des représentants des pouvoirs publics et de la politique. Le 6^e Séminaire se tiendra le 19 octobre 2000 à la Maison des congrès de Bienne. De nombreux conférenciers feront le point sur le développement des sources d'énergie renouvelables et présenteront des exemples de réalisations MINERGIE. Eduard Kiener, Directeur de l'Office fédéral de l'énergie, dira quelle sera la politique énergétique de la Confédération après les votations du 24 septembre 2000. Une table ronde réunissant des politiciens et des industriels complètera les exposés présentés.

Inscription:

Ei-bois, Bienne

Tél. 032 344 03 47

karin.mathys@swood.bfh.ch

Compléments d'information:

www.swood.bfh.ch

Impressum

ENET-NEWS
Nouvelles de la recherche énergétique

Septembre 2000 / N° 45

Paraît quatre fois l'an en français
et en allemand.

Éditeur
Office fédéral de l'énergie OFEN
Monbijoustrasse 74
CH-3003 Berne

Rédaction
ENET Communication
Jürg Wellstein
Parkstrasse 15
CH-4106 Therwil

Tél. +41 61 726 92 18
téléfax +41 61 726 92 11
enet.kommunikation @ bro.ch

Traduction française
Jean-Marc Suter

Reproduction autorisée seulement avec
l'indication de la source.

Photo de couverture

L'Institut d'essais et de recherche en énergie solaire (SPF) de la HES de Rapperswil examine les installations solaires au moyen de ses équipements de test ou par des mesures *in situ* pour déterminer la capacité de production. (Photo: SPF)

litique énergétique et le contrôle de ses résultats.

- **Perspectives**

Les scénarios esquissent ce que pourrait être la politique énergétique de demain. On procède à une analyse sectorielle de l'offre et de la demande pour les ménages, l'industrie, les services et les transports. En cette année 2000, on utilise les perspectives énergétiques de l'OFEN pour l'analyse des initiatives qui proposent respectivement de sortir du nucléaire ou d'observer un nouveau moratoire dans la construction de centrales.

- **Modèles**

À l'aide de modèles de calcul, on simule les interactions entre différents paramètres dans le but d'obtenir une vision d'ensemble.

- **Coût et rentabilité de systèmes énergétiques**

Citons ici à titre d'exemple l'étude "Avenir du chauffage à (courte et longue) distance en Suisse", qui renseigne sur l'opportunité et la promotion de ces réseaux.

- **Mesures à prendre**

On examine ici de manière ciblée certaines mesures de politique énergétique sous l'angle de leur mise en œuvre et de leur efficacité. Le spectre considéré va des redevances énergétiques à l'encouragement de l'énergie solaire, en passant par le contracting énergétique.

- **Interdépendances**

On désire savoir, par exemple, si des compensations devraient être accordées aux groupes de personnes touchés par les installations de l'infrastructure énergétique.

- **Règles de fonctionnement du marché**

Actuellement, on étudie surtout les questions en rapport avec le futur marché du gaz et de l'électricité.

Les résultats du programme de recherche Fondements de l'économie énergétique ont trouvé place de diverses manières dans les discussions de politique énergétique, notamment dans les réponses données à des interventions parlementaires ou lors de la rédaction de messages du Conseil fédéral. Par exemple, les perspectives énergétiques ont dû être revues et nettement corrigées à la suite d'évaluations différentes des données de base.

Énergie – Économie – Durabilité

Cette nouvelle publication (en allemand) présente les contributions de 20 auteurs sur des sujets de recherche en rapport avec les perspectives énergétiques et l'évaluation des mesures de politique énergétique. Ces sujets se rattachent aux thèmes suivants:

- Perspectives – Analyse et évolution de la consommation d'énergie dans l'industrie et les services
- Modèles énergétiques et analyse de l'effet de mesures envisagées, comme, par exemple, les redevances sur l'énergie
- Coût et rentabilité du chauffage à distance, des centrales nucléaires, etc.
- Mesures en rapport avec l'énergie, mise en œuvre de la politique énergétique; exemples: stratégies d'encouragement, réglementation particulière, effets d'Energie 2000, marketing du courant d'origine solaire.
- Mesures en rapport avec les transports – Évolution de la puissance et de la consommation, label pour automobiles, mesures financières incitatives.

Énergie – Économie – Durabilité
Édité par: Ruedi Meier, Pascal Previdoli, Martin Renggli
Paru aux Éditions Rüegger, Zurich
270 pages
ISBN 3-7253-0665-6 (Fr. 39.-)
Pour commander: www.ewg-bfe.ch

Liens Internet

Les fondements de l'économie énergétique, un aperçu:
www.ewg-bfe.ch

En plein soleil

Beaucoup de nouveautés à la Conférence de Glasgow

Stefan Nowak

Chef du programme Photovoltaïque de l'OFEN
c/o NET Nowak
Energie &
Technologie SA,
CH-1717 St-Ursen

Urs Wolfer

Chef du domaine
Solaire actif (cha-
leur, électricité) de
l'OFEN

L'Écosse a réservé un accueil radieux à l'énergie solaire; le beau temps du printemps a mis de bonne humeur tous les participants de la 16^e Conférence européenne photovoltaïque qui s'est tenue du 1^{er} au 5 mai à Glasgow. On y a dénombré environ 1'400 participants, auxquels il faut ajouter les 400 personnes s'occupant des stands de l'exposition (plus d'une centaine).

Cellules solaires: la continuité dans la recherche porte ses fruits

Les cellules solaires sont le point de mire des développements scientifiques et techniques. On peut y distinguer deux tendances: les aspects techniques de la fabrication sont de plus en plus importants, et puis on s'attache à nouveau davantage aux perspectives des développements de cellules solaires. D'un côté, la recherche à long terme explore de nouvelles structures conduisant à des cellules de haut rendement; de l'autre, on met au point de nouveaux concepts, clés de la réduction des coûts, basés sur des matériaux électrochimiques organiques ou solides.

Le plus haut rendement annoncé pour les cellules de silicium cristallin ne diffère que

Symposium photovoltaïque 2000

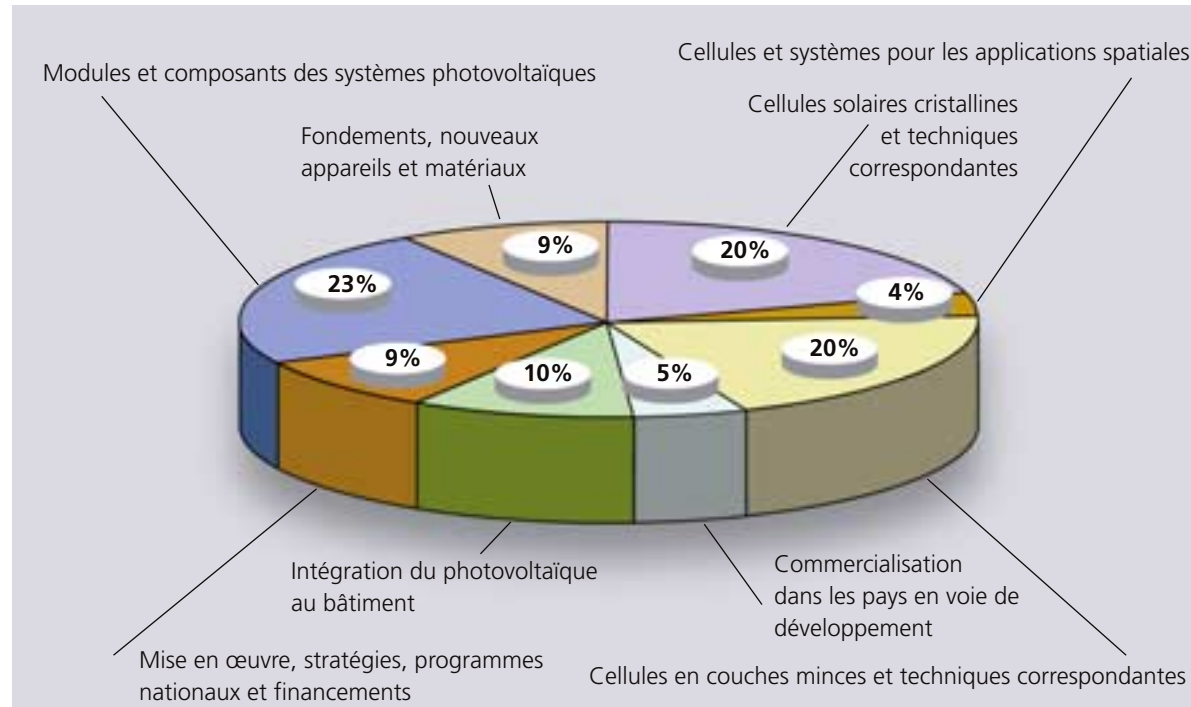
Le Symposium photovoltaïque national se tiendra cette année à l'Université de Neuchâtel les **7 et 8 novembre 2000**. Organisé par l'Office fédéral de l'énergie, Swissolar et l'Union des centrales suisses d'électricité (UCS), il fera le point sur le développement du photovoltaïque.

Pour tout renseignement:
VSE/UCS
CH-8023 Zurich
Tél. 01 226 51 23
martina.huber@strom.ch



légèrement des valeurs antérieures. En laboratoire, on atteint aujourd'hui jusqu'à 24,7% selon les matériaux. Différents développements ont été abordés à Glasgow: les procédés de réduction de pertes par réflexion, tels la texturation et les revêtements de surface; l'identification du problème de la dégradation des cellules cristallines in-

Une prise de vue convaincante: la nouvelle installation photovoltaïque sur le toit du bâtiment scolaire Steighof à Berthoud.
(Photo: SSES)



Répartition thématique des contributions à la 16e Conférence européenne photovoltaïque, à Glasgow.

duite par la lumière à cause de l'oxygène présent dans le silicium; enfin les difficultés d'approvisionnement en silicium à moyen terme. De ce point de vue, les solutions de rechange que sont le silicium en couche mince (amorphe ou microcristallin) et le silicium en bande n'en prennent que plus de relief.

De nouvelles technologies apportent une amélioration substantielle du rendement

Il faut relever une intensification des efforts de mise en œuvre industrielle des cellules basées sur les semiconducteurs composés (CIGS, CdTe). La cellule CIGS a atteint récemment en laboratoire le rendement remarquable de 18,8%. Il se pourrait bien que ces cellules deviennent ces prochaines années un concurrent sérieux de la cellule mince au silicium.

Les recherches sur les cellules à colorant se poursuivent, même si les applications se font encore attendre. Le Japon (Toshiba) annonce un succès: avec des électrolytes en forme de gel, on a déjà atteint un rendement de 7,3%.

L'intégration du photovoltaïque, une discipline obligée de l'architecture

Bien qu'à Glasgow une contribution sur dix seulement ait été consacrée à l'intégration au bâtiment, cette discipline est devenue aujourd'hui un aspect incontournable du photovoltaïque. Elle dominait l'exposition où l'on a pu constater une augmentation réjouissante du nombre des produits destinés aux applications professionnelles dans le bâtiment. Ici, la certification de ces produits, les règlements de construction et la sensibilisation des architectes seront les clés de l'épanouissement à grande échelle du photovoltaïque intégré. Les projets architecturalement intéressants sont très importants dans ce contexte. Ces chemins ont été explorés par un Programme de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le cadre d'un concours dont les prix ont été distribués à Glasgow. Parmi les lauréats figurent entre autres les contributions suisses suivantes:

- Sous-station de Schaan, Forces motrices du Liechtenstein; architecte: Marcel Ferrier, St-Gall
- SOLRIF, Ernst Schweizer SA & Enecolo SA
- Voile solaire, Münsingen; architecte: Peter Schürch, Berne.

Liens Internet

IEA PVPS – Programme photovoltaïque de l'Agence internationale de l'énergie
www.iea-pvps.org

Thin-Film Silicon and Photovoltaic Group
www-micromorph.unine.ch

Institut Paul Scherrer, Laboratoire de micro- et nanotechnologie (thermophotovoltaïque)
www.psi.ch/LMN

Université de Genève: Software for photovoltaic system
www.pvsyst.com

Comme on trouve déjà dans la littérature de nombreux articles en rapport avec le début de l'exploitation d'installations photovoltaïques classiques, les présentations qui leur étaient consacrées à Glasgow ont été moins nombreuses que d'habitude. Cependant, les expériences faites à plus long terme avec les composants comme avec les installations sont importantes pour l'avenir; cela vaut tout spécialement pour les nouveaux concepts, tels les modules à courant alternatif et les systèmes combinés.

Les installations décentralisées de tous côtés sous pression

L'électrification rurale dans les pays en voie de développement a fait l'objet à Glasgow d'un plus grand nombre d'exposés qu'antérieurement. L'UE et la Banque mondiale ont organisé un atelier sur ce thème, au cours duquel des exemples de Chine, de l'Inde, des Philippines et d'Afrique du Sud ont été présentés. Il se confirme que ce sont les aspects non-techniques qui jouent sur ce marché important le plus grand rôle: la mise sur pied de l'infrastructure, le financement, la formation, l'entretien et une information appropriée, enfin, et non des moindres, le contexte politique dans lequel se déroulent les programmes d'électrification rurale.

Le tournant politique, une chance supplémentaire

Le contexte politique du photovoltaïque a été un sujet permanent de discussion, surtout à la suite des développements en cours en Allemagne et au Japon. Les conditions n'ont jamais été aussi bonnes qu'aujourd'hui, même si elles varient considérablement d'une région à l'autre.

La présence remarquée de la Suisse

Avec plus de 50 contributions, la Suisse a une nouvelle fois été très bien représentée à Glasgow. Elle a pu confirmer le haut degré de développement du photovoltaïque dans notre pays en comparaison internationale, aussi bien dans la recherche que les applications. Étaient présentes à l'exposition les entreprises suivantes:

- ASP (chez Rosendahl Energietechnik Sàrl)
- Atlantis Solar Systems
- Cyphelly & Co.
- Enecolo SA (chez Ernst Schweizer SA)
- Ernst Schweizer SA
- HCT Shaping Systems SA
- Meyer & Burger Ltd.
- Multi-Contact SA
- PASAN-BELVAL SA
- PV GAP (international)
- PVSYST (chez Ernst Schweizer SA)
- Studer Solartechnik.

Projet AIE, Tâche IX – Encouragement dans les pays en voie de développement

La Tâche IX, un projet lancé en 1999 dans le cadre du Programme photovoltaïque de l'AIE, a pour but l'augmentation du nombre des installations photovoltaïques en service dans les pays en voie de développement. La coopération internationale s'y développe entre les milieux du photovoltaïque dans ces pays, les banques de développement, les organisations (bilatérales ou multilatérales) d'aide au développement, d'une part, et le réseau bien établi du Programme AIE, d'autre part.

En premier lieu, le projet passe sous la loupe le développement de l'infrastructure. Par l'élaboration, la diffusion et l'application de recommandations pratiques, on désire éliminer les obstacles critiques s'opposant à l'extension du marché et à la mise en œuvre de la technologie, et pousser l'extension de l'infrastructure dans les pays en voie de développement. En second lieu, la Tâche IX stimule la collaboration bilatérale et multilatérale entre organisations. Il s'agit de diffuser les connaissances, notamment de mieux faire connaître aux publics cibles le potentiel technique et économique, les opportunités du projet et la fiabilité éprouvée des installations photovoltaïques. Finalement, le projet poursuit des objectifs techniques et économiques. On désire mieux connaître ces aspects-là en même temps que le potentiel du photovoltaïque dans les pays en voie de développement. En Suisse, le Secrétariat à l'économie (seco) est acquis à la cause que défend ce projet, ce qui est une nouveauté pour la coopération AIE. Le représentant de la Suisse à la Tâche IX est Alex Arter, d'entec à St-Gall. Le soutien du seco concerne la mise sur pied d'une plaque tournante de l'information pour la coopération au développement du photovoltaïque. Pour tout renseignement, on s'adressera à la direction du projet:

NET Nowak Energie & Technologie SA,
Waldweg 8, CH-1717 St-Ursen,
Tél. 026 494 00 30, téléfax 026 494 00 34

Quelles installations combinées ?

De meilleures chances sur le marché grâce à la mise au point de standards communs européens

Jean-Christophe Hadorn

Chef du programme Chaleur solaire (R + D) de l'OFEN
c/o Hadorn Conseils
CH-1035 Bournens

Pierre Renaud

Chef du programme Chaleur solaire (P + D) de l'OFEN
c/o Planair,
CH-2314 La Sagne

Urs Wolfer

Chef du domaine Solaire actif (chaleur, électricité) de l'OFEN

Le marché des installations solaires thermiques est en expansion en Europe. De plus en plus souvent, on rencontre des installations dites combinées, c'est-à-dire fournissant de la chaleur à l'eau chaude sanitaire et au chauffage. Mais l'époque des installations pilotes est révolue; aujourd'hui, il s'agit de réaliser une large pénétration du marché. Pour cela, les systèmes doivent être optimisés et standardisés. C'est pourquoi l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a lancé la Tâche 26 de son programme Chauffage et climatisation solaire.

Perfectionnement sur la base d'analyses comparatives

Les points forts de la Tâche 26 sont la revue des systèmes aujourd'hui sur le marché dans les pays participants, la mise au point de modèles de simulation et la standardisation des séquences de test. Ces activités permettent l'acquisition du savoir-faire nécessaire au soutien du marché des installations combinées dans sa phase actuelle d'expansion.

La comparaison des différentes constructions ne peut se faire que sur la base d'une classification et de définitions uniformes. La simulation permet l'identification des comportements thermiques caractéristiques des installations, rendant ainsi possible leur perfectionnement de manière ciblée.

Aussi bien pour les constructions nouvelles que lors de rénovations

Sur cette base, la prise de décisions, l'étude de l'installation combinée et son montage deviennent plus faciles, aussi bien pour les constructions nouvelles que lors de rénovations. Car le nombre des paramètres à considérer est beaucoup plus grand dans ce type d'installation que pour un chauffe-eau solaire. Le stock d'eau, nécessairement plus important que pour un chauffe-eau, est chauffé par le rayonnement solaire et par les agents énergétiques les plus divers: bois, gaz, mazout ou électricité. Ces équipements classiques ne doivent pas influencer négativement le rendement global de la partie solaire de l'installation.

L'AIE concrétise la coopération internationale

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a été fondée en 1974 en tant qu'organisation indépendante au sein de l'OCDE. L'un des aspects essentiels de ses activités est l'encouragement de la recherche, des développements et des installations de démonstration en rapport avec de nouvelles technologies énergétiques, dans le but d'assurer à long terme l'approvisionnement énergétique et de réduire l'effet de serre et la dépendance du pétrole. À part la Tâche 26 qui s'occupe des installations combinées, les projets suivants ont vu le jour en l'an 2000 au sein du programme Chaleur et climatisation solaire de l'AIE:

- **Tâche 27:** Performances des composants solaires destinés aux façades de bâtiments
- **Tâche 28:** Étude, sous la direction de la Suisse (Robert Hastings), du logement durable valorisant l'énergie solaire
- **Tâche 29:** Séchage des récoltes au moyen de chaleur solaire
- **Tâche 30:** Cités solaires

Pour tout renseignement sur les Tâches de ce programme AIE:
www.iea-shc.org

tivement le rendement global de la partie solaire de l'installation.

La Tâche 26 étudie les applications dans les villas, les groupes de villas et les immeubles à appartements. On suppose, mais cela reste à démontrer scientifiquement, qu'il sera possible de réduire considérablement les coûts et d'améliorer le rendement et l'aptitude fonctionnelle. 25 experts de 9 pays de l'AIE et 11 entreprises du solaire collaborent à ce projet.

Une équipe chevronnée pour la contribution suisse

La Suisse assume la direction de la Sous-tâche A, en charge de la revue des systèmes et de la présentation des résultats de manière adaptée au public cible. Ainsi, les différents développements des systèmes, avec les données chiffrées et leurs avantages seront rendus accessibles à un large public,

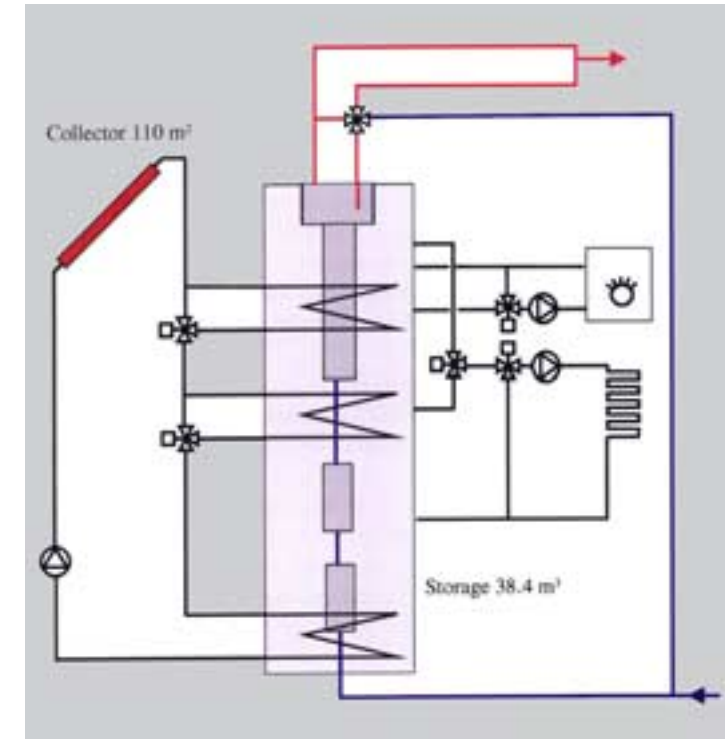


Schéma d'une installation combinée servant à la préparation d'eau chaude sanitaire et au chauffage.



À près de 2'000 m d'altitude, l'installation combinée de l'Hôtel "Silvretta-Haus" comporte une surface de capteurs de 60 m².

par l'intermédiaire d'une brochure et d'un manuel du spécialiste. L'objectif de cette démarche est l'expansion du marché des installations combinées grâce à leur optimisation. La Sous-tâche A publie aussi un bulletin annuel d'information destiné à l'industrie du solaire.

Les institutions suivantes contribuent en Suisse par leur savoir-faire en héliotechnique au succès du projet:

- l'Institut d'automatique de l'EPF de Lausanne et la HES d'Yverdon (EIVD) mettent au point ensemble une régulation optimisée pour une installation combinée avec pour but l'augmentation de la contribution du solaire
- l'Institut d'essais et de recherche en énergie solaire (SPF) de la HES de Rapperswil s'occupe de la caractérisation des installations combinées
- l'entreprise SOLTOP Schuppisser SA participe à la Tâche 26, Agena SA et Jenni Energietechnik SA sont présents épisodiquement.

Liens Internet

Pour les activités de l'Institut d'essais et de recherche en énergie solaire de la HES de Rapperswil:
www.solarenergy.ch

Pour la recherche en énergie solaire à la HES d'Yverdon:
<http://solarplant.eivd.ch>

Pour le réseau des activités en rapport avec l'énergie solaire au sein du Secteur énergie renouvelable (Energie 2000):
www.swissolar.ch

Pour l'Association suisse des spécialistes de l'énergie solaire (SOFAS) et ses informations détaillées:
www.sofas.ch

Pour l'Association des professionnels romands de l'énergie solaire (PROMES) et ses actualités:
www.promes.ch

SSSES – la Société suisse pour l'énergie solaire:
www.sses.ch

Solar 91 – la Communauté de travail de la SSSES et de la Fondation de la Greina (SGS)
www.solar91.ch

On demande un système entièrement optimisé

Des études détaillées avec comme objectif un meilleur rendement global des installations

Martin Zogg

Chef du programme R + D Chaleur ambiante, couplage chaleur-force de l'OFEN
Kirchstutz 3
CH-3414 Oberburg

Fabrice Rognon

Chef du domaine et du programme P + D Chaleur ambiante, couplage chaleur-force de l'OFEN

Plus de la moitié de la consommation finale d'énergie en Suisse sert à produire de la chaleur à basse température pour le chauffage, la préparation d'eau chaude sanitaire et les procédés industriels. Il est donc vraiment nécessaire de couvrir une part toujours plus importante de ces besoins gigantesques par de la chaleur ambiante (prélevée de l'environnement) ou des rejets thermiques. Il y a pourtant encore des lacunes à combler en la matière, tant au niveau du savoir-faire que l'expérience acquise.

La pompe à chaleur et la réfection des chauffages: la "Swiss Retrofit Heat Pump"

Actuellement en Suisse, la pompe à chaleur chauffe déjà une construction nouvelle sur trois. Les principales sources de chaleur sont, par ordre décroissant, l'air ambiant et la chaleur du sol. Dans les rénovations de chauffages par contre, la pompe à chaleur n'occupe qu'une place insignifiante. En effet, dans ces cas-là, la pompe à chaleur doit

faire face à de grandes différences de température entre la source de chaleur et les utilisateurs, tout en gardant une efficacité convenable. Et même par les températures extérieures les plus basses, elle doit avoir une grande puissance de chauffage. Notre but est de développer une telle "Swiss Retrofit Heat Pump" qui satisfasse à ces exigences.

Remarquons que l'économie d'énergie escomptée ne peut être concrétisée par le chauffage à pompe à chaleur que si l'on atteint des coefficients de performance (COP) élevés. Or, cela n'est pas seulement du ressort de la pompe à chaleur elle-même; c'est tout le système qu'il faut optimiser, de la source froide au bâtiment en passant par la pompe à chaleur, le stock et la distribution de chaleur. Les recherches encouragées par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) se concentrent donc sur l'amélioration de ces systèmes de chauffage dans leur intégralité. Par exemple, on met au point des méthodes de surveillance et de diagnostic, vérifie des concepts de régulation et analyse des installations bon marché destinées aux maisons à basse consommation d'énergie.

Une pompe à chaleur efficace à deux étages pour le marché de la rénovation

Dans une pompe à chaleur air/eau expérimentale à injection intermédiaire à deux phases, on a étudié les trois procédés de dégivrage suivants:

- dégivrage traditionnel par inversion du cycle thermodynamique
- dégivrage à l'aide de la capacité thermique du fluide frigorigène contenu dans le réservoir à pression intermédiaire ("economizer")

Informations sur l'optimisation des systèmes de chauffage

À la 7^e Conférence UAW qui s'est tenue le 9 mai 2000 à Berthoud, les conférenciers ont mis l'accent sur ces sujets d'actualité que sont la régulation moderne et l'optimisation des installations dans leur ensemble. Les actes de la conférence résument les dix exposés. On peut également télécharger ces textes sur Internet à l'adresse suivante: www.waermepumpe.ch/fe



Pompe à chaleur expérimentale de la HES de Winterthour, pour la mise au point de "FuzzyWatch".

- dégivrage hybride rapide par inversion du cycle et recours à la capacité thermique du fluide frigorigène contenu dans le réservoir à pression intermédiaire – c'est-à-dire une combinaison des deux procédés ci-dessus.

On a constaté que les premières variantes conduisaient toutes deux à la même réduction du coefficient de performance et de la puissance de chauffage, par rapport à l'exploitation avec un évaporateur sans givre aucun. Par contre, la troisième variante, combinée, est caractérisée par une réduction nettement moins importante de la puissance de chauffage.

Une pompe à chaleur à circuit auxiliaire pour la surfusion du condensat

À titre expérimental, on est parvenu à améliorer considérablement les performances d'un cycle de pompe à chaleur destinée au marché de la rénovation, avec une température de départ du chauffage élevée et une basse température de la source froide. On a aménagé un circuit supplémentaire séparé pour la surfusion du condensat. Dans un premier temps, la simulation sur ordinateur avait mis en évidence une nette amélioration du COP et de la puissance de chauffage. Il s'agissait donc, dans la deuxième phase du projet, de confirmer cette attente par une installation expérimentale, ce qui fut fait. Remarquons cependant qu'actuellement, la complexité plus grande de ce procédé et le fait que certains composants manquent encore pour les petites puissances, réservent son application plutôt aux puissances élevées.

Méthode rapide d'essai pour les installations de pompes à chaleur

Pour mettre en service et surveiller des installations de chauffage à pompe à chaleur, il faut disposer de moyens permettant de s'assurer que tous les composants du système travaillent correctement. Dans la phase 4 de ce projet de l'OFEN, on a mis au point des méthodes de détection des dysfonctionnements éventuels des pompes à chaleur.

Le modèle physique détaillé utilisé au début s'est avéré trop complexe pour la simulation du régime non-stationnaire d'une pompe à chaleur (dégivrage, repos après le déclenchement, réenclenchement). On a donc eu recours à une modélisation simplifiée. L'algorithme mathématique a donné le modèle "Grey Box", avec une structure parallèle permettant de varier considérablement la configuration des sondes.

La classification des défauts s'est opérée selon le principe de la logique fuzzy. Les études en laboratoire ont été faites au banc d'essai avec "Fuzzy-Watch". Ce nouveau système de surveillance de l'exploitation a été capable de détecter de manière fiable des défauts provoqués manuellement. Ce système comporte une adaptation automatique du modèle d'exploitation sur la base du modèle "Grey Box" avec une structure parallèle et la formation automatique de règles fuzzy.

L'ammoniac et les hydrocarbures comme fluides frigorigènes: analyse du risque, responsabilité du fait des produits et droit pénal

Ce projet analyse les risques liés à l'utilisation de l'ammoniac et des hydrocarbures dans les pompes à chaleur et les installations frigorifiques. Des raisons écologiques et relevant en partie de la thermodynamique parlent en faveur de l'emploi de fluides frigorigènes naturels, alors que l'interprétation courante de la notion de sécurité conduit aux hydrocarbures fluorés de synthèse, qui sont incombustibles. L'étude a considéré une pompe à chaleur installée dans une villa, d'une part, une installation frigorifique centrale et une unité décentralisée de réfrigération dans un supermarché, d'autre part. Les risques encourus par le propriétaire de la pompe à chaleur ou les clients

et les employés sont tout à fait acceptables; les monteurs sont, par contre, nettement plus exposés. C'est pourquoi la formation de ces spécialistes mérite la plus haute attention. Les fabricants de ces équipements sont donc mis au défi d'éliminer les risques encourus à la fabrication, au transport et au montage et de munir les installations des indications adéquates en rapport avec la sécurité.

Les fluides frigorigènes naturels des pompes à chaleur et l'écologie

Cet écobilan complet compare la compatibilité écologique des fluides frigorigènes naturels (propane, CO₂) à celle des hydrocarbures fluorés encore courants aujourd'hui. Ces substances de remplacement des fluides frigorigènes de type hydrocarbure chloro-fluoré sont comparées aux substances naturelles que sont le propane et le CO₂.

Dans la climatisation et la technique des pompes à chaleur, on évalue d'habitude la compatibilité avec l'environnement uniquement sur la base des deux critères de l'effet de serre et de l'attaque de la couche d'ozone de la haute atmosphère. La nouvelle étude va plus loin. Elle nomme six critères supplémentaires qu'elle applique aux différents procédés, de la matière première à l'élimination, en passant par le transport de la substance. Les calculs montrent que les fluides frigorigènes naturels sont les moins dangereux pour l'environnement en ce qui concerne l'effet de serre et l'attaque de la couche d'ozone. Cependant, pour la plupart des effets sur l'environnement, ce sont les émissions liées à la production de l'électricité nécessaire à l'entraînement de la pompe à chaleur qui sont déterminantes. Si l'on utilise des hydrocarbures fluorés, il faut, pour améliorer la situation, moderniser leurs procédés de fabrication et réduire les pertes de ces gaz au remplissage, à l'exploitation et à l'entretien.

La page Internet d'accueil présente les versions détaillées et offre la possibilité de télécharger tous les rapports finaux des projets.

www.waermepumpe.ch/fe

Exposition de pompes à chaleur à Berne

La BEA accueillera du **2 au 4 novembre 2000** à Berne la 4^e Exposition nationale de la pompe à chaleur. Ce sera la plate-forme idéale pour les fabricants, les fournisseurs, les entreprises électriques, les installateurs, les centres de conseil et les HES qui désirent informer leur public. On pourra constater que l'intérêt pour la technique de la pompe à chaleur continue de croître. Des ateliers et des conférences publiques répondront à ce besoin d'information. On y trouvera aussi une exposition spéciale réalisée conjointement avec Suisse-Éole (Association de promotion de l'énergie éolienne), la direction du programme Petits aménagements hydrauliques, ainsi que d'autres réseaux intéressés à la promotion de l'électricité écologique.

Pour tout renseignement: www.fws.ch

Soulever au lieu de pousser

Une nouvelle configuration d'entrée fait ses preuves dans les installations à très basse pression

Hanspeter Leutwiler

Chef du programme Petits aménagements hydrauliques de l'OFEN c/o ITECO, CH-8910 Affoltern am Albis

Martin Rüegsegger

Chef du domaine Petits aménagements hydrauliques de l'OFEN

En Suisse, de nombreuses petites centrales hydroélectriques à basse pression ont été mises hors service ou ont besoin d'être rénovées. Souvent cependant, la rénovation et l'introduction de techniques modernes se heurtent au risque financier qu'elles présentent; c'est là qu'une contribution de la Confédération peut détendre la situation et décider le propriétaire à passer à la réalisation. L'exemple de la rénovation de la centrale de la Fabrique de papier de Perlen SA, à Perlen (LU), montre que des solutions novatrices peuvent rendre rentable la production industrielle de courant électrique à usage interne. C'est un projet pilote et de démonstration du programme Petits aménagements hydrauliques de l'OFEN.

Un concept global avec des solutions novatrices

Des analyses détaillées ont conduit à un concept d'ensemble englobant la réfection du canal d'amenée de l'eau. On a amélioré

La nouvelle conception de l'admission d'eau dans les turbines appliquée pour la première fois en Suisse (turbines à siphon) a permis de renoncer aux organes d'obturation installés d'habitude en amont, avec à la clé une réduction bienvenue des frais de génie civil.

Rotation lente, nombreux avantages

Le groupe turbine/générateur a aussi été conçu selon les connaissances les plus récentes. Par rapport aux techniques traditionnelles, les 3 turbines Kaplan avec des aubes directrices fixes et des pales motrices réglables, ainsi qu'un générateur synchrone à basse vitesse de rotation et à couplage direct conduisent à un volume d'investissement plus réduit et des économies à l'entretien, sans altérer le rendement. Les générateurs de la centrale de la Fabrique de papier de Perlen pèsent chacun 15 tonnes. Notons que cette masse respectable a peu d'effet sur la stabilité de marche des groupes puisque

Manifestation

Du 2 au 4 octobre 2000 se tiendra au Kursaal de Berne une conférence-exposition sur le thème "Making hydro more competitive".

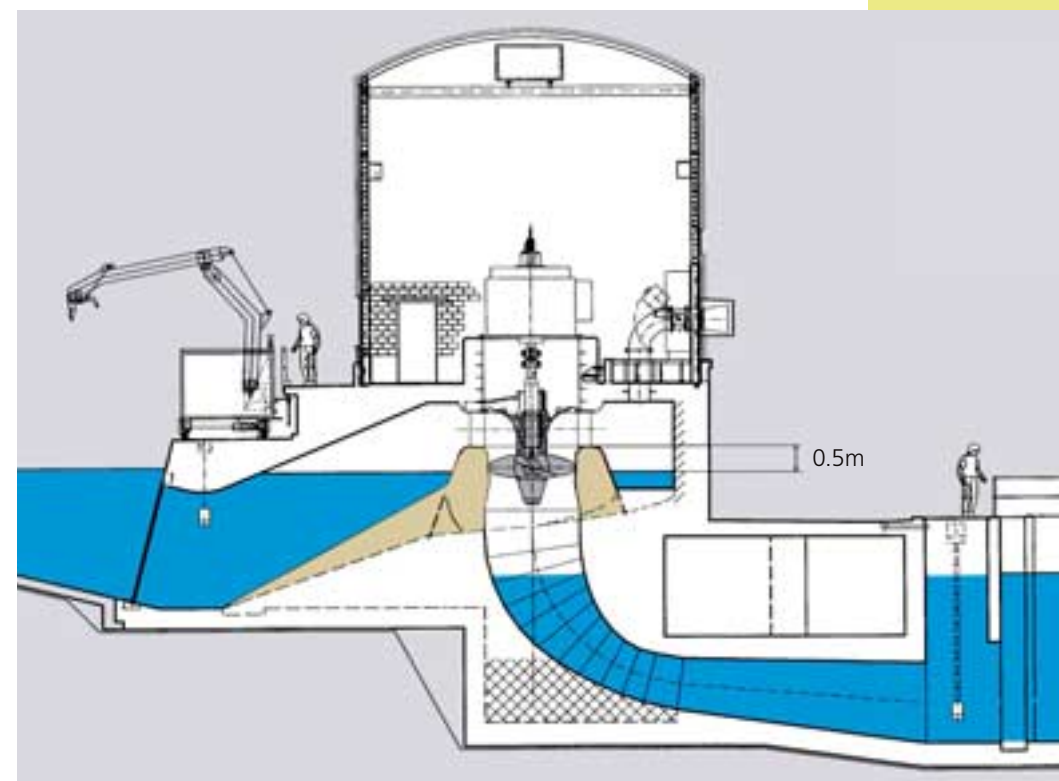
www.hydrower-dams.com



Roue à aubes avec aubes directrices réglables de la turbine Kaplan.

Principe de la turbine à siphon

Dans une turbine à siphon, l'eau traverse une section de conduite surélevée, dont le point bas est situé au-dessus du niveau de l'eau du canal d'amenée. L'eau ne peut donc pas pénétrer dans la turbine au repos. Au démarrage, on crée un vide partiel qui élève le niveau de l'eau dans la conduite d'admission, jusqu'à la faire tomber dans la turbine ce qui lance cette dernière. Ce principe du siphon permet aussi un déclenchement rapide très simple: un clapet à air qui s'ouvre supprime la dépression au-dessus de la roue à aubes.



À la sortie de la roue motrice, l'énergie cinétique est partiellement récupérée grâce à l'effet d'aspiration du diffuseur, ce qui améliore le rendement de la turbine.
(Photos: ITECO)



la géométrie de l'admission d'eau en lui donnant une forme plus hydrodynamique (élargissement, arrondis) et on l'a munie de dégrilleurs automatiques télécommandés. L'augmentation du débit qui en est résultée a amélioré la production de courant de 5% environ.

la vitesse de rotation est très faible (125 tours par minute).

Profiter de l'écoulement de l'eau

Le chantier a duré 15 mois seulement, sans interruption importante de l'utilisation du canal pendant les travaux dans la fosse du bâtiment des turbines. Les diffuseurs ont été orientés dans la direction du courant pour obtenir un écoulement optimal. La forme spéciale de cette sortie produit un effet d'aspiration lequel permet une récupération partielle de l'énergie cinétique de l'eau présente à la sortie de la roue motrice, effet dont celle-ci tire pleinement parti.

La production annuelle après la rénovation est de 7,8 millions de kWh pour l'ensemble des trois turbines, pour une chute de 2,7 m environ et un débit d'eau de 45 m³/s. Les machines sont exploitées avec un lubrifiant biodégradable, le palier des turbines est lubrifié par l'eau. Le rendement, la puissance et l'émission de bruit satisfont de manière optimale au cahier des charges.

Renseignements et conseils

Les centres d'information sur les petits aménagements hydrauliques répondent volontiers aux questions des intéressés sur la rénovation et la réfection des pico-centrales (< 50 kW) et des centrales à basse pression. Sont gratuits les conseils téléphoniques, notamment sur la façon de procéder, et l'aide à la préparation des demandes de subvention ou de documentation. Par contre, une participation aux frais est demandée quand il s'agit d'évaluations de site, de premières analyses, d'un suivi de projet ou de la présentation d'un exposé.

- Suisse du nord-ouest
Nova Energie Aarau (www.infoenergie.ch)
- Suisse orientale
Nova Energie Tänikon (www.infoenergie.ch)
- Tessin
Studioenergia Avegno
Tél. 091 796 36 03
- Suisse romande
Fondation du Laboratoire de mini-hydraulique MHyLab Montcherand (www.ambios.ch/mhyllab)

Série de publications DIANE

De 1992 à 1997, dans le cadre du projet DIANE de l'OFEN consacré au maintien et à la promotion de la production d'électricité par les petites centrales, une série de publications intéressante a été créée. Elle sert de point de départ pour les conseils et de référence pour l'étude de transformations et rénovations. Voici quelques titres:

- Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques
- Rénover au lieu d'abandonner
- Pico-centrales
- L'eau potable génératrice d'électricité
- Petites centrales hydrauliques sur l'eau potable
- L'eau usée génératrice d'électricité
- Poissons et petites centrales hydrauliques
- Manuel 1997 Petites centrales hydrauliques.

Pour commander: voir liens Internet

Liens Internet

Renseignements sur le programme, publications DIANE, fiches techniques, formulaires et statistiques sur le sujet:
www.smallhydro.ch

Association des usiniers romands (ADUR) et renseignements généraux sur la force hydraulique:
www.iskb.ch

Beaucoup de vent autour des sites

En comparaison européenne, la part des éoliennes à la production d'électricité est encore modeste

Robert Horbaty
Chef du programme Énergie éolienne de l'OFEN
c/o ENCO,
CH-4438 Langenbruck

Martin Brunner
Chef du domaine Énergie éolienne de l'OFEN

Alors qu'à l'étranger la production d'électricité éolienne progresse de manière fulgurante (croissance de 30% par an), la situation est bien plus difficile en Suisse. Notre pays, avec ses 3 MW de puissance installée, se place bien en retrait des objectifs fixés et loin derrière, par exemple, le *Land* allemand de Baden-Württemberg (32 MW). Ce *Land* a pourtant une superficie et des conditions de vent comparables aux nôtres.

La protection du paysage, un obstacle pour les sources d'énergie renouvelables

Il faut bien se rendre à l'évidence que le marché de l'énergie éolienne se développe en Suisse plus lentement que prévu. Pourtant, les sites propices à cette forme d'énergie existent, surtout dans l'arc jurassien. Les 14 installations en service en 1999 ont produit cette année-là environ 3'200 MWh d'électricité, ce qui correspond à la consommation d'un millier de ménages. Il se confirme par ailleurs que cette technique de produc-

tion livre davantage d'énergie en hiver (octobre à mars: 60% de la production annuelle).

Une éolienne modifie certainement le paysage de manière notoire. C'est pourquoi les grands parcs d'éoliennes qu'on connaît dans d'autres pays sont impensables dans la structure de notre petit pays. Les sites doivent être chez nous impérativement choisis en accord avec la région et le canton concernés ainsi qu'avec les organisations de protection de la nature.

Une industrie en croissance

L'intérêt croissant des entreprises industrielles helvétiques pour la technologie des éoliennes est une base prometteuse pour la suite de l'évolution de la situation. De plus en plus souvent, des composants, tels les générateurs, l'électronique de puissance, les instruments de mesure ou les pales de rotor, sont mis en fabrication chez nous. Des entreprises offrent aussi de petites éoliennes

	Puissance installée (MW)	Energie produite (GWh)	Nombre de sites	Nombre d'installations
Puissance totale installée à la fin de 1999	2.8	3.2	12	15
Projets en cours	36	43.1	15	50
Projets en discussion	8.5	10.3	8	18
Total	47.3	56.7	35	83

Principales données chiffrées sur l'évolution de l'énergie éolienne en Suisse.

Liens Internet

L'Association pour l'énergie éolienne met à la disposition du public des informations détaillées, notamment les données météorologiques des différentes stations de mesure.
www.suisse-eole.ch

complètes et des moyens auxiliaires pour l'ingénieur, tel un logiciel de modélisation des terrains complexes.

Par exemple, l'entreprise IDS SA à Zurich, qui fabrique notamment des convertisseurs pour éoliennes à vitesse variable, a livré ce printemps une unité pour l'installation Nor-

dex N-80 de 2,5 MW à Grevenbroich près de Cologne (Allemagne).

La réalisation en point de mire

Les activités du programme Énergie éolienne de l'OFEN et du réseau Suisse-Éole, l'Association suisse pour l'énergie éolienne, ont pour objectif l'installation d'éoliennes à court ou moyen terme sur les sites ayant fait l'objet d'une évaluation. Elles s'inscrivent dans le cadre plus général d'un renforcement de la part des sources d'énergie renouvelables à l'approvisionnement énergétique de notre pays. Concrètement pour l'an 2000, on a prévu de:

- préparer 4 projets prêts à être réalisés, sur la base des 12 avant-projets achevés ou en cours d'étude
- lancer les études préliminaires en rapport avec 5 nouveaux sites.

Extension du parc d'éoliennes JUVENT par l'adjonction de 2 ou 3 turbines

La société JUVENT SA a l'intention d'étendre à 7 grandes turbines modernes son parc d'éoliennes du Jura bernois, à ce jour avec ses 4 machines le plus grand du genre en Suisse. C'est pourquoi elle a mené ces deux dernières années des études préparatoires poussées, en collaboration avec tous les milieux intéressés. La demande d'autorisation de construire doit être déposée encore cet été, sur la base des premières directives suisses d'études des éoliennes que les autorités bernoises ont mises au point avec la collaboration de JUVENT SA.

Tout sur le parc d'éoliennes du Mont-Crosin et du Mont-Soleil:
www.juvent.ch

Avec une production annuelle de plus de 3 millions de kWh (1999), les turbines de JUVENT SA constituent l'installation la plus puissante de Suisse.

(Photo: Suisse-Éole)

Parlons d'innovations !

Les chaudières à bois ont fait l'objet, ces dernières années, d'immenses progrès au plan de la technique de combustion et du confort. Mais comme les exigences croissent parallèlement, de nouvelles améliorations sont nécessaires. Et puis, à côté de la production de chaleur, on s'intéresse de plus en plus à celle de courant électrique et de carburant à partir de la biomasse.

Le Symposium sur l'énergie du bois a dix ans

Le Symposium sur l'énergie du bois est le forum idéal pour échanger des idées sur les développements récents et futurs en rapport avec le bois-énergie. Cette année, ce sera la 6^e édition. Les sujets abordés seront les oxydes d'azote et les aérosols, les systèmes de chauffage pour maisons MINERGIE, les chaudières à "pellets", le moteur Stirling, la gazéification du bois, enfin la synthèse de carburants.

Le symposium a été lancé voici dix ans par son président Thomas Nussbaumer (Verenum, Zurich), qui l'organise tous les deux ans.

Date: **20 octobre 2000**

Lieu: École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ)

Inscription:
ENET
Egnacherstrasse 69
CH-9320 Arbon
Tél. 071 440 02 55
enet@temas.ch

Réunions d'échange d'expérience et d'information à Berne et Zurich

L'Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB) organise deux réunions d'échange d'expérience et d'information sur l'étude des projets de chauffages automatiques au bois et l'assurance de la qualité.

9 octobre 2000

Office fédéral de l'énergie, Berne

10 octobre 2000

EPF de Zurich

Inscription:
ASEB, Andreas Keel
CH-8008 Zurich
Tél. 01 250 88 11
www.aseb.ch

Ces précieux déchets

De bons exemples d'utilisation du biogaz montrent la voie à suivre

Le programme de recherche Biomasse traite en priorité la conversion de la biomasse en chaleur, en électricité ou en carburant. On désire continuer à améliorer la contribution de la biomasse à l'approvisionnement énergétique suisse. Il faut pour cela trouver une utilisation efficace, avantageuse et émettant peu de polluants. Trois techniques principales se présentent: la combustion, la gazéification et la fermentation. Suite aux succès enregistrés par la recherche, on a pu réaliser d'imposantes installations pilotes et de démonstration. Elles mettent en pratique les connaissances nouvelles et ouvrent la voie à des utilisations inédites des sources d'énergie renouvelables. Citons ici, par exemple, les installations compactes de biogaz pour l'agriculture et l'extension d'une station d'épuration en activité.

produits par l'exploitation agricole qui l'accueille. S'y ajoutent environ 740 m³/an de déchets verts livrés par des tiers. Le purin et les déchets sont traités ensemble dans une installation compacte de biogaz d'un type nouveau, adaptée aux exploitations de plus de 50 unités de gros bétail. Le biogaz produit dans le digesteur est conduit vers un grand réservoir en matière plastique, d'où il alimente une installation compacte de couplage chaleur-force. Avec une durée moyenne de fonctionnement de 17,3 h/jour et un rendement de 33%, celle-ci produit 315'000 kWh par année.

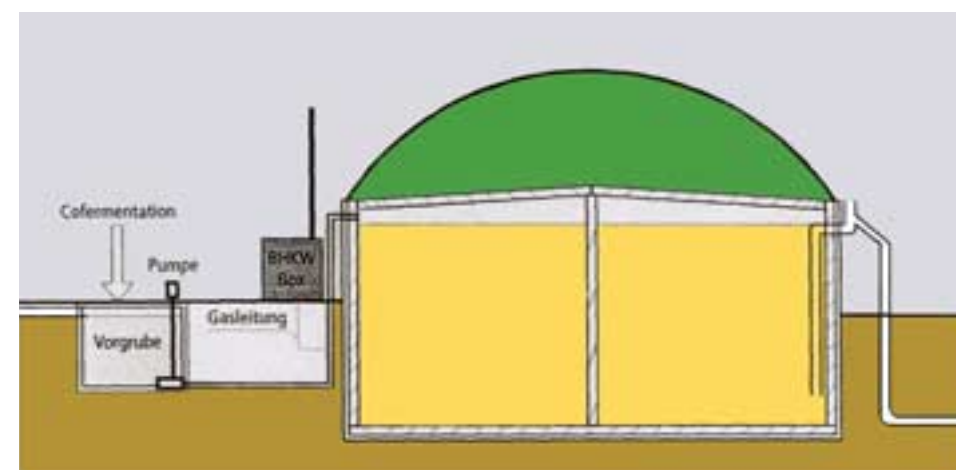
Valoriser intelligemment les restes de nourriture

À Samnaun, dans le Canton des Grisons, le développement de la station et du tourisme avait provoqué la saturation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) mise en service en 1990. Son extension prévue était liée à un changement dans le traitement des boues et à la construction du digesteur demandé par la nouvelle méthode. Du biogaz devait y être produit, puis utilisé dans une installation compacte de couplage chaleur-force. En même temps, on s'est penché sur une valorisation plus efficace des déchets de nourriture de la restauration et de l'hôtellerie locales; le nouveau procédé devait aussi mieux respecter l'environnement.

Afin de réunir le plus tôt possible les déchets de nourriture et les boues d'épuration, il fallait ajouter un système adéquat de préparation. Dorénavant, les matières livrées sont conduites à une déchiqueteuse. Dans l'appareil baptisé "Gorator", les restes d'aliments sont dilués avec de l'eau épurée sortant de la STEP et réduits en grains de 3 mm au maximum. La masse résultante peut alors être mélangée en petites quantités aux boues dans le digesteur.

Le courant produit par le générateur couvre aujourd'hui 46% des besoins de la STEP. La part des restes de nourriture est à elle seule de 14%. En outre, la chaleur dont a besoin la STEP est fournie presque intégralement par l'installation de couplage chaleur-force.

Martin Rüeggesser
Chef du domaine Biomasse de l'OFEN



Purin + déchets verts = courant électrique

Les installations de biogaz valorisent le purin de la ferme et résolvent en même temps le problème des odeurs. Car le purin fermenté est pratiquement inodore et les plantes le supportent mieux après l'épandage sur le champ. L'installation pilote de Golder (SG) valorise les 460 m³/an environ

Pour gagner de la place, le réservoir de plastique de l'installation compacte de biogaz est disposé sur le toit du digesteur.

Cofermentation = codigestion
Pumpe = pompe
Vorgrube = pré-fosse
Gasleitung = conduite de gaz
BHKW = bloc CCF

L'énergie au sous-sol

Le Dock Midfield de Kloten recourt à des pieux énergétiques pour gérer chaleur et froid

Markus Hubbuch
Consortium ARGE ZAYETTA, Zurich
Aéroport

Harald Gorhan
Chef du programme Géothermie de l'OFEN
c/o Electrowatt Engineering SA,
CH-8037 Zurich

Martin Brunner
Chef du domaine Géothermie de l'OFEN

Tandis que les jets roulent à côté du chantier et que les pilotes planifient leurs routes aériennes, on travaille en sous-sol à la production d'énergie du futur. À l'aéroport de Zurich-Kloten, comme en d'autres sites où le sous-sol est "mou", le poids des bâtiments doit souvent être supporté par des pieux souterrains. Aujourd'hui, il est relativement facile d'utiliser ces pieux aussi pour la production d'énergie. Ils remplissent alors une double fonction, comme fondation et pour la production de chaud et de froid.

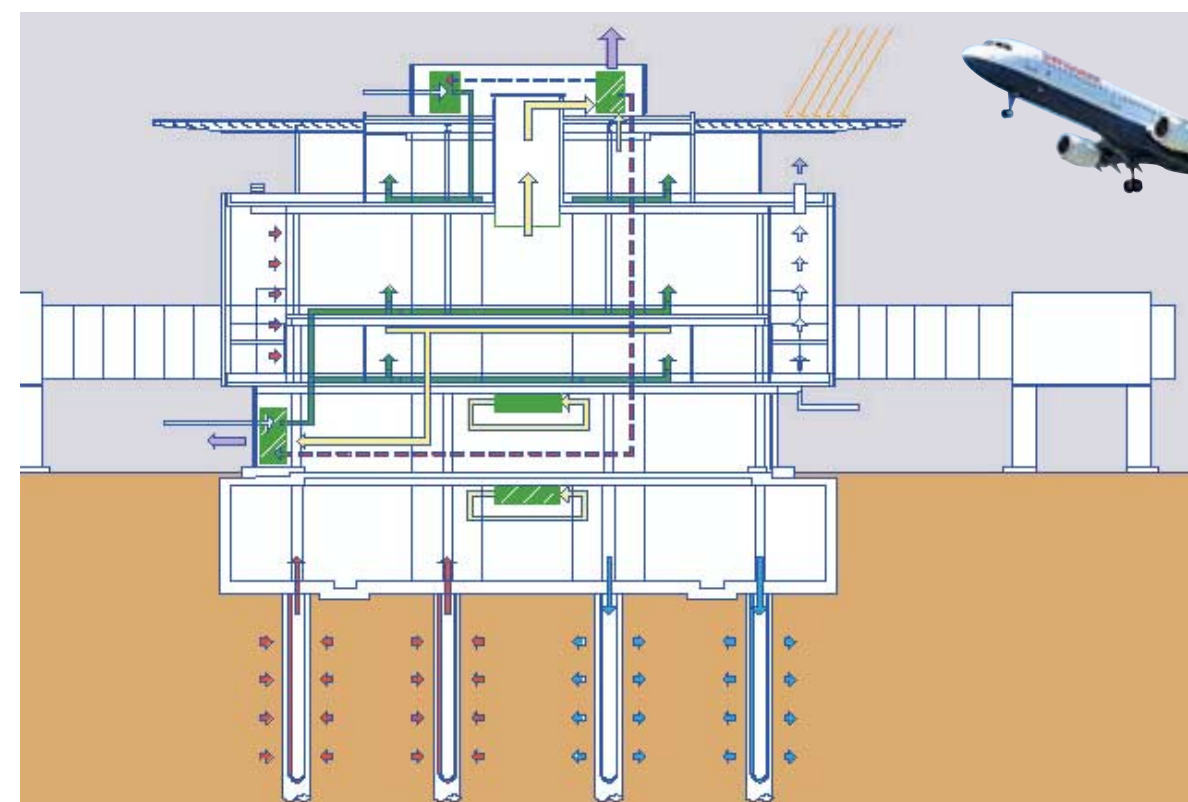
Le concept énergétique, base de tout recours à des pieux énergétiques

Le Dock Midfield, un terminal de 500 m de longueur en chantier en ce moment à Kloten, sera supporté par plus de 500 pieux s'appuyant sur la moraine de fond à 30 m de profondeur environ. Le concept énergétique de

ce bâtiment prévoit des installations dimensionnées de manière optimale et aussi économes en énergie que possible, des régulations basées sur la demande ainsi qu'une utilisation systématique des rejets de chaleur, de la climatisation sans machine frigorifique

Le vol de chaleur remis en question

Le nombre de sondes géothermiques étant en constante augmentation, on pouvait se demander à juste titre si l'énergie géothermique était vraiment une énergie renouvelable. Existe-t-il un danger de "vol de chaleur" entre installations voisines (sondes, pieux énergétiques, etc.)? Deux études ont pu confirmer que la géothermie à faible profondeur était effectivement renouvelable si l'on utilise raisonnablement la chaleur du sol. Au cours de l'étude d'un projet concret, il faut cependant examiner les conditions locales en détail avant de prendre toute décision.



Coupe transversale du nouveau bâtiment de l'aéroport de Zurich. Des pieux énergétiques permettent d'utiliser le sous-sol comme source de chaleur et milieu de stockage thermique.

et des sources d'énergie renouvelables.

Les pieux énergétiques, partie intégrante des fondations, y forment la base de la production de chaud et de froid. Toutefois, seuls 315 sur les 500 nécessaires à la statique du bâtiment conviennent à cette fonction d'élément du système thermique. Les autres sont en effet situés trop près les uns des autres. Les pieux énergétiques sont munis chacun de dix tubes de polyéthylène fixés à la partie périphérique de l'armature en panier et jouant le rôle d'échangeurs de chaleur.

Des simulations qui simplifient les calculs

D'abord, l'EMPA a effectué une simulation dynamique du bâtiment pour connaître heure par heure et aussi précisément que possible les besoins en chaleur. Sur cette base, les flux d'énergie dans le bâtiment ont pu être calculés à leur tour. Puis l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) a simulé en trois temps les échanges de chaleur avec le sous-sol, fournissant ainsi les bases de l'optimisation de l'installation.

La simulation a indiqué la possibilité d'utiliser, dans certaines conditions, les pieux énergétiques comme source de chaud ou de froid. Elle a aussi montré clairement les limites à respecter. En particulier, le rapport entre la chaleur prélevée et celle délivrée au sous-sol doit être correct si l'on veut éviter tout problème d'échauffement ou de refroidissement du terrain à long terme. La quantité de chaleur que l'on peut prélever en une année à l'aide d'un pieu se monte à 135 kWh environ.

La détermination des paramètres thermiques du terrain nécessaires aux calculs de simulation a été faite à l'aide de "response tests", dépouillés par l'EPFL. La même École a aussi procédé – probablement pour la première fois au monde – à des essais *in situ* de l'effet des charges thermiques sur la statique d'un pieu énergétique.

Dimensionnement optimum

La chaleur stockée au cours de l'été dans le sous-sol en provenance de l'intérieur du bâtiment peut être utilisée pour le chauffage en hiver. Cela représente environ 1'100 MWh d'énergie thermique retirés du terrain à l'aide d'une pompe à chaleur. L'intervention du chauffage à distance de la centrale de couplage chaleur-force de l'aéroport n'est plus nécessaire que pour couvrir quelques pointes de consommation. Quant au courant supplémentaire pour l'entraînement de la pompe à chaleur en hiver, il est compensé par le fait que la production de froid estivale nécessaire est moindre.

Financé par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), le contrôle des performances aura lieu après la mise en service. Il s'agira surtout de mesurer la production de chaleur et de froid et de rassembler les observations faites au cours de l'exploitation. Le double rôle de ces pieux reposera alors sur une base éprouvée scientifiquement, ce qui sera tout à l'avantage d'autres futurs grands projets.

Liens Internet

Tout sur la géothermie – Aperçu de la scène internationale

www.geothermal-energy.ch

Renseignements sur la géothermie à grande profondeur en Suisse

www-deep-heat-mining.unine.ch



Armature en panier avec les tubes de polyéthylène servant aux échanges de chaleur entre le bâtiment et le sous-sol.

World Geothermal Congress 2000

Le Congrès mondial de la géothermie a eu lieu dans les deux villes japonaises de Beppu et Morioka, du 28 mai au 10 juin derniers. Il a permis aux 1'800 spécialistes présents en provenance de 61 pays d'échanger leurs connaissances scientifiques et leurs expériences. Les quelque 600 présentations abordaient les thèmes de l'exploration et de la technique des réservoirs, ainsi que les aspects environnementaux, légaux et financiers.



Le professeur Ladislaus Rybach de l'EPFZ (au centre) lors de la démonstration de la climatisation (cabine expérimentale) et du chauffage à l'aide de pompes à chaleur couplées à des sondes terrestres, dans l'enceinte du congrès de Morioka (JMC Geothermal Engineering Co., Iwate Prefectural Government).

Des éléments thermoactifs qui améliorent la durabilité

Mark Zimmermann

Chef du programme Installations techniques/
Systèmes de bâtiments de l'OFEN

c/o EMPA-KWH,
CH-8600 Dübendorf

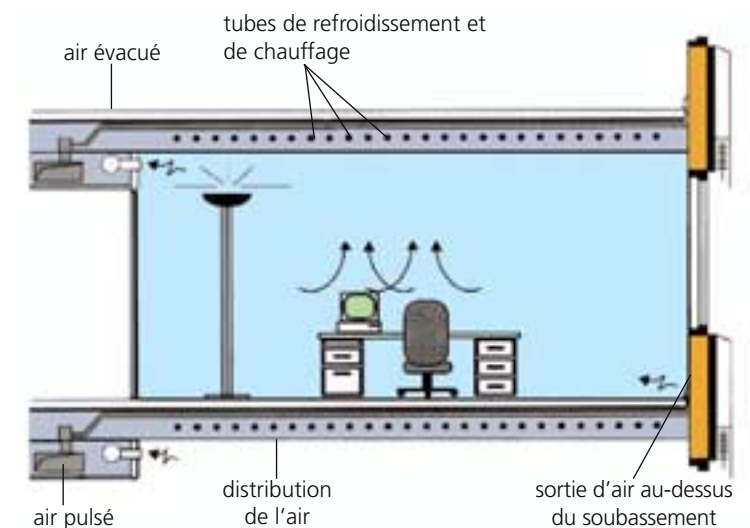
Martin Stettler

Chef du domaine
Bâtiments de l'OFEN

Les bâtiments modernes avec leur isolation thermique poussée créent de nouvelles conditions cadres pour le chauffage et la climatisation. Les flux thermiques sont très faibles en regard des masses stockant la chaleur. C'est pourquoi l'utilisation de systèmes à basse température coule de source; ces systèmes fonctionnent à des températures très proches de celle des locaux, ce qui fait qu'ils peuvent tirer profit des effets d'autorégulation. Les avantages? Les installations deviennent plus simples, la chaleur à basse température est mieux utilisable de même que les sources naturelles de froid.

La notion d'élément de construction thermoactif repose sur cinq points essentiels:

- une enveloppe de bâtiment munie d'une isolation thermique poussée, qui réduit l'influence des charges thermiques extérieures et assure en même temps une bonne protection solaire
- des charges thermiques internes modérées, ne dépassant pas 40 W/m² ou 150 Wh/(m²·jour)



- une ventilation mécanique douce avec récupération de chaleur, qui assure la qualité de l'air
- une dalle de béton sans revêtement, munie de tubes de chauffage ou de refroidissement noyés
- un dispositif de climatisation supplémentaire, comme, par exemple, un

Disposition typique dans les immeubles de bureau ayant des éléments de construction thermoactifs.

Bibliographie

Manuel de la climatisation passive
(en allemand)

M. Zimmermann, juin 1999

ISBN 3-905594-06-4

Pour commander: zen@empa.ch (CHF 40.-)

Systèmes à éléments de construction thermoactifs (en allemand)

M. Koschenz/B. Lehmann, juillet 2000

ISBN 3-905594-19-6,

Pour commander: zen@empa.ch (CHF 60.-)

"Status-Seminar"

Le moyen de s'informer sur l'état de la recherche en matière d'énergie et d'environnement et ses applications au bâtiment

Organisé conjointement par le ZEN (Centre d'étude de l'énergie et de la durabilité) et l'OFEN, le 11^e Séminaire sur la recherche énergétique et environnementale dans le bâtiment, plus connu sous son nom allemand abrégé de "Status-Seminar", se tiendra les **14 et 15 septembre 2000** à l'EPF de Zurich. Ce séminaire donne un aperçu des travaux de recherche et de développement les plus récents et s'adresse en premier lieu aux spécialistes de la construction et de ses installations techniques. Il les informe des résultats de ces travaux et de leur portée pratique. Citons, par exemple, les domaines suivants: enveloppes de bâtiment à isolation très poussée, installations solaires, chauffages pour des bâtiments à très faible consommation d'énergie, ventilation, éclairage, eau chaude sanitaire, installations électriques, aspects écologiques de la construction. Pendant une partie du séminaire, il y aura des sessions parallèles dans deux auditoriums.

Programme et inscription via Internet:
www.empa.ch/zen

Mise au concours de programmes dans le domaine du bâtiment

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) est en train d'élaborer le détail des programmes de ces quatre prochaines années. Les spécialistes, les entreprises et les groupes de recherche sont invités à présenter des esquisses de projets en rapport avec les centres d'intérêt suivants:

- d'ici au 15 septembre 2000: systèmes d'utilisation de la chaleur à plusieurs niveaux de température successifs (cascading), utilisation des rejets thermiques, stockage de la chaleur, alimentation en eau chaude
- d'ici au 15 octobre 2000: aspects environnementaux de la construction et de l'utilisation de l'énergie
- d'ici au 15 novembre 2000: bases de l'amélioration des connaissances de l'acheteur, diagnostic et méthodes de réception d'un bâtiment ou d'une installation
- d'ici au 15 décembre 2000: systèmes réglés d'après la demande de manière à tenir compte des comportements de l'utilisateur et de l'exploitant.

Renseignements:
www.empa.ch/ren, rubrique "Aktualitäten"

échangeur de chaleur sur le toit, l'utilisation de la nappe phréatique ou une petite machine frigorifique.

L'une des premières réalisations faisant intervenir les dalles de béton pour la climatisation ou le chauffage, suivant la saison, a été la nouvelle halle de la Foire de Zurich. D'autres projets analogues ont suivi. S'ils ont confirmé l'exactitude du concept au plan fonctionnel, ils ont surtout démontré sa rentabilité et l'excellent confort obtenu dans les locaux ainsi conçus.

Abaissier les coûts à haute pression

Importantes économies d'énergie possibles dans les installations d'air comprimé

On rencontre des installations d'air comprimé dans de nombreuses entreprises industrielles et artisanales, pour alimenter des outils et des appareils. En Suisse, les quelque 150'000 installations de ce type consomment *grosso modo* 750 GWh/an d'électricité, soit 1,5% de la consommation nationale de courant.

Une analyse systémique ciblée indique les économies d'énergie possibles

Les économies d'énergie électrique possibles ont été évaluées à 100 à 300 GWh par année. Différents facteurs, dont une augmentation du rendement, sont impliqués. On a analysé d'abord les trois éléments composant le système: la production, la distribution et l'utilisation de l'air comprimé.

Dans une installation courante, 10% seulement des économies possibles se situent au niveau du compresseur. Selon la taille de l'installation et les applications, on recommande une alimentation centralisée, décentralisée, ou une combinaison des deux. Le rendement d'un gros compresseur est certes meilleur, mais seulement s'il travaille avec une charge correspondante. L'un des aspects essentiels est la distribution de l'air comprimé. Il faut adapter la section des tuyaux, les éléments auxiliaires, le réservoir et les vannes aux besoins véritables.

Les outils et appareils à air comprimé en point de mire

La consommation d'air comprimé est souvent liée aux fonctions "tourner, souffler, déplacer et refroidir". La durée d'utilisation, les réglages et l'entretien jouent un rôle important et doivent être analysés afin de ne pas perdre inutilement de l'énergie sous forme d'air chaud.

La tendance qui se dégage de l'analyse est que les plus grandes installations d'air comprimé ont une consommation de courant dépassant celle qu'on attend de par leur taille, mais qu'elles offrent aussi les meilleures possibilités d'économiser rentablement l'énergie. Les quelque 10'000 installations



Coupe à travers un compresseur à vis – élément central de la production d'air comprimé dans des unités mobiles ou stationnaires.



en service de plus de 15 kW (puissance du compresseur) consomment environ 80% du courant de tout le secteur. Comme les coûts annuels d'électricité qu'elles entraînent sont de plusieurs milliers de francs, les exploitants ont un intérêt évident à faire des économies.

Installation d'alimentation en air comprimé à compresseur central
(Photos: Atlas Copco)

On trouvera le rapport final du projet "Économies d'énergie dans les installations d'air comprimé en Suisse" (en allemand) à l'adresse Internet:

www.electricity-research.ch

Roland Brüniger

Chef du programme Électricité de l'OFEN
c/o R. Brüniger SA, CH-8913 Ottenbach

Manifestations

Voici les manifestations citées dans ce numéro d'ENET-NEWS:

Septembre	Manifestation	Page
14–15	Séminaire sur l'état de la recherche énergétique dans le bâtiment, Zurich	23
24	Votations fédérales sur les questions énergétiques	4
Octobre		
2–4	Utilisation de la force hydraulique Kursaal, Berne	16
6	Conférence VEL dans le cadre de l'ExpoVel, Mendrisio	28
9–10	Réunions d'échange d'expérience et d'information sur le chauffage au bois, Berne et Zurich	19
13	Conférence de l'Association suisse pour la recherche sur la combustion (SVV)	26
19	6 ^e Séminaire d'automne de l'École suisse d'ingénieurs du bois et du Canton de Berne, Bienne	7
20	Séminaire sur l'énergie du bois Zurich	19
Novembre		
2–4	Expo des pompes à chaleur Berne	14
7–8	Symposium photovoltaïque 2000 Neuchâtel	9

Le record de la collaboration

Recherche + savoir-faire industriel = percée technologique

Alphons Hintermann

Chef du domaine Combustibles et combustion de l'OFEN

28^e Symposium international de la combustion

L'Université d'Edimbourg a accueilli du 30 juillet au 4 août 2000 la traditionnelle rencontre des scientifiques, des ingénieurs et des intéressés aux techniques de combustion. Plus de mille spécialistes du monde entier ont échangé leurs résultats les plus récents, notamment sur les sujets suivants:

- * Cinétique chimique de la formation des polluants
- * Interactions chimiques dans les turbulences
- * Combustion par pulvérisation
- * Caractérisation des flammes
- * Application des notions de base aux chaudières et aux machines à combustion interne

www.efm.leeds.ac.uk/edin2000

La connaissance approfondie des processus de combustion et des moyens de les contrôler permet de réduire à la fois la consommation de carburant fossile et les émissions d'oxydes d'azote. En étroite collaboration avec l'économie privée, les équipes spécialisées de chercheurs de l'EPF de Zurich et de l'Institut Paul Scherrer, constituées ces dix dernières années avec le soutien résolu de l'OFEN, ont développé des techniques de combustion prometteuses qui ont de réelles chances sur le marché. Ce sont des contributions essentielles aux problèmes de l'heure que sont la limitation des ressources à l'échelle du monde, les émissions de CO₂ et la pollution de l'air engendrée par la combustion.

Des recherches ciblées sur la classe des 200 kW de puissance

En collaboration avec les partenaires industriels Liebherr et DIMAG, un moteur diesel stationnaire a été adapté à l'exploitation au gaz naturel par le Laboratoire des moteurs à combustion interne et des techniques de combustion (LVV) de l'EPF de Zurich. Ce moteur a battu des records mondiaux. Le LVV a étudié plusieurs concepts de combustibles gazeux prémélangés. La simulation des lignes de courant gazeux et de la formation des NO_x a permis de sélectionner une technique de combustion (la recirculation des gaz d'échappement) et un déroulement des processus conduisant à des émissions minimum. On a ainsi obtenu un moteur qui, avec son rendement de 42,5% et des émissions de NO_x de quelques ppm (donc moins que pour une turbine à gaz moderne), conviendra bien aux installations de couplage chaleur-force modulaires, puisqu'il en améliorera le fonctionnement et la rentabilité.

Les partenaires industriels

Le groupe Liebherr, qui emploie 17'000 personnes dans le monde entier, offre une palette importante de produits pour le bâtiment et le génie civil: de la grue-tour à la pelle mécanique en passant par le bulldozer, la grue de navire et la grue pour containers. Dans son usine de Bulle (FR), le groupe développe et fabrique des moteurs diesel "Offroad" qui doivent satisfaire à des exigences extrêmes.

Quant à DIMAG, c'est en Suisse l'un des principaux fournisseurs de moteurs pour les installations de couplage chaleur-force. L'entreprise équipe ces moteurs diesel ou à gaz, du bloc moteur à l'installation de couplage chaleur-force complète.

Le projet a été financé conjointement par l'OFEN, le Fonds de recherche et de développement de l'industrie gazière (FOGA) et, surtout, par les partenaires industriels.

Des essais *in situ* chez des clients pour tester le comportement en service continu

Prochaine étape: des essais *in situ* chez des clients des deux partenaires Liebherr et DIMAG pour vérifier le comportement en service continu et optimiser celui à charge partielle. Pour autant que la commercialisation de ce moteur à gaz soit un succès, on peut espérer à juste titre que les valeurs limites des émissions des installations de couplage chaleur-force modulaires soient ramenées au niveau prévu par l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, 1992).

Liens Internet

Laboratoire des moteurs à combustion interne et des techniques de combustion (LVV) de l'EPF de Zurich
www.lvv.ethz.ch

Tout sur Liebherr, groupe industriel présent dans le monde entier
www.liebherr.ch

Association suisse pour le couplage chaleur-force, avec un portrait de l'entreprise DIMAG
www.waerme-kraftkopplung.ch

Bientôt sur le marché

Dans une pile à combustible, l'énergie chimique du combustible – généralement un gaz – est convertie directement en électricité. C'est à la fin des années 80 que remonte le choix de Sulzer SA. Il s'est porté sur les piles à combustible à oxyde solide (SOFC), qui travaillent à haute température. Du point de vue de la technologie des matériaux, ce type est très exigeant; mais il offre l'avantage d'une préparation aisée du combustible. Avec la fondation en 1997 de Sulzer Hexis SA, le groupe a confirmé son intention de faire déboucher ce projet sur un domaine d'activité nouveau et porteur. Car les piles à combustible pourraient bien révolutionner la production d'énergie, comme l'ont fait à l'époque le moteur à combustion interne et les turbines, techniques au développement desquelles Sulzer a contribué de manière notoire. Les travaux de recherche de Sulzer Hexis ont été encouragés par diverses organisations dont en particulier l'OFEN et le Fonds de l'industrie gazière suisse.

La première série commercialisée d'appareils, en tout 50 pièces, sortira des usines Hexis d'Oberwintherthour à l'automne 2001. Ce sont des unités destinées à l'approvisionnement énergétique d'une maison,

à la place du traditionnel chauffage au gaz, et livrant aussi du courant électrique pour le ménage. Chaque unité comprend la pile à combustible, le stock de chaleur et le brûleur d'appoint, le tout monté sur un châssis commun. La puissance électrique nominale est de 1 kW (exploitation parallèlement au réseau). La chaleur dégagée par la pile à combustible elle-même est de 2 à 3 kW au maximum. Le brûleur d'appoint est dimensionné en fonction des besoins de la maison ou de l'appartement (au plus 22 kW).

Pendant les cinq premières années de la commercialisation, Sulzer Hexis travaillera exclusivement avec des distributeurs d'énergie comme partenaires. Ces derniers proposeront ces unités à leurs clients dans le cadre de nouveaux services, en mode "contracting" (vente de la chaleur et du courant produits sur place).

Martin Schmidt

Sulzer Hexis SA, CH-8404 Winterthour

Martin Rügsegger

Chef du domaine Piles à combustible de l'OFEN

Liens Internet

Renseignements sur la technologie de Sulzer Hexis:

www.hexis.com

Conférence sur les piles à combustible (European Fuel Cell Forum)

www.efcf.com



L'unité de pile à combustible Hexis a été testée pendant deux ans en conditions réelles d'exploitation. Ces essais ont porté sur six unités, avec un total de 35'000 heures de service.
(Photo: Sulzer Hexis SA)

La découverte d'un nouvel effet

La découverte du principe de la pile à combustible est due à Christian Friedrich Schönbein, professeur à l'Université de Bâle de 1829 à 1868. Dans une lettre au savant anglais Michael Faraday datant de l'été 1838, il relate des expériences au cours desquelles un électrolyte a produit un courant électrique sans que les électrodes ne se soient transformées chimiquement comme c'est le cas dans les piles ordinaires. L'Anglais William Robert Grove, un ami de Schönbein, décrit l'effet en février 1839 comme l'électrolyse inverse et en reconnaît la portée comme moyen de production d'énergie électrique. La pile à combustible, qu'il nomme encore batterie à gaz, fait l'objet des travaux de Grove pendant les années 1842 à 1844.

Mobilité futée = économie d'énergie

L'essai à grande échelle des véhicules électriques légers (VEL) confirme les économies d'énergie possibles

En Suisse, le secteur des transports est responsable du tiers environ de la consommation finale d'énergie, à raison de 64% pour le trafic motorisé individuel, 20% pour les transports de marchandises par la route, 9% pour l'aviation et 6% pour les transports publics. C'est pourquoi la recherche se préoccupe en priorité de la réduction de la consommation due au trafic individuel. Les approches possibles sont les suivantes:

- des véhicules plus légers
- des véhicules plus petits
- des techniques de propulsion plus efficaces
- le choix, de cas en cas, du moyen de transport adéquat (offre combinée)
- une modification des habitudes de conduite (Eco Drive).

Les enseignements de l'expérience de Mendrisio

L'un des points forts du programme Transports est actuellement l'analyse de l'essai à grande échelle des véhicules électriques légers (VEL) à Mendrisio. On passe au peigne fin les mesures promotionnelles, les comportements en terme de mobilité, les effets

de substitution réalisables et la preuve de l'aptitude de ces véhicules au quotidien.

Parmi 34 communes candidates, Mendrisio a été choisie en 1994 pour ce projet pilote. La localité compte 6'500 habitants et presque autant de places de travail. L'introduction de VEL a été encouragée dès le début du projet. L'objectif était d'avoir jusqu'en 2001 environ 350 véhicules en circulation, soit 8% du parc des voitures particulières. L'essai à grande échelle devait montrer si les VEL étaient utilisables au quotidien et présenter au grand public un concept de mobilité ménageant l'environnement et résolument tourné vers l'avenir.

Le parc des VEL en circulation en juin 2000 dépassait déjà les 350 unités. Outre les mesures promotionnelles à grande échelle, les facteurs suivants ont été déterminants pour le succès du projet:

- Le lancement de trois nouveaux modèles de deux-roues a rencontré un écho favorable grâce à son bon rapport prix/performance.
- La location de batteries s'est répercutée favorablement, des coûts encore trop élevés à l'achat ayant été remplacés par des frais de location variables.
- L'aptitude fonctionnelle des véhicules a été confirmée, puisqu'une partie d'entre eux sont en circulation depuis plus de cinq ans.

Les VEL sont utilisés surtout dans des buts précis, comme se rendre à son travail ou faire ses achats; ils répondent ainsi à une partie des besoins en mobilité. Le fait de devoir planifier ses déplacements et veiller à l'efficacité de sa conduite provoque manifestement une prise de conscience bienvenue en matière de mobilité.



L'essai à grande échelle des VEL à Mendrisio a livré des résultats précieux sur la mobilité et le comportement des individus.

Un besoin croissant d'information et de communication

Cet essai à grande échelle a fait l'objet de nombreuses présentations et a rencontré un intérêt considérable dans la région comme sur la scène internationale. Une nouvelle manifestation est programmée à l'automne à Mendrisio, témoignant de l'enthousiasme des participants à l'essai.

Martin Pulfer

Chef du domaine Transports de l'OFEN

Liens Internet

Autres liens en rapport avec les véhicules électriques légers:

Électromobile Club de Suisse
www.ecs-five.ch

Association Suisse des véhicules électriques routiers
www.e-mobile.ch

Conférence sur les véhicules électriques

Dans le cadre de l'essai VEL de Mendrisio se tiendra le 6 octobre 2000 une conférence sur les véhicules électriques. Il y aura aussi un rallye VEL, le 3^e du genre.

www.infovel.ch

Pour commander:
● Formulaire de commande (à faxer)
ou
● Site Internet d'ENET: www.energieforschung.ch

Recherche énergétique en général

Stand der Energiepolitik in den Kantonen: Stand Frühling 1999 / Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; Konferenz Kantonaler Energiedirektoren. – 1999. – 119 S.. – zu beziehen bei: ENET Artikelnummer 30745 und BFE, 3003 Bern, Frau V. Zwahlen
Nr. 190'058

Etat de la politique énergétique dans les cantons: mise à jour printemps 1999 / Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication; Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie. – 1999. – 119 p.. – zu beziehen bei: ENET Artikelnummer 30744 und OFEN, 3003 Berne, Mme V. Zwahlen
Nr. 190'059

Evaluation der Bereiche Biomasse und Verkehr / Kuster, J.; Winter, C.; BFE ; Brugger, Hanser und Partner; Energon. – 1999. – 78 S.. – zu bez. bei: BBL/EDMZ, 3003 Bern, Best.-Nr. 805.516 d
Nr. 190'060

Installations CVC du bâtiment

Messprojekt Warmwasser-System für MFH ohne Temperaturerhaltung: Schlussbericht 1999 / Real, M.; Stadelmann, B.; Nipkow, J.; BFE – 2000, – 36 S.
Nr. 200'015

Hilfsenergieverbrauch von Oel- und Gasfeuerungen / Graf, P.; Nipkow, J.; Messmer, R.; BFE ; Basler & Hofmann. – 1999. – 57 S.
Nr. 190'132

Energiesparen für eine bessere Umwelt: die Kombination von Lüftung, Klimatechnik und WRG ist sinnvoll / Taubitz, G. – Haus Tech, 12, 1999, 9, S. 76-79
Nr. 190'133

Intelligente Einfachheit statt Hightech: zum aktuellen Wandel in der Klimatechnik / Schmid, W. – Haus Tech, 12, 1999, 10, S. 26-30
Nr. 190'135

Die Zukunft hängt an der Wand. Im Bereich der Oelheizung zeichnet sich ein Technologiesprung ab / Haltiner, E. – Haus Tech, 12, 1999, 10, S. 39-42
Nr. 190'136

Technique et sûreté nucléaire

Coupled transport phenomena in the Opalinus Clay: implications for radionuclide transport / Soler, J.; PSI. – 1999. – 62 p. – (PSI Bericht; 99-07). – zu beziehen bei: PSI, 5232 Villigen, Tel. 056 310 21 11
Nr. 190'524

Evaluation 'Stromspar-Label des Aktionsprogramms Energie 2000': Arbeitsbericht / Muggli, C.; Baumgartner, W.; Ruef, A.; BFE; Basics AG. – 1999. – 37 S.. – zu beziehen bei: BBL/EDMZ, 3003 Bern, Bestellnummer 805.515 d
Nr. 190'061

Evaluation der Wirkung des Energie-Modells Schweiz auf die Umsetzung von Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie und seiner strategischen, energiepolitischen Bedeutung / Kristof, K.; Ramesohl, S.; Hutter, J.; Schilli, A. ; BFE; Wuppertal Institut; Pricewaterhouse Coopers. – 1999. – 95 S. – zu beziehen bei: BBL/EDMZ, 3003 Bern, Bestellnummer 805.517 d
Nr. 190'062

Energie-Forschung 1999, Recherche énergétique 1999: Überblicksberichte der Programmleiter, Rapports de synthèse des chefs de programme / BFE. – 2000. – 160 S.
Nr. 200'001

In der Praxis bereits bewährt. Sorptionsgestützte Klimatisierung gewinnt immer mehr an Bedeutung / Merz, G. – Haus Tech, 12, 1999, 10, S. 52-55
Nr. 190'137

Adiabate Kühlung: praktische Erfahrungen / Kempster, E.; Giovanoli, R. – Heizung Klima, 26, 1999, 8, S. 68-70
Nr. 190'138

Luftschleiersysteme für Gebäudeeingänge / Schälén, A.; Martinek, J. – Heizung Klima, 26, 1999, 8, S. 72-77
Nr. 190'139

Vergleich verschiedener Systeme zur Luftbefeuchtung in Lüftungs- und Klimaanlage / Wipf, L. – Heizung Klima, 26, 1999, 10, S. 78-84
Nr. 190'140

Seewasser als Energieträger / Stadler, D. – Heizung Klima, 26, 1999, 11, S. 56-58
Nr. 190'141

Concentration limits in the cement based Swiss repository for long-lived, intermediate-level radioactive wastes (LMA) / Berner, U.; PSI. – 1999. – 59 p. – (PSI Bericht; 99-10). – zu beziehen bei: PSI, 5232 Villigen, Tel. 056 310 21 11
Nr. 190'525

Indoor environment quality in buildings and its impact on outdoor environment / Roulet, C. – submitted to Energy and Buildings, 1999, 13 p.
Nr. 190’086

Confidence of simulation results: put a sensitivity analysis module in your model: the IEA ECBCS annex 23 experience of model evaluation / Fürbringer, J.; Roulet, C. – Energy and Buildings, 1999, 30, pp 61-71
Nr. 190’087

The influence of the user on the results of multizone air flow simulations with COMIS / Roulet, C.; Fürbringer, J.; Cretton, P. – Energy and Buildings, 1999, 30, pp 73-86
Nr. 190’089

Using large radiant panels for indoor climate conditioning / Roulet, C.; Rossy, J.; Roulet, Y. – Energy and Buildings, 1999, 30, pp 121-126
Nr. 190’090

Renovieren oder abbrechen? Nicht immer ist die Sanierung eines Gebäudes die bestmögliche Variante / Gerber, E. – Haus Tech, 12, 1999, 9, S. 13-15
Nr. 190’091

Energiesparendes Bauen und Sanieren: Dämmstoff- und Heizungsindustrie wollen künftig kooperieren / Schmid, W. – Haus Tech, 12, 1999, 9, S. 32-35
Nr. 190’092

Umbruch zum Aufbruch nutzen: die Heizungstechnik steht vor einer grossen Herausforderung / Betschart, W. – Haus Tech, 12, 1999, 9, S. 57-59
Nr. 190’093

Mehr Komfort, weniger Energie. Neue Studie zeigt auf, dass Mehrkosten für Minergie-Bauten gering sind / Glatthard, T. – Haus Tech, 12, 1999, 12, S. 14-17
Nr. 190’094

Magische Laternen: zwei Häuser in Ems überzeugen mit trans-
parenter Wärmedämmung / Kelly, L. – Haus Tech, 12, 1999, 12, S. 50-52
Nr. 190’095

Utilisation de l’électricité

Technisch und wirtschaftlich erfolgreich: im Ländle produzieren acht Blockheizkraftwerke Strom und Wärme / Haltiner, E. – Haus Tech, 12, 1999, 11, S. 10-13
Nr. 190’187

Druckluftoptimierung in der Verpackungsindustrie: Schlussbericht / Frei, K.; BFE; A-Z Planung AG. – 1999. – 29 S.
Nr. 195’379

Energieeffiziente Bauten: Grundlagen für intelligente Planer energiesparsamer Bauten / Keller, B.; Magyar, E. – Schweizer Ingenieur und Architekt, 118, 2000, 7, S. 15-18
Nr. 190’096

Programme LESOKAI 4.0: rapport final / Roulet, C.; OFEN; EPFL. – 1999. – 4 p.
Nr. 194’507

Hochwärmedämmendes Verbandmauerwerk: Schlussbericht / Emrich, F.; BFE; Verband Schweizerische Ziegelindustrie. – 1999. – 6 S.
Nr. 194’787

IEA/CBS annex 31: energy related environmental impact of buildings: Jahresbericht 1999 / Lalive d’Epinay, A.; BFE; ETHZ. – 2000. – 7 S.
Nr. 195’076

DAHU: diagnosis of air handling units / Roulet, C.; Deschamps, L.; Pibiri, M.; Foradini, F.; EPFL. – 1999. – 42 p.
Nr. 195’149

Measurement of air flow rates and ventilation efficiency in air handling units / Roulet, C.; Foradini, F.; Deschamps, L. – Indoor Air, 1999, 6 p.
Nr. 195’150

ORME: a multicriteria ranking methodology for buildings / Roulet, C.; Flourentzou, F.; Labben, H. – CISBAT’99, 1999, 6 p.
Nr. 195’151

Cooling and preheating with buried pipe systems: monitoring and simulation of installations in Switzerland / Hollmuller, P.; Lachal, B. – PLEA ’99, Brisbane (Australia), 1999, pp 447-452
Nr. 195’163

Rafrâichissement et préchauffage par tubes enterrés: mesures, simulations & calculs économiques / Hollmuller, P.; Lachal, B. – CISBAT’99, Lausanne, 1999, pp 313-320
Nr. 195’164

Akteur-Analyse energiesparende Warmwasser-Installationen: Schlussbericht 2000 / Lüthy, W.; Cuenca, J.; Netmarketing Forum GmbH; BFE – 2000, – 30 S.
Nr. 200’014

Entwicklung von Hochtemperatur-Supraleiterkabel für die Energietechnik SULEIKA: Schlussbericht: PSEL Projekt / Anghel, A.; Fuchs, A.; Pasztor, G. et al.; BFE; Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP). – 1999. – 14 S.
Nr. 195’008

Zuverlässigkeit von Messverfahren zur Erkennung von Inselnetzbildungen: Schlussbericht: PSEL Projekt / Real, M.; Schmid, R.; Tanner, L.; PSEL; BFE; EWZ. – 1999. – 97 S.
Nr. 195’250

Wärmepumpe mit Zwischeneinspritzung bei Scrollkompressoren: Schlussbericht 2000 / Zehnder, M.; Favrat, D.; Zahnd, E.; Cizmar, J.; Trüssel, D.; BFE – 2000, – 35 S.
Nr. 200’018

Wärme-Kraft-Kopplung in einem liberalisierten Umfeld / Hawkins, A. – Heizung Klima, 26, 1999, 12, S. 70-72
Nr. 190’224

Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 1998: statistischer Ueberblick über die schweizerische Stromproduktion mit Gas- und Dampfturbinen sowie mit Gas- und Dieselmotoren: Schlussbericht / Kaufmann, U.; BFE; Eicher + Pauli AG. – 1998. – 79 S.. – zu beziehen bei: ENET Artikelnummer 30958 und EDMZ 3003 Bern Bestellnummer 805.281 d
Nr. 193’631

Pompe à chaleur biétagée à haute performance: phase 2: dégivrage par énergie à basse exergie: rapport final / Zehnder, M.; Favrat, D.; OFEN EPFL. – 1999. – 50 p.
Nr. 194’465

Umweltrelevanz natürlicher Kältemittel in Wärmepumpen / Zogg, M. – Heizung Klima, 26, 1999, 12, S. 36-41
Nr. 194’828

Energy integration of industrial Batch processes (PinchBatch): phase 2: final report / Krummenacher, P.; BFE; EPFL. – 1999. – 195 p.
Nr. 194’985

Kostengünstige Niedrigtemperaturheizung mit Wärmepumpe: Phase 4: Technisches Handbuch: Zwischenbericht / Afjei, T.; Betschart, W.; Böhling, A. et al.; BFE et al.. – 1999. – 33 S.
Nr. 194’988

Kurztestmethode für Wärmepumpenanlagen: Phase 4: Parameteridentifikation und Fehlerdiagnose für das Teilsystem Wärmepumpe: Schlussbericht / Zogg, D.; Shafai, E.; BFE; ETHZ. – 1999. – 74 S.
Nr. 195’067

Fondements de l’économie énergétique

Entwicklung und Bestimmungsgründe des Energieverbrauchs 1990-1998: Synthesebericht / Eckerle, K. – Beilagenband A zum 9. Jahresbericht des Aktionsprogramms Energie 2000: Berichtsjahr Juli 98-Juni 99 / Energie 2000. - 1999. - S. 7-70
Nr. 190’614

Dank gezielter Förderung im Vormarsch: erneuerbare Energien gewinnen auch in der Schweiz an Bedeutung / Glatthard, T. – Haus Tech, 12, 1999, 11, S. 39-41
Nr. 190’615

Swiss contracting: Forum für Energiedienstleistungen / Läng, H. – Heizung Klima, 26, 1999, 9, S. 8-10
Nr. 190’616

Erweiterung des Programms EWS für Erdwärmesondenfelder: Schlussbericht / Huber, A.; Pahud, D.; BFE; EPFL. – 1999. – 96 S.
Nr. 195’116

Dynamischer Wärmepumpentest: Phase 1, Etappe 2: Modellbildung: Schlussbericht / Gubser, B.; Wirth, L.; Ehrbar, M.; BFE; Interstaatliche Fachhochschule für Technik Buchs. – 1999. – 75 S.
Nr. 195’183

Wärmepumpe mit Hilfskreislauf zur Kondensatunterkühlung: Phase 2: experimentelle Untersuchung: Schlussbericht / Zehnder M.; Favrat, D.; Zahnd, E. et al.; BFE; EPFL. – 1999. – 62 S.. – zu beziehen bei: ENET Artikelnummer 40032
Nr. 195’329

Umweltrelevanz natürlicher Kältemittel: Oekobilanzen von Wärmepumpen und Kälteanlagen: Schlussbericht / Frischknecht, R.; BFE; ESU-Services. – 1999. – 117 S.
Nr. 195’391

Umweltrelevanz natürlicher Kältemittel: Oekobilanzen von Wärmepumpen und Kälteanlagen: Anhang / Frischknecht, R.; BFE; ESU-Services. – 1999. – 119 S.
Nr. 195’392

Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenkreisläufen: Schlussbericht / Huber, A.; BFE; Huber Energietechnik. – 1999. – 24 S.. – zu beziehen bei: www.waermepumpe.ch/fe
Nr. 195’393

Ammoniak und Kohlenwasserstoffe als Kältemittel: Risikoanalyse, Produkthaftpflicht und Strafrecht: Schlussbericht / Wolfer, M.; Seitz, E.; Seiler, H.; BFE; Basler&Hofmann; Legal research and consulting. – 1999. – 80 S.
Nr. 195’394

Gekoppelte Kälte- und Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden: Handbuch zur Systemauslegung, Zwischenbericht / Good, J.; Huber, A.; Widmer, P.; Nussbaumer, T. et al.; BFE – 2000, – 46 S.
Nr. 200’004

Ueberlegungen zur schweizerischen Energiepolitik im 3. Jahrtausend / Vallender, D. – Heizung Klima, 26, 1999, 12, S. 74-75
Nr. 190’617

Nur noch halb so viele Arbeitslose: vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien würde 63000 Arbeitsplätze schaffen / Aeberli, O. – Haus Tech, 12, 1999, 10, S. 8-10
Nr. 195’376

Nachhaltige Elektrizitätsversorgung der Schweiz: Jahresbericht 1999 / Brogli, R.; BFE; CASS. – 1999. – 5 S.
Nr. 195’388

Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG) 1999: Überblicksbericht und Jahresberichte der Beauftragten / Meier, R.(Red).; BFE – 2000, – 100 S.
Nr. 200’011

Énergie solaire thermique

Synthèse et rapport annuel des mandataires du programme de recherche «Solaire actif - chaleur»: rapport annuel 1999 / BFE – 2000. – 78 S.
Nr. 200’021

Modèle de pénétration de l’énergie solaire sur un réseau de chauffage à distance (CAD): rapport annuel 1999 / Matas, C.; Centre de Recherches Energétiques et Municipales. – 1999. – 10 p.
Nr. 190’245

Im Sommer kühlen, im Winter heizen. Uniklinik Freiburg nutzt die Sonnenenergie mit der Kälteanlage / Heidler, K. – Haus Tech, 12, 1999, 10, S. 59
Nr. 190’246

Europas grösster Luftkollektor: überzeugendes Energiekonzept bei einem Fabrikations- und Bürogebäude / Schmid, F. – Haus Tech, 12, 1999, 11, S. 54-56
Nr. 190’247

Speichern von Sonnenenergie mittels vertikaler Sonden, gekoppelt mit einer Wärmepumpe / Matthey, B.; Freiburghaus, S.; Langel, S. – Heizung Klima, 26, 1999, 9, S. 44-46
Nr. 190’248

SPS : projet d’une minicentrale pilote électro-thermo-solaire de 10 kWe: partie a: centrale solaire hybride: rapport final / Kane, M.; Brand, F.; Favrat, D.; OFEN; EPFL. – 1999. – 120 p.
Nr. 195’004

Bois

Parallel measurements of tar and particulates / Zielke, U.; Kellberg, P.; Hasler, P. et al.; Danish Energy Agency; NOVEM; BFE. – 1999. – 170 p.. – (Danish Energy Agency Test Report ; 51166/99-0004). – zu beziehen bei: Danish Energy Agency, Energy Division, Tel. +45 89 43 85 56 und Buchhandlung ISBN 87-7756-558-4 / enthält: Tar and particulate measurements in bio-

Recherche réglementaire sur la sûreté

Rapport annuel 1998 sur la sécurité nucléaire et la radioprotection dans les installations nucléaires en Suisse / HSK. – 1999. – 170 p.
Nr. 190’534

Distribution of radiocesium in grape vine plants after foliar contamination: effect of potassium supply on the release from the roots / Zehnder, H.; Kopp, P.; Riesen, T.; Feller, U. – Gartenbau-wissenschaft, 64, 1999, 6, pp 247-252
Nr. 193’005

Stress corrosion cracking of reactor pressure vessel steels under boiling water reactor conditions / Heldt, J.; Seifert, H. – 9th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors, ANS, NACE, TMS, Newport Beach, California, USA, 1999, 9 p.
Nr. 194’858

Projet absorbeur AS+: phase 2: développement d’une couche sélective améliorée: rapport final / Rossy, J.P.; Roulet, Y.; Stauffer, V.; OFEN; Energie Solaire SA. – 1999. – 7 p.
Nr. 195’037

Supervision automatique de kits solaires de production d’eau chaude sanitaire: rapport final / Prud’homme, T.; Gillet, D.; OFEN; EPFL. – 1999. – 10 p.
Nr. 195’262

Installations solaires combinées pour villas: optimisation eau chaude, chauffage et climatisation: rapport final / Bony, J.; Renoult, O.; OFEN; EIVD; HESSO. – 1999. – 88 p.
Nr. 195’371

Industry workshop: Stuttgart, Germany, 1999: solar combi-systems: IEA-SHC task 26 / IEA. – 1999. – 49 p.
Nr. 195’384

Meteonorm Version 4.0 Edition 2000: Schlussbericht / Remund, J.; Meteotest. – 1999. – 5 S.
Nr. 195’390

Zeolithspeicher in der thermischen Solartechnik, Machbarkeit und Potential: Schlussbericht 2000 / Gantenbein, P.; Frei, U.; SPF HSR; BFE – 2000, – 12 S.
Nr. 200’016

Materials in high performance solar collectors: paper 2000 / Frei, U.; Brunold, S.; SPF HSR – 2000, – 12 S.
Nr. 200’017

Mass producer gases using the modified ETH/Verenum sampling method
Nr. 195’301

Kontinuierliche Teemessung mittels FID bei einem Holzvergaser; Schlussbericht / Hasler, P.; Nussbaumer, T.; BFE; Verenum – 2000, – 63 S.
Nr. 200’005

European Round Robin on constant load EAC tests of low alloy steel under BWR conditions / Blind, D.; Hüttner, F.; Seifert, H. et al. – 9th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors, ANS, NACE, TMS, Newport Beach, California, USA, 1999, 9 p.
Nr. 194’859

Modelling of the SCC crack growth for low alloy steels in high temperature water / Tirbonod, B. – EUROCORR ’99, Aachen, Deutschland, 1999, 10 p.
Nr. 194’860

SCC of low alloy reactor pressure vessel steels in oxygenated high temperature water / Seifert, H.; Heldt, J. – ICG-EAC Meeting ’99, Turku, Finland, 1999, 24 p.
Nr. 194’861

Photovoltaïque

Trends in photovoltaic applications in selected IEA countries between 1992 and 1998 / Munro, D.; Rudkin, E.; IEA. – 1999. – 16 p. – (report IEA PVPS; 1-07, 1999). – zu beziehen bei: www.iea.org
Nr. 190’299

Push Strategien für die Photovoltaik / Hausmann, U.; Tochtermann, D.; BFE; Ernst Basler+Partner AG. – 1999. – 60 S. – zu beziehen bei: EDMZ 3003 Bern Bestellnummer 805.104 d
Nr. 190’301

Solarzellen in der Glashaut: Auftrieb für die Photovoltaik dank innovativer Integrationstechnik / de Lainsecq, M. – Haus Tech, 12, 1999, 12, S. 46-47
Nr. 190’302

Erneuerbare Energien haben Zukunft: deutsche Solartechnik feiert Exporterfolge in sonnenreichen Ländern / Nagelschmitz, H. – Haus Tech, 12, 1999, 11, S. 30-32
Nr. 190’303

Alucolsol: Entwicklung eines Fassadensystems mit integrierten Solarzellenmodulen: Schlussbericht / Weng, M.; Hotz, W.; Hofmann, F. et al.; Alusuisse AG; PSI; BFE et al. – 1998. – 47 S.
Nr. 194’863

Langzeitverhalten von netzgekoppelten Photovoltaik-anlagen: Schlussbericht / Renken, C.; Häberlin, H.; PSEL; BFE; IBB. – 1999. – 41 S.
Nr. 194’956

Abfallstoffe: Schlussbericht 1999 / BFE; BUWAL – 2000, – 118 S.
Nr. 200’013

Deposit formation on a single cylinder during combustion of herbaceous biomass / Kaufmann, H.; Nussbaumer, T.; Baxter, L.; Yang, N. – Fuel, 2000, 79, pp 141-151
Nr. 190’365

Ökologischer, ökonomischer und energetischer Vergleich von Vergärung Kompostierung und Verbrennung fester biogener

Géothermie

Pieux échangeurs: conception et règles de pré-dimensionnement / Fromentin, A.; Pahud, D.; Laloui, L.; Moreni, M. – Revue française de génie civil, 3, 1999, 6, pp 387-421
Nr. 195’341

In situ thermo mechanical load test on a heat exchanger pile / Laloui, L.; Moreni, M.; Fromentin, A. et al. – 4th Intern. Conf. on

Architecture solaire et éclairage naturel

Solar renovation concepts and systems: a report of task 20, subtask F: technical report / Haller, A. (Ed.); IEA. – 1999. – 136 p. – zu beziehen bei: E. Schweizer AG, 8908 Hedingen, Tel. 01 763 63 80
Nr. 194’599

Langzeitverhalten von netzgekoppelten Photovoltaik-anlagen: Schlussbericht Anhang 1: normierte Jahresstatistiken / Renken, C.; Häberlin, H.; PSEL; BFE; IBB. – 1999. – 130 S.
Nr. 194’957

Langzeitverhalten von netzgekoppelten Photovoltaik-anlagen: Schlussbericht Anhang 2: normierte Monatsstatistiken / Renken, C.; Häberlin, H.; PSEL; BFE; IBB. – 1999. – 216 S.
Nr. 194’958

Swiss high efficient crystalline solar cell project using PSI process for sheet-ribbon Si material: final report / Elgamel, H.; Gobrecht, J.; BFE; PSI. – 1999. – 9 p.
Nr. 195’318

Dreiphasiger, strangorientierter Solarwechselrichter: Schlussbericht DIS 24226-63943 / Bühler, U.; Karrer, S.; Real, M.; Hardmeier, G.; Beugger, W.; BFE, AWEL des Kantons Zürich / Elektrizitätswerk der Stadt Zürich EWZ. – 1999. – 37 S.
Nr. 200’003

Programm Photovoltaik 1999, Band 1: Forschung: Überblicksbericht, Liste der Projekte, Jahresberichte der Beauftragten / BFE – 2000, – 150 S.
Nr. 200’019

Programm Photovoltaik 1999, Band 2: Pilot- und Demonstrationsprojekte: Überblicksbericht, Liste der Projekte, Jahresberichte der Beauftragten / BFE – 2000, – 100 S.
Nr. 200’020

Biomasse Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 1999: Jahresberichte und Berichte zu den einzelnen Projekten / BFE – 2000, – 150 S.
Nr. 200’012

Heat exchanger pile: effect of the thermal solicitations on its mechanical properties / Laloui, L. ; Moreni, M. ; Fromentin, A. et al.. – Bulletin d’Hydrogéologie, 1999, 17, 9 p.
Nr. 195’343

Deep Foundation Practice, Singapore, 1999, pp 273-279
Nr. 195’342

Rejets de chaleur

Einsatz der Pinch-Methode in der Haustechnik: Foliensammlung zum Teil Haustechnik des BFE-Kurses «Einführung in die Pinch-Analyse» / Hofstetter, U.; BFE; Helbling AG. – 1999. – 29 S. Nr. 195’336

Hydrogène / Chimie solaire

The artificial leaf, bio-mimetic photocatalysis / Grätzel, M. – Cattech, 3, 1999, 1, pp 4-17
Nr. 195’304

IEA Agreement on the production and utilization of hydrogen; 1998 annual report / IEA – 1998, – 53 S.
Nr. 200’006

IEA Agreement on the production and utilization of hydrogen, Analysis Tools; Final task report / IEA – 2000, – 180 S.
Nr. 200’007

Transports

Assessment of electric vehicle impacts on energy, environment and transportation systems: IEA executive summary / IEA. – 1999. – 8 p.
Nr. 194’950

Combustion

Die Aussichten sind gut. Erdgas wird in der künftigen Energieversorgung eine wichtige Rolle spielen / Aeberli, O. – Haus Tech, 12, 1999, 9, S. 22-23
Nr. 190’463

Heizöl bleibt der günstigste Brennstoff trotz ungleichem Konkurrenzkampf auf dem Wärmemarkt / Aeberli, O. – Haus Tech, 12, 1999, 12, S. 4-7
Nr. 190’464

Die Qual der Wahl : Welches Gasheizungssystem eignet sich besonders für welche Halle? / Stadelmann, M. – Haus Tech, 12, 1999, 12, S. 9-12
Nr. 190’465

NOx Modellierung mittels PDF Transportgleichungen: Jahresbericht 1998 / Gass, J.; Obieglo, A.; BFE; ETHZ. – 1999. – 7 S.
Nr. 194’973

NOx Modellierung mittels PDF Transportgleichungen: Jahresbericht 1999 / Obieglo, A.; Gass, J.; BFE; ETHZ. – 2000. – 8 S.
Nr. 194’974

Énergie éolienne

Windenergienutzung in ausgewählten europäischen Ländern: Gesetzgebung und Fördermassnahmen: Schlussbericht / Langraf, B.; Kellner, T.; BFE; Interwind AG. – 1999. – 33 S.
Nr. 190’396

A Process Integration PRIMER: Schlussbericht zum IEA Implementing Agreement on Process Integration / Truls Gundersen; SINTEF Energy Research. – 2000, – 90 S.
Nr. 200’002

IEA Agreement on the production and utilization of hydrogen, Case studies of integrated hydrogen energy systems; Final task report / IEA – 2000, – 170 S.
Nr. 200’008

IEA Agreement on the production and utilization of hydrogen, Design evaluation and system comparison guidelines; Final task report / IEA – 2000, – 65 S.
Nr. 200’009

Assessment of electric vehicle impacts on energy, environment and transportation systems: IEA technical report / IEA. – 1999. – 195 p.
Nr. 194’951

PDF-Berechnung einer turbulenten Flamme unter Verwendung des Repromodellierens / Obieglo, A.; Gass, J.; Buki, A.; Turanyi, T. – VDI Berichte, 1999, 1492, S. 487-492
Nr. 194’975

Comparative study of modeling a hydrogen nonpremixed turbulent flame / Obieglo, A.; Gass, J.; Poulikakos, D. – accepted for publication in: Combustion and Flame, 2000, 45 p.
Nr. 194’976

Erarbeitung eines thermodynamisch basierten Modellierungsverfahrens für den Otto-DI Verbrennungsprozess: Fortschrittsbericht / Schänzli, K.; Koch, T.; Boulouchos, K.; ETH Zürich. – 1999. – 65 S.
Nr. 195’380

Numerical modelling of turbulent catalytically stabilized channel flow combustion; Mantzaras, J.; Appel, C.; Benz, P.; Dogwiler, U.; PSI – 2000, – 17 S.
Nr. 200’010

Windenergie: Potential der Windenergie in der Schweiz / Buser, H. – Schweizer Ingenieur und Architekt, 118, 2000, 7, S. 4-10
Nr. 190’397

Stockage de chaleur

EWS-Anlage: Ueberbauung Tschann, Buchrain LU: Messkampagne für Erdspeicheranlagen: Schlussbericht / Kapp, C.; Morath, M.; BFE; NEK Umwelttechnik AG. – 1999. – 44 S.
Nr. 190’477

Etude pilote pour les bâtiments du centre SUVA Lucerne: rapport intermédiaire / Pahud, D.; OFEN; EPFL. – 1999. – 35 p.
Nr. 190’478

Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden zur Wärmeversorgung von grösseren Überbauungen: Schlussbericht / Dubach, W.; Fuchs, H.; Juzi, H. et al.; BFE; Zürcher Hochschule Winterthur; EPFL. – 1999. – 270 S. +Karten
Nr. 195’083

Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden zur Wärmeversorgung von grösseren Überbauungen: Erdwärmetauscher für rambbare Böden, Pilotversuch: Zwischenbericht A1 zum Schlussbericht Kapitel A / Hilber, N.; Juzi, H.; Peter, U. – 1999. – 30 S.
Nr. 195’084

Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden zur Wärmeversorgung von grösseren Überbauungen: Wärmeverluste von Erdspeichern: interner Bericht B2 zu Teilprojekt 2, Kapitel 4.2 / Juzi, H.; Müller, K. – 1999. – 16 S.
Nr. 195’085

Piles à combustible

Composite ceramic fuel cell fabricated by vacuum plasma spraying / Rambert, S.; McEvoy, A.; Barthel, K. – Journal of the European Ceramic Society, 1999, 19, pp 921-923
Nr. 195’346

The effect of ball milling and temperature treatment on the electrochemical properties of LiMn2O4 electrodes / Häringer, D.; Novak, P.; Haas, O.; Wokaun, A. – Electrochemical Society Proceedings, 1998, vol. 98-16, pp 296-305
Nr. 195’348

Poly(5-amino-1,4-naphtoquinone), a novel lithium inserting electroactive polymer with high specific charge / Häringer, D.; Novak, P.; Haas, O. et al. – Journal of the Electrochemical Society, 147, 1999, 7, pp 2393-2396
Nr. 195’349

Multiple internal reflection FTIR spectroscopic (MIRFTIS) study of the redox process of poly(5-amino-1,4-naphtoquinone) film in aqueous and organic media / Piro, B.; Novak, P.; Haas, O. et al. – Electrochimia Acta, 1999, 44, pp 1953-1964
Nr. 195’350

Magnesium insertion electrodes for rechargeable non-aqueous batteries: a competitive alternative to lithium? / Novak, P.; Imhof, R.; Haas, O. – Electrochimica Acta, 1999, 45, pp 351-367
Nr. 195’352

In situ characterization of a graphite electrode in a secondary lithium-ion battery using Raman microscopy / Panitz, J.; Joho, F.;

Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden zur Wärmeversorgung von grösseren Überbauungen: central solar plant with a seasonal duct storage: dynamic thermal simulations of the overall system: intermediate report E1 to the final report / Pahud, D.; EPFL. – 1999. – 110 p.
Nr. 195’086

Solare Saisonspeicherung im oberflächennahen Erdreich: Einsatzmöglichkeiten für Wohnbauten in der Schweiz: Kurzfassung Schlussbericht BEW Projekt «Saisonale Speicherung von Sonnenenergie im Erdboden zur Wärmeversorgung von grösseren Überbauungen» / Juzi, H.; BFE; Zürcher Hochschule Winterthur; EPFL. – 1999. – 8 S.
Nr. 195’087

Heat exchanger pile system of the Dock Midfield at the Zurich Airport: rapport final / Pahud, D.; Fromentin, A.; Hubbuch, M.; BFE; EPFL; Amstein+Walthert. – 1999. – 49 p.
Nr. 195’325

Synthèse et rapport annuel des mandataires du programme de recherche et programme P+D «Stockage de chaleur, Wärmespeicherung»: rapport annuel 1999 / BFE – 2000, – 96 S.
Nr. 200’022

Novak, P. – Applied Spectroscopy, 53, 1999, 10, pp 1188-1199
Nr. 195’353

Vanadium oxide nanotubes: a new nanostructured redox-active material for the electrochemical insertion of lithium / Spahr, M.; Haas, O.; Novak, P. et al. – Journal of the Electrochemical Society, 146, 1999, 8, pp 2780-2783
Nr. 195’354

FTIR and DEMS investigations on the electroreduction of chloroethylene carbonate-based electrolyte solutions for lithium-ion cells / Winter, M.; Imhof, R.; Joho, F.; Novak, P. – Journal of Power Sources, 1999, 81-82, pp 818-823
Nr. 195’355

Key factors for the cycling stability of graphite intercalation electrodes for lithium-ion batteries / Joho, F.; Rykart, B.; Novak, P. et al. – Journal of Power Sources, 1999, 81-82, pp 243-247
Nr. 195’356

In situ investigation of the interaction between graphite and electrolyte solutions / Novak, P.; Joho, F.; Haas, O. et al. – Journal of Power Sources, 1999, 81-82, pp 212-216
Nr. 195’357

Oxidative electrolyte solvent degradation in lithium-ion batteries : an in situ differential electrochemical mass spectrometry investigation / Imhof, R.; Novak, P. – Journal of the Electrochemical Society, 146, 1999, 5, pp 1702-1706
Nr. 195’358