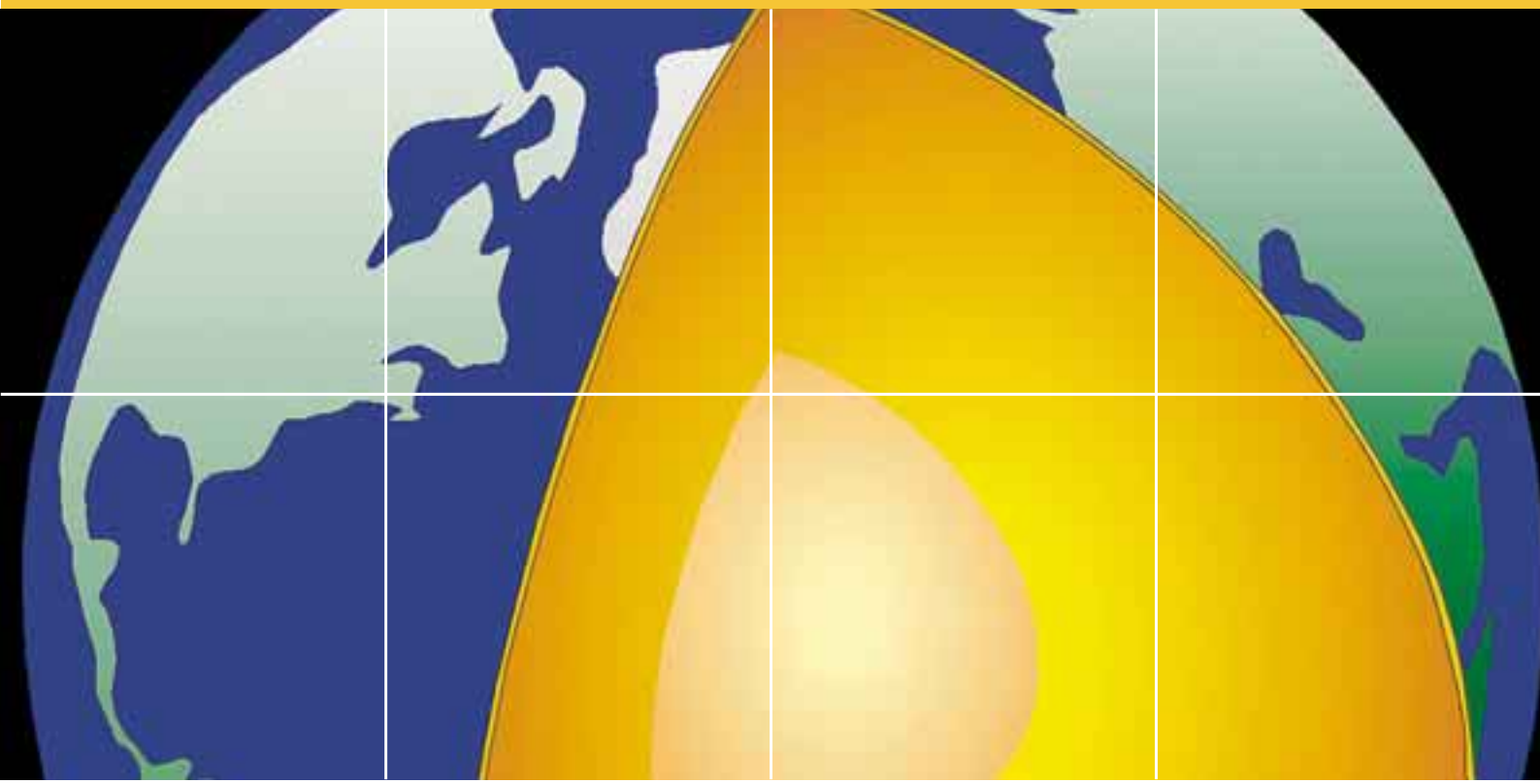
Juillet 2003

ENET NEWS

Nouvelles de la recherche énergétique



Biomasse
Du bois au méthane

Géothermie
Ne vole pas la chaleur du sous-sol de ton voisin !

Combustion
Ensemble pour le *SwissMotor*

www.energieforschung.ch

suisse**énergie**

OFEN
Les besoins subsistent 4

CORE
La géothermie, technique d'avenir 6

ENET
Prestations sous la loupe 8
Conférence et exposition internationales nanofair 2003 8

Fondements de l'économie énergétique
De l'électricité pour les régions isolées.....10

Petits aménagements hydroélectriques
Corriger écologiquement 12



Énergie éolienne
Les rafales du Gütsch 13

Chaleur solaire
Du froid pour les médicaments 14

Bois
Bienvenue aux améliorations.....15

Biomasse
Du bois au méthane.....16



Géothermie
Le point de vue des experts 18–22
Ne vole pas la chaleur du sous-sol de ton voisin ! 18
Stocker de la chaleur en sous-sol.....20
De la chaleur aux portails 22
Cascade à Lavey-les-Bains 23
Les perspectives des profondeurs 24

Chaleur ambiante
Chut ! Pompe à chaleur !.....26
Rechercher des standards combinés 28

Piles à combustible
Pas à pas vers le marché.....29

Combustion
Ensemble pour le *SwissMotor* 30

Transports
Bientôt la production en série 32

Électricité
Optimiser au lieu de perdre.....33

Énergie nucléaire
La fusion sur la ligne de départ 34

Bâtiment
Analyser pour de nouvelles bases.....36

Publications : parutions nouvelles.....37

Impressum

ENET-NEWS
Nouvelles de la recherche énergétique

Juillet 2003 / N° 55

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

Éditeur
Office fédéral de l'énergie OFEN
Worblentalstrasse 32
CH-3063 Ittigen

Adresse postale
OFEN
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
Suter Consulting
Postfach 130
CH-3000 Bern 16

Reproduction autorisée seulement avec l'indication de la source.

Papier : papier recyclé Cyclus Print, mat, couché deux faces.
Imprimé en Suisse.

Photo de couverture
99% de la matière de notre planète se trouve à plus de 1000 °C. C'est pourquoi la géothermie est susceptible d'apporter une contribution importante à l'approvisionnement futur en électricité et en chaleur.
(Photo: Häring GeoProject, CH-8162 Steinmaur)

La chaleur sous nos pieds

Il y a quelques années – après une ascension de deux heures et alors que le soleil était déjà couché – j'ai eu l'occasion de profiter d'un spectacle inoubliable : les grandes et petites éruptions du Stromboli, sur l'île volcanique méditerranéenne du même nom, au nord de la Sicile. Assise sur le sol chaud, j'ai pressenti avec étonnement les immenses ressources d'énergie qui sommeillaient sous nos pieds.

À l'époque de mes études de géologie, on abordait à peine les possibilités d'exploitation de la géothermie. Nous étudiions plutôt des phénomènes, tels que les geysers et les volcans de boue ; nous apprenions la composition chimique des eaux thermales et les lieux de la Terre où le volcanisme pouvait se manifester. Un fait nous montre cependant quelle ressource inépuisable la chaleur géothermique représente pour notre approvisionnement en énergie : les 99 % de notre globe ont une température supérieure à 1'000 °C, et seul 0,1 % se trouve à moins de 100 °C.

De nos jours, on recourt certes de plus en plus souvent aux sondes géothermiques et aux "pieux énergétiques" pour chauffer des bâtiments, la chaleur géothermique étant portée, au moyen de pompes à chaleur, à la température de chauffage désirée. La collaboration toujours plus étroite entre le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP) et la Société suisse pour la géothermie (SSG) a permis de renforcer l'échange de savoir-faire et de développer ainsi de manière intensive les activités de marketing. La géothermie va cependant bien plus loin que les simples sondes géothermiques.

Les optimisations en matière d'exploitation des eaux thermales réduisent l'apport supplémentaire d'énergie nécessaire à ces installations ; l'eau en provenance des tunnels est une source de chaleur bienvenue, utilisable à proximité de leurs portails. Et en descendant encore plus en profondeur, on peut chauffer de l'eau en la faisant passer sur les roches chaudes, ce qui permet de générer de l'énergie en ruban, aussi bien sous forme de chaleur que d'électricité. De nombreux projets prometteurs attendent d'être réalisés. À Bâle, on a déjà procédé à des forages d'essai, mais le financement de l'étape suivante de cette installation pilote importante n'est malheureusement toujours pas assuré. Il reste donc encore beaucoup à faire en Suisse ! Guidés et accompagnés par une recherche et un développement ciblés, nous serons en mesure d'amener la chaleur géothermique à la surface, et ce en toute bonne conscience, car la Terre est garante d'un approvisionnement durable et ménageant parfaitement l'environnement.

Kathy Riklin

Conseillère nationale,
Présidente de la Société suisse pour la géothermie (SSG)

Recherche énergétique 2002

Les rapports de synthèse des chefs de programme de l'OFEN, que rassemble la publication "Energie-Forschung / Recherche énergétique 2002", renseignent de façon succincte sur les projets de recherche et de développement en matière d'énergie qui étaient en cours en 2002, ainsi que sur les projets pilotes et de démonstration associés.



L'OFEN met en œuvre le *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération* en encourageant à titre subsidiaire les efforts des institutions de la recherche privée et publique. C'est ainsi que l'OFEN a soutenu l'année dernière quelque 230 projets R+D et 220 projets P+D. Tous ces projets illustrent bien l'étendue des compétences des chercheurs suisses et leur motivation sincère à la recherche d'innovations.

Dans le domaine de l'utilisation rationnelle de l'énergie, relevons ici, par exemple, l'élément de façade pourvu d'un stockage de chaleur latente et d'une protection solaire intégrés, la mise au point d'un système motorisé complet, basé sur des piles à combustible et des supercapacités, destiné aux automobiles, ainsi que la recherche de catalyseurs pour les moteurs diesel.

En ce qui concerne les sources d'énergie renouvelables, mentionnons le montage au Gütsch, au-dessus d'Andermatt, de la grande éolienne de 850 kW_c, la plus haut placée de cette puissance dans le monde entier. Par ailleurs, l'intégration des modules photovoltaïques a fait des progrès substantiels, tout comme un certain nombre de projets de géothermie.

www.suisse-energie.ch (Recherche)
www.energieforschung.ch (Publications)

Les besoins subsistent

Le rejet populaire des deux initiatives sur l'énergie nucléaire : conséquences pour la recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire

Le 18 mai 2003, le Peuple et les Cantons suisses ont décidé de ne pas limiter dans le temps l'utilisation de l'énergie nucléaire et, par là, de ne pas modifier sensiblement le "mix" énergétique actuel pour la production d'électricité. Les centrales nucléaires existantes peuvent donc continuer à produire de l'électricité aussi longtemps que la sécurité de leur fonctionnement est reconnue par les autorités de surveillance (DSN/HSK). La nouvelle Loi sur l'énergie nucléaire (LENu) servira, dès 2005, de base à l'exploitation des centrales nucléaires, à la gestion des déchets et aux nouvelles constructions.

Quelle sera l'influence de cette décision populaire sur les activités de recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire ?

La sécurité exige la continuité de la recherche

Walter Steinmann, directeur de l'OFEN, explique la situation actuelle : "Jusqu'à présent, en ce qui concerne la recherche sur la fission nucléaire, nous nous sommes principalement intéressés à la sécurité de fonctionnement des installations nucléaires et à la gestion des déchets radioactifs. Rien ne changera dans ce domaine, car il faut maintenir les standards de sécurité les plus exigeants et les garantir à long terme, tant pour l'exploitation que pour l'entreposage. C'est pourquoi la recherche correspondante, de même que la formation des spécialistes et les possibilités d'étude, resteront de la plus haute importance pour les scientifiques et pour les ingénieurs."

Le département de recherche "Énergie et sûreté nucléaires (NES)" de l'Institut Paul Scherrer (PSI) est le centre des activités de recherche dans le domaine de la fission nucléaire. C'est là que les projets de recherche et de développement sont mis en œuvre et que des travaux de recherche appropriés sont préparés à l'intention des doctorants et des diplômants. Dans ce contexte, le successeur de Wolfgang Kröger, directeur jusqu'à fin mai 2003 du NES, aura un rôle important à jouer. D'autre part, l'enseignement proprement dit est donné principalement dans les Écoles polytechniques fédérales de Zurich et de Lausanne. Les travaux de recherche sont effectués en collaboration avec des organisations et des instituts internationaux et avec les sociétés exploitantes des centrales nucléaires.

Les moyens financiers pour la recherche nucléaire diminuent depuis 1980

La Confédération soutient la recherche sur l'énergie nucléaire (fission et fusion) à raison d'environ 50 MCHF (millions de francs) par an. La plus grande partie de cette somme, soit environ 35 MCHF, provient du Conseil des Écoles polytechniques fédérales (CEPF). 12 MCHF proviennent de l'Office fédéral de l'éducation et de la science (OFES), dont 3 MCHF pour des travaux en collaboration européenne dans la fission nucléaire. Le montant de l'OFES représente principalement (soit 9 MCHF) les contributions de la Suisse au domaine "fusion

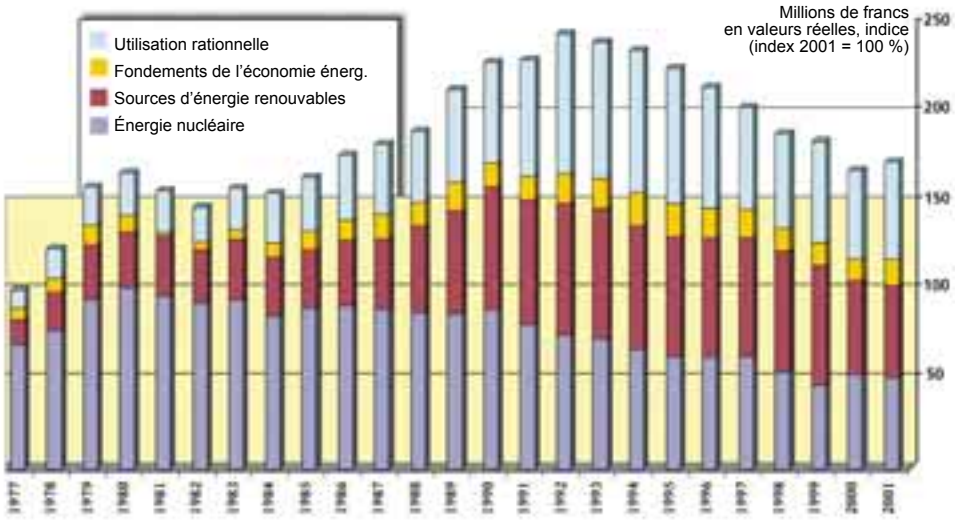
Conférence trinationale sur l'énergie

"La politique énergétique – un défi global, des réponses régionales" a été le thème de la conférence trinationale de deux jours, qui s'est tenue à Fribourg-en-Brisgau (DE) en mars 2003. Walter Steinmann, Directeur de l'OFEN et porte-parole de la Suisse, a présenté le programme SuisseEnergie qui a pour but la mise en œuvre des objectifs de la Confédération en matière de politique énergétique et de protection du climat. Ses explications ont principalement porté sur les mesures et les projets en cours ou prévus dans les quatre secteurs d'activité, soit ceux du bâtiment, de la mobilité, de l'économie et des sources d'énergie renouvelables. Il a particulièrement mis l'accent sur les thèmes qui présentent un aspect transfrontalier important, comme le réseau de chauffage urbain de Riehen-Lörrach et la coopération établie dans le cadre du développement de la géothermie par le procédé DHM *(Deep Heat Mining)*. Il a par ailleurs mentionné le fait qu'à Bâle, région-pilote de la "Société à 2000 watts", il y avait actuellement, dans les domaines du bâtiment et de la mobilité, plusieurs projets, en cours de réalisation, qui favoriseront l'échange d'informations entre les trois pays voisins.

Klaus Töpfer, Directeur de l'UNEP *(United Nations Environment Programme)*, a parlé des changements que subissait l'environnement au niveau mondial, ainsi que des relations étroites qui existaient entre la sauvegarde du



Au cours de la Conférence trinationale sur l'énergie, Walter Steinmann, Directeur de l'OFEN, a pu présenter le programme SuisseEnergie à un public international. (Photo : Office de la protection de l'environnement de Fribourg-en-Brisgau (DE))



Une vue d'ensemble des moyens financiers fédéraux octroyés à la recherche énergétique montre la diminution constante de la partie consacrée à l'énergie nucléaire et le recul très rapide du total des dépenses.

nucléaire contrôlée" du programme-cadre de l'Union européenne EURATOM et à l'installation de recherche JET, dont près de 80 % (soit 7 MCHF) reviennent en Suisse sous forme de mandats et de participation aux travaux de recherche réalisés dans notre pays en fusion nucléaire. 2 millions de francs par an représentent des mandats de recherche octroyés par la Division principale pour la sécurité des installations nucléaires (DSN/HSK) de l'OFEN, tandis que le Fonds national de la recherche scientifique (FNS) fournit environ 1 MCHF aux EPF et aux Universités.

climat, les sources d'énergie renouvelables et la politique internationale en matière de paix et de sécurité. Jürgen Trittin, Ministre fédéral allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sûreté nucléaire, a souligné que la protection du climat s'avérait également judicieuse sur le plan économique, mais que des objectifs et des points de repère à moyen terme étaient nécessaires si l'on voulait que la grande vision devienne réalité.

Au cours de la deuxième journée, divers groupes de travail ont également discuté de sept thèses relatives à des actions régionales qui devraient stimuler une initiative transfrontalière pour un approvisionnement durable en énergie et pour la sauvegarde du climat.

Walter Steinmann ajoute : "En 1980, la somme totale disponible correspondait à presque 100 millions de nos francs actuels. Depuis lors, nous notons une diminution quasi continuelle du financement public en faveur de l'énergie nucléaire. Ces moyens sont aujourd'hui répartis presque à parts égales entre la fission et la fusion nucléaires. Nous partons du principe qu'il faut donner une chance à la fusion nucléaire qui représente une option intéressante à long terme. Une nouvelle réduction du financement public ne pourra avoir lieu que si l'économie privée s'engage plus à fond. Le double NON du 18 mai devrait stimuler cette dernière dans ce sens."

Liens Internet

L'Office fédéral informe sur l'énergie nucléaire
www.suisse-energie.ch
(Faits – Agents – Énergie nucléaire)

La Division principale pour la sécurité des installations nucléaires (DSN/HSK) est un organe de l'OFEN
www.hsk.psi.ch

Le Plan directeur pour la recherche énergétique 2004 – 2007, élaboré par la CORE
www.suisse-energie.ch
(Recherche – Stratégie)

Département de recherche du PSI "Énergie et sûreté nucléaires" (NES)
http://nes.web.psi.ch

Recherches dans le domaine de la fusion nucléaire au CRPP de l'EPFL
http://crppwww.epfl.ch

SWISS TECHNOLOGY AWARD à la Foire de Hanovre 2003

Le stand du Prix suisse de la technologie, présent à la Foire industrielle 2003 de Hanovre, a exposé côte à côte différents travaux innovateurs en matière de recherche et de développement. Il s'agissait notamment des activités récentes de l'Institut Paul Scherrer (PSI) et de l'EPF de Zurich, comme, par exemple, le projet, soutenu par l'OFEN, d'un système mobile de pile à combustible PowerPac pour l'application duquel on recherche des contacts dans le monde industriel.



Walter Steinmann (au centre), directeur de l'OFEN, lors de sa visite au stand d'exposition du SWISS TECHNOLOGY AWARD à Hanovre.

Quant à l'appareil C.IT ("see it") de Avelon Cetex Technologie SA, CH-6014 Littau, il avait déjà obtenu le prix spécial de l'OFEN "Ménager les ressources", lors de la CeBIT à Hanovre au début de 2003. Cet instrument de mesure et de commande à distance, facile à utiliser, permet, via Internet, d'enclencher et de déclencher, de mesurer et de régler à volonté les appareils traditionnels utilisés dans les ménages et les entreprises.

La géothermie, technique d'avenir

L'exploitation de la géothermie fournit de la chaleur durable et, bientôt, de l'électricité

La géothermie – thème principal de la présente édition des ENET-NEWS – représente, parmi les nouvelles sources d'énergie renouvelables, la seule qui soit constamment disponible et ne nécessite pas de stockage. De plus, elle est pratiquement inépuisable, ce qui en garantit une utilisation durable.

Ernst Jakob, chef de la section Énergie à l'Office de l'économie hydraulique et énergétique du Canton de Berne, est responsable, en tant que membre de la CORE, du suivi des programmes de recherche "Petits aménagements hydroélectriques" et "Énergie éolienne". Jusqu'à il y a peu de temps, le programme "Géothermie" était aussi de son ressort.

Comment la CORE juge-t-elle la recherche et le développement des connaissances et des technologies destinées à la valorisation de la géothermie ?

Aujourd'hui, nous avons déjà de bonnes connaissances en matière de géothermie ; de ce fait, il n'y a plus d'obstacles à son application commerciale dans de nombreux domaines. Au contraire, à l'échelle mondiale, plusieurs pays utilisent la géothermie depuis des dizaines d'années. Chez nous, la géothermie à faible profondeur connaît un véritable boom grâce à la multiplication des installations de pompes à chaleur. Par contre, la géothermie profonde n'a été appliquée en Suisse que dans des cas isolés, ou alors elle est en voie de l'être. Il convient donc de maintenir et de développer notre savoir-faire dans ces domaines, lequel est déjà reconnu au niveau international.

Comment peut-on optimiser la mise en œuvre des résultats de la recherche géothermique suisse ?

Nous pourrons avoir recours à notre expérience traditionnelle en matière d'industrie des machines et d'ingénierie. Je pense, par exemple, aux entreprises qui fabriquent déjà des pompes à chaleur, ou font l'étude et réalisent des installations. Il existe un marché domestique pour tous les types de géothermie. De bonnes perspectives s'ouvrent ainsi à notre économie qui pourra aussi exporter plus souvent son savoir-faire.

"L'utilisation de la géothermie à faible profondeur connaît un véritable essor."

D'après vous, quelles sont les mesures à prendre pour promouvoir la géothermie ?

Aujourd'hui, l'utilisation de la géothermie à faible profondeur, c'est-à-dire à l'aide de sondes géothermiques, du pompage de la nappe phréatique, de pieux thermiques, de nappes de tubes échangeurs, etc., est souvent déjà rentable. Désormais, il s'agit de réduire encore les coûts, de rendre l'étude des projets encore plus fiable et d'y englober les aspects environnementaux. En ce qui concerne la géothermie profonde, le procédé le plus intéressant est celui dénommé *"hot-fractured-rock"*. Il s'agit d'une technique qui permet de produire de la chaleur et de l'électricité. Cependant, des travaux essentiels de recherche et de développement dans le domaine de la production d'énergie s'avèrent encore nécessaires. Lorsque l'objectif d'une exploitation ren-

Le *Rapport annuel 2002* de la CORE

Le Rapport annuel 2002 de la CORE, qui vient de paraître (n° ENET 230063), donne un aperçu des activités de la Commission, notamment le conseil aux administrations et le suivi des programmes de recherche. En point de mire, l'année 2002 a vu l'élaboration du nouveau *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération 2004 – 2007*. Ce plan fixe les lignes directrices essentielles à l'intention du Parlement, des autorités et du monde de la recherche.

Informations sur la CORE au site de Suisse-Energie :
www.suisse-energie.ch/internet/00274/index.html?lang=fr

C'est depuis décembre 2002 que Hajo Leutenegger, directeur du Service des eaux de Zoug SA (WWZ), président de l'Association suisse de l'industrie gazière (ASIG), Conseiller national et membre de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie (CEATE), est aussi membre de la Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE).



Hajo Leutenegger

Qu'attendez-vous de votre travail au sein de la CORE ?

Je me considère comme un lien plus ou moins expert entre politique et recherche, position pour laquelle mon orientation professionnelle en tant qu'ingénieur du secteur de l'énergie m'est d'un grand secours. J'espère pouvoir apporter des réflexions politiques à l'intérieur de la CORE, tout en élargissant mes connaissances dans le domaine de l'énergie, et cela dans l'intérêt de la politique énergétique de notre pays. Jusqu'à présent, j'ai participé à deux réunions et j'y

table sera atteint, nous devrions pouvoir couvrir environ 10 % de nos besoins en énergie avec la géothermie. Nous pensons qu'il y a de bonnes probabilités d'y arriver.

Est-ce que l'utilisation de la géothermie présente des risques ?

Je pense qu'il ne devrait pas y avoir de problèmes majeurs, mais c'est un sujet qu'il faut encore approfondir. On ne peut pas percer la Terre et ses couches géologiques n'importe comment et sans des connaissances suffisantes. Nous devons mieux comprendre ce qui se passe en profondeur avant de pouvoir entreprendre une valorisation qui soit rentable et bien tolérée par l'environnement. En particulier, nous devons pouvoir estimer avec plus de précision pendant combien de temps la géothermie provenant d'un forage peut être utilisée. Ces questions ont déjà trouvé une réponse en ce qui concerne la géothermie à faible profondeur, en rapport avec les pompes à chaleur ; l'étude de ces installations est déjà bien au point à l'heure actuelle.



Ernst Jakob : "Il vaut la peine de poursuivre le développement de nos connaissances techniques en matière de géothermie."

Comment utiliser les rejets thermiques de nos tunnels ?

Dans ce cas, la recherche ne représente qu'une partie de la question. Nos tunnels alpins peuvent fournir de grandes quantités de chaleur à basse température. Le problème réside plutôt dans l'emploi qu'on en fera, car, en général, il n'y a que peu de consommateurs de chaleur de chauffage à proximité des portails. Il existe des possibilités d'application intéressantes, moins courantes, telles que les serres ou les centres de fitness.

"On ne peut pas percer les couches géologiques n'importe comment."

ai rencontré des personnes très intéressantes et compétentes.

Comment voyez-vous la position de la CORE par rapport à la recherche énergétique ?

La CORE est l'exemple classique d'une équipe d'experts privée de tout pouvoir de décision. En tant que commission de spécialistes, elle remplit une tâche importante pour le compte des autorités fédérales. Mais, indépendamment de ses préavis, je crois que c'est le milieu scientifique qui devrait donner à la recherche les impulsions nécessaires.

"J'attache beaucoup d'importance à la protection des nappes phréatiques."

Le sujet principal de la présente édition des ENET-NEWS est le programme "Géothermie". Vous connaissez bien les formes d'énergie en rapport avec la terre, comme l'eau et le gaz. Mais que pensez-vous de la géothermie ?

Je viens d'endosser cette fonction au sein de la CORE et je dois encore approfondir mes connaissances dans différents domaines. Toutefois, je me permets déjà de faire quelques constatations. Je suis convaincu que la géothermie a des potentialités considérables et qu'à l'avenir, elle pourra jouer un rôle important dans l'approvisionnement énergétique de notre pays. Cependant, divers aspects doivent encore être étudiés plus en détail. Comme je m'occupe également de l'approvisionnement en eau, la protection des nappes phréatiques constitue un point auquel j'attache une grande importance. Le percement de couches géologiques peut causer des "courts-circuits" parmi les courants d'eau souterraine ; ce qui pourrait compromettre la qualité de l'eau, par exemple, en ce qui concerne sa teneur en oxygène. Je pense également à l'exploitation de la chaleur. Pour produire de la chaleur pour le chauffage, il faut d'abord disposer de réseaux urbains de distribution adéquats, tels qu'il en existe à Bâle et dans quelques autres villes. Construire de tels réseaux est très coûteux et prend un temps considérable. De plus, il est pratiquement impossible d'obliger des propriétaires immobiliers à renoncer à leurs systèmes de chauffage pour se raccorder à un réseau de chauffage à distance, sauf dans des quartiers nouvellement construits. C'est pourquoi il existera provisoirement (pendant des années) différents systèmes d'approvisionnement en énergie en parallèle, soit un réseau de chauffage à distance et un réseau de gaz ; ce qui compromettra la rentabilité des deux systèmes.

Quelles sont vos priorités dans votre travail au sein de la CORE ?

L'article sur l'énergie de notre Constitution fédérale fait autorité. La recherche énergétique doit contribuer à assurer à notre pays un approvisionnement en énergie suffisant, sûr, avantageux, diversifié et respectueux de l'environnement. Cela vaut d'autant plus en période de vaches maigres. Peut-être faudrait-il se concentrer plutôt sur des projets efficaces à long terme. À cause de toutes ces contraintes, le travail de la CORE n'en est que plus délicat. Au cours de mon activité politique, je répéterai sans cesse l'importance que revêt la recherche. Personnellement, je la préfère à une quelconque subvention, car elle est certainement plus durable.

"Les impulsions nécessaires à la recherche doivent émaner des milieux scientifiques."

Prestations sous la loupe

Un sondage auprès des lecteurs des ENET-NEWS fournit des indications précieuses pour l'évaluation et l'orientation de la plate-forme d'information ENET

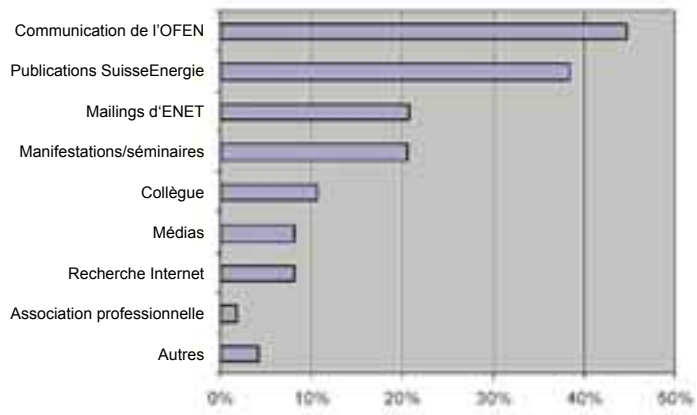
Joëlle Mathey
evaluanda
CH-1205 Genève

Gerhard Schriber
Christophe de Reyff
Office fédéral de l'énergie (OFEN)
CH-3003 Berne

Le dépouillement des réponses au questionnaire qui accompagnait le numéro de décembre 2002 d'ENET-NEWS est achevé. Environ 600 personnes, soit 10 % des lecteurs, nous ont permis, par leurs réponses, d'obtenir une meilleure vue d'ensemble de la popularité et de l'utilisation des prestations de la plate-forme d'information ENET. Grâce aux questions spécifiques posées sur ENET-NEWS, l'OFEN a maintenant aussi une vision plus claire de la renommée de la revue, de la manière dont elle est jugée et de ses possibilités d'amélioration. La proportion des questionnaires renvoyés correspond à peu près à la répartition géographique de l'ensemble des lecteurs : 68 % sont venus de Suisse alémanique, 25 % de Suisse romande, 6 % du Tessin et 1 % de l'étranger.

ENET en tant que service de l'OFEN

Les réponses à la question concernant les canaux qui ont fait connaître les prestations



Quels canaux ont-ils fait connaître les prestations d'ENET aux lecteurs d'ENET-NEWS ?

ENET aux lecteurs ont parfaitement confirmé nos suppositions, à savoir qu'il s'agit en effet principalement des activités de l'OFEN et des publications de SuisseEnergie. Viennent ensuite les mailings d'ENET et la diffusion de la revue à l'occasion de manifestations et de colloques.

Plus de 84 % des lecteurs considèrent qu'ENET-NEWS est une publication im-

Nano-Conférence et exposition internationales *Nanofair 2003*



Depuis que les Prix Nobel Gerd Binnig et Heinrich Rohrer ont rendu visibles pour la première fois, comme des balles de tennis, des atomes isolés, grâce à leur microscope électronique à balayage (MEB), les chercheurs ont pénétré dans le monde fascinant du nanomètre. Leurs découvertes commencent à révolutionner notre quotidien : citons, par exemple, les nano-poudres pour des piles à combustible qui ménagent l'environnement, les pansements avec nano-désinfectant incorporé, les nano-couches de peinture qui décomposent de manière autonome les germes et la saleté, les nano-billes pour le transport de principes actifs dans le corps et le développement de nouveaux médicaments.

Mettre les potentialités en lumière

Les produits basés sur les nanotechnologies recèlent de grandes possibilités de développement économique et de création d'emplois ; c'est la raison pour laquelle des chercheurs du monde entier travaillent fébrilement à des développements innovateurs. Parmi les nations à la pointe de la recherche, il y a le Japon, les États-Unis, l'Angleterre et… la Suisse ! *Nanofair 2003*, l'exposition internationale des nanotechnologies, qui aura lieu du 9 au 11 septembre 2003 sur le site de l'OLMA à St-Gall, témoigne du dynamisme qui anime en Suisse le développement des nanotechnologies. Cette exposition a pour but de rassembler toutes les personnes issues du monde de l'économie, de la recherche et de la formation et qui s'intéressent aux nanotechnologies. Sur 11'000 mètres carrés d'exposition, des chercheurs présenteront leurs travaux actuels, des fabricants utilisant des nanotechnologies feront la démonstration de leurs produits et des instituts de formation montreront comment ils préparent leurs étudiants à la prochaine "ère du nano".

Applications dans le domaine des techniques énergétiques

Cette manifestation est particulièrement intéressante pour l'application des nanotechnologies aux techniques énergétiques, car on discute abondamment de ce sujet, surtout depuis les deux séminaires "Les nanotechnologies dans le domaine de l'énergie", organisés par ENET. De nombreux projets ont été lancés et commencent déjà à porter leurs fruits.

Une conférence qui englobe divers aspects

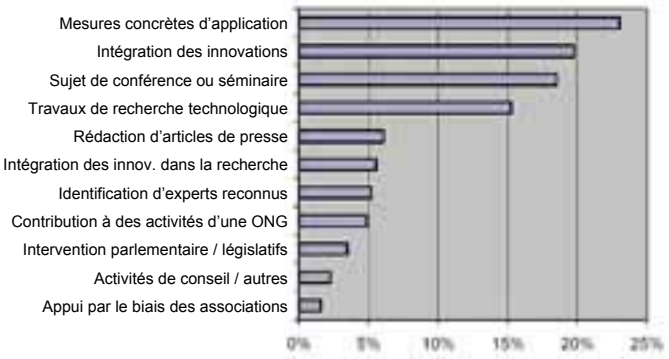
Cet événement, d'une durée de trois jours, est structuré de manière à permettre au visi-

portante dont le contenu sert en premier lieu à l'information personnelle (80 %). Ce n'est qu'ensuite qu'ont été mentionnées les "mesures concrètes d'application" et "l'intégration des innovations dans la recherche".

ENET-NEWS fournit des connaissances de première main

Presque toutes les personnes ayant répondu lisent ENET-NEWS régulièrement. La revue a ainsi une influence sur les connaissances personnelles et sur le savoir en rapport avec la recherche énergétique ; mais l'impact sur les diverses activités reste plus modeste. Il est logique que l'influence exercée sur les chercheurs – qui obtiennent plus rapidement des informations importantes grâce à leurs propres réseaux – soit moindre que celle exercée sur les lecteurs appartenant à d'autres secteurs professionnels.

Entre 80 et 90 % des lecteurs apprécient ENET-NEWS en tant que moyen d'information de l'OFEN. Cela concerne le jugement porté sur le choix des thèmes, la qualité de la rédaction, la mise en page, les graphiques, les photos, etc. Le choix du papier et l'emballage plastique font toutefois souvent l'objet de critiques. Il en va de même pour les graphiques dont les textes n'ont pas été traduits ; ce qui ne facilite pas la compréhension générale du sujet. Il convient également d'éviter les abréviations non expliquées.

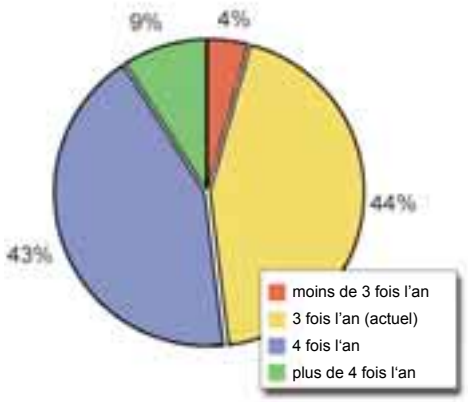


Dans quels buts les prestations d'ENET sont-elles principalement utilisées ?

À la question de savoir combien de fois par année ENET-NEWS devrait paraître, les résultats sont assez équilibrés : 44 % des lecteurs ont opté en faveur de 3 parutions, tandis que 43 % souhaitent 4 parutions. Plus de 85 % d'entre eux se sont déclarés satisfaits du nombre de pages actuel.

De précieuses remarques et suggestions

Parmi les nombreuses propositions intéressantes qui nous sont parvenues, et qui doivent toutes être examinées, on peut citer, par exemple, l'introduction d'un résumé en début d'article. Certains ont exprimé le souhait de voir des discussions critiques sur des projets et des technologies ; ce qui ne s'est pratiquement pas fait jusqu'à présent. Une présentation des avantages et des inconvénients encouragerait la discussion active et favoriserait la formation des opinions.



Combien de fois par année la revue ENET-NEWS devrait-elle paraître ?

L'évaluation de la plate-forme ENET, et en particulier de la revue ENET-NEWS, constitue la base qui permettra d'améliorer, à l'aide de mesures constructives, la circulation des informations au profit d'une réflexion accrue sur la recherche énergétique et sur sa mise en œuvre.

teur d'obtenir de manière ciblée toutes les informations qui l'intéressent.

Session d'ouverture : aperçu général des développements américains, japonais et européens avec des experts de la politique et de la science.

Nano-Conférence : les thèmes Sciences de la vie, Outils et capteurs, Matériaux et surfaces, Optique et électronique, avec la participation de plus de 50 experts suisses et étrangers de la recherche et de l'industrie.

Session Perspectives : vue d'ensemble des développements prévisibles au niveau international et en Suisse, présentés par des personnes sélectionnées pour leur compétence en la matière, les experts internationaux du programme et le comité directeur de TOP NANO 21.

Session Posters : les résultats de plus de 200 recherches actuelles.

Forum, avec des présentations d'entreprises et la journée internationale : organisé par les USA, pays invité d'honneur, le Canada, le Japon, la Belgique ainsi que la Suisse qui accueille la manifestation.

Exposition spéciale **Recherche et formation,** avec les instituts internationaux de recherche et de formation leaders dans ce secteur.

One-to-one Meetings (rencontres en tête-à-tête) pour établir de nouveaux contacts.

Informations complémentaires :
www.nanofair.ch
www.ethrat.ch/topnano21
(Rubrique : Nano Conference)

De l'électricité pour les régions isolées

Optimisation de l'approvisionnement en électricité : solutions en réseau ou en îlot ?

Heini Sommer
Chef de projet
Ecoplan
CH-6460 Altdorf

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

Pascal Previdoli
Responsable du domaine Fondements de l'économie énergétique à l'OFEN

L'approvisionnement en électricité des régions isolées de Suisse s'accompagne en général de coûts élevés. L'éloignement de tout poste de transformation, une distance importante jusqu'au prochain raccordement à moyenne tension ou une faible densité de population, telles sont les principales caractéristiques de ces régions. Qu'elle sera dans ces cas la variante la plus appropriée : le raccordement au réseau ou la production autonome et décentralisée d'électricité ?

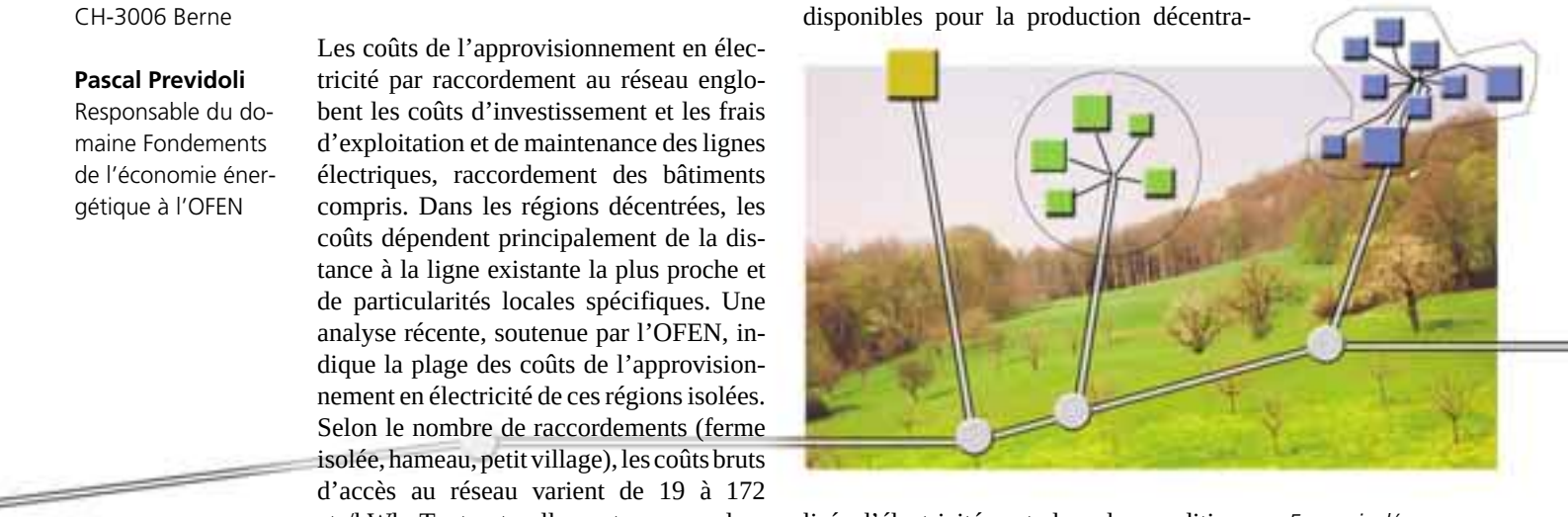
Les coûts de l'approvisionnement en électricité par raccordement au réseau englobent les coûts d'investissement et les frais d'exploitation et de maintenance des lignes électriques, raccordement des bâtiments compris. Dans les régions décentrées, les coûts dépendent principalement de la distance à la ligne existante la plus proche et de particularités locales spécifiques. Une analyse récente, soutenue par l'OFEN, indique la plage des coûts de l'approvisionnement en électricité de ces régions isolées. Selon le nombre de raccordements (ferme isolée, hameau, petit village), les coûts bruts d'accès au réseau varient de 19 à 172 cts/kWh. Tout naturellement se pose alors la question de l'opportunité d'une production décentralisée, indépendante du réseau.

Actuellement, les solutions les plus rentables dans ce cas sont, d'une part, le recours au couplage chaleur-force (CCF), avec un concept propre à chaque cas particulier, avec ou sans complément photovoltaïque, et, d'autre part, les petits réseaux avec couplage chaleur-force ou force hydraulique.

Rapport final :
Dezentrale Stromversorgung : Optimierungschancen ; H. Sommer, St. Osterwald (Ecoplan), Hp. Eicher, R. Rigassi (Dr. Eicher + Pauli SA), 2003.
Pour commander :
www.bundespublikationen.ch
n° 805.552.d

Calculs comparatifs en faveur du raccordement au réseau

L'étude économique des coûts sur 19 sites a permis de comparer les quatre variantes précitées à celle du raccordement classique. Des exemples de fermes isolées, de hameaux et de petits villages ont été pris en considération aussi bien en région alpine que dans les Préalpes. Il s'est alors avéré que les coûts des technologies actuellement disponibles pour la production décentralisée d'électricité sont, dans des conditions favorables, comparables à ceux d'un approvisionnement avec raccordement au réseau. Si l'on tient cependant compte non seulement des aspects commerciaux, mais aussi d'autres facteurs, tels que la qualité et la fiabilité de l'approvisionnement, les critères environnementaux, les réserves de capacité, etc., les solutions avec raccordement au réseau se révèlent préférables dans la plupart des cas.



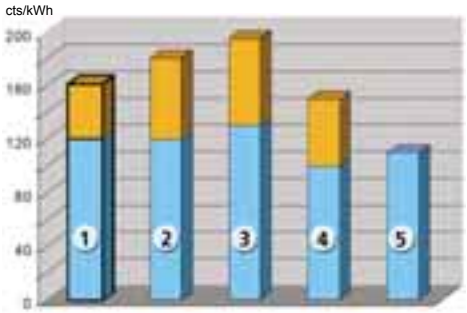
Ferme isolée, hameau et petit village : exemples typiques de régions décentralisées à ouvrir à l'électricité.

Par ailleurs, si l'on part du fait que le nombre des habitations à raccorder et la distance jusqu'à la prochaine agglomération exercent une influence considérable sur le coût initial, on peut constater, en considérant l'ensemble du territoire suisse, que 3'000 bâtiments dans environ 2'300 zones isolées se prêtent bien, du point de vue de la rentabilité, à des solutions décentralisées. Comme on peut s'y attendre, on trouve en

tête de liste les trois grands Cantons ruraux de Berne, du Valais et des Grisons.

Le développement de technologies alternatives favorise les solutions en îlot

La poursuite du développement des technologies alternatives de production d'électricité jusqu'à leur complète commerciali-



Limites supérieure (brun) et inférieure (bleu) des coûts de production de l'électricité pour le hameau de Fernigen :
1 Raccordement au réseau
2 CCF
3 CCF + photovoltaïque
4 Plusieurs CCF en réseau local
5 Force hydraulique.

sation conduira à une baisse des coûts et l'on pourrait, d'ici une dizaine d'années, rencontrer une situation tout autre, ce qui augmenterait les chances de solutions autonomes, en îlot.

Liens Internet

Informations sur le programme Fondements de l'économie énergétique
www.ewg-bfe.ch

Recherche pour l'économie et la politique
www.ecoplan.ch

Bureau d'ingénieurs pour l'énergie
www.eicher-pauli.ch

Centre de compétences en urbistique (CREM), Martigny
www.crem.ch

Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), Genève
www.cuepe.ch

Étude détaillée d'exemples choisis

Deux études détaillées, effectuées dans les Cantons du Valais et du Tessin, se sont penchées sur des questions complémentaires concernant l'approvisionnement décentralisé en électricité. Cela a permis de tester les méthodes d'analyse à l'exemple des conditions locales respectives et de fournir des renseignements sur les possibilités d'amélioration de l'approvisionnement en électricité de ces régions.

Les Escotteaux, un réseau complexe

La région du Mont Chemin située à environ 500 m en dessus de Martigny comporte 12 maisons, dont seules 7 sont occupées toute l'année. L'historique du développement du réseau local explique la situation complexe actuelle. Les Escotteaux sont alimentés par l'une des six lignes du transformateur de 16 kV.

L'étude du Centre de compétences en urbistique (CREM), à Martigny, a porté tant sur l'approvisionnement en eau potable que sur celui en électricité. La consommation de courant a été observée en détail chez quatre familles, ce qui a permis de collecter aussi des données précises sur les variations saisonnières. Des calculs au moyen du logiciel PVSYST ont montré qu'un éventuel approvisionnement par voie photovoltaïque ne permettrait pas d'obtenir un avantage économique. Si le hameau des Escotteaux devait s'agrandir, il serait cependant avantageux de déplacer le transformateur.

Le Val Bedretto et ses conditions variables d'un endroit à l'autre

Le deuxième exemple concerne le Val Bedretto, situé au Tessin entre Airolo et le Col du Nufenen. D'une superficie de 7'519 hectares, il compte 145 maisons environ et 80 résidents. L'étude détaillée du Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), à Genève, s'est basée sur trois scénarios: le *statu quo*, une présence réduite de l'armée, enfin un certain développement touristique.

Là encore, il s'agissait, dans un premier temps, de relever avec précision la situation de consommation actuelle. Cette dernière a révélé d'importantes différences entre les villages (par exemple, Bedretto), une auberge isolée (par exemple, All'Acqua) et les fromageries d'alpage. Il s'est avéré que le raccordement au réseau serait avantageux pour les villages ; en revanche, dans les maisons isolées et dans la partie supérieure de la vallée, des solutions décentralisées peuvent tout à fait être envisagées. Les cas du couplage chaleur-force, des petits aménagements hydroélectriques ou éventuellement même de modules photovoltaïques méritent un examen plus détaillé.

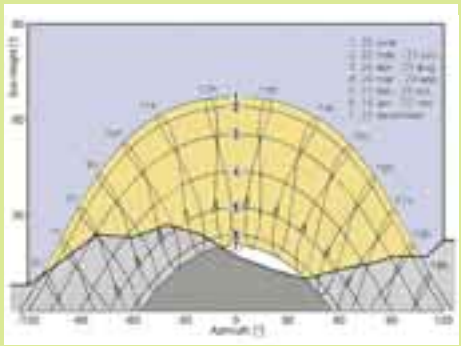


Diagramme solaire avec tracé de l'horizon pour All'Acqua, dans le Val Bedretto.

Études :
Réseaux de distribution ou production distribuée ? Problèmes méthodologiques et études de cas :
L'exemple des Escotteaux ; Ch. Matas, CREM, 2003
L'exemple du Val Bedretto ; B. Lachal, A. Mermoud, F. Romerio, CUEPE, 2003

Corriger écologiquement

Correction d'erreurs écologiques sur la Suhre à Sursee, avec, en plus, de l'électricité écologique locale

Arnold P. Engel
Hydrelec Ingenieure
CH-5318 Mandach

Alois Fuchs
Coopérative
de l'éolienne
du Diegenstal
(maître d'ouvrage)
CH-6204 Sempach

Hanspeter Leutwiler
Chef du programme
Petits aménagements hydroélectriques de l'OFEN
Case postale
CH-8910 Affoltern am Albis

Bruno Guggisberg
Responsable du domaine Petits aménagements hydroélectriques à l'OFEN

En 1979, le lit de la rivière Suhre a été abaissé au nord-ouest de la ville de Sursee, afin de rétablir dans toutes les situations hydrologiques la fonction d'exutoire qu'elle avait pour son bassin versant de plus de 80 km^2. Mais les trois seuils construits à cet effet ont interrompu le libre passage des poissons et autres petits organismes. À la fin des années 90, une étude préliminaire, soutenue par l'OFEN, a montré qu'à cet endroit, c'est-à-dire à la sortie du lac de Sempach, une utilisation de la force hydraulique paraissait envisageable. Le Canton de Lucerne a posé les conditions suivantes à cette réalisation : respect de la végétation des rives, intégration discrète des installations prévues dans le paysage et création d'une nouvelle échelle naturelle à poissons.



Le bâtiment des turbines en hiver, avec devant, la grille de nettoyage commandée en fonction des besoins par la différence de pression entre les deux côtés de la grille.

Nouveautés du concept de l'installation

Les premiers travaux de construction ont commencé en octobre 2000 et, une année plus tard, l'installation a été mise en service. L'effet d'accumulation est obtenu par un barrage flexible d'une hauteur nominale de 1,55 m et d'une largeur moyenne d'écoulement de 7,5 m. Ce tuyau en matière synthétique résistante est insensible aux éventuels détritus charriés par la rivière. Les barrages flexibles se distinguent de surcroît par une grande fiabilité passive à l'exploitation. Une pompe commandée par le niveau de l'eau assure le remplissage du tuyau avec de l'eau souterraine propre.

En amont de l'entrée de la turbine, on a aménagé une grille inclinée en tôle perforée, équipée d'une installation de nettoyage commandée par la différence de pression entre les deux côtés de la grille. C'est une nouveauté particulièrement importante pour les petits aménagements hydroélectriques.



Les barrages flexibles ont fait leur entrée en Suisse et s'imposent grâce à leur grande fiabilité passive à l'exploitation.

La turbine bulbe en S entraîne une génératrice asynchrone de 55 kW à courroie plate. Elle est en mesure de fonctionner avec un débit de 0,3 à 2,5 m^3/s, pour une chute brute de 3 m. L'installation complète présente un rendement global de 80 %.

Rapport final :
Kleinwasserkraftwerk Sursee ; Arnold P. Engel ;
OFEN 2002 ; n° ENET 220236

Rentabilité favorisée par le modèle de financement

La production moyenne d'énergie s'élève à 240'000 kWh/an. Les Forces motrices de Suisse centrale (CKW) offrant, pour le courant écologique produit, en moyenne 17 cts/kWh, les emprunts contractés seront rapidement remboursés. Ce qui a permis de réaliser ce petit aménagement hydroélectrique pour approvisionner le réseau local, ce sont le financement partiel par des bons de participation de la Coopérative de l'éolienne du Diegenstal (le maître d'ouvrage de cette installation), le travail de bénévoles lors de la construction et le soutien de la Ville de Sursee.

Renseignements sur le projet :
www.bauernhof.ch/gwd/projekt.htm
www.aramis-research.ch/f/5409.html

Informations sur les petits aménagements hydroélectriques

Le matériel d'information, les conditions pour l'obtention de subventions fédérales et les formulaires y relatifs sont disponibles auprès de l'OFEN, Secrétariat de la section Énergies renouvelables, CH-3003 Berne
sandra.gyger@bfe.admin.ch

Conseil professionnel par les centres d'information :

Suisse romande – MHyLab, Vincent Denis, CH-1354 Montcherand
denisV@mhylab.com

Suisse italienne – Infoenergia Ticino, Claudio Caccia, CH-6670 Avegno
claudiocaccia@bluewin.ch

Suisse alémanique – Forschungsprogramm Kleinwasserkraftwerk, Hanspeter Leutwiler, CH-8910 Affoltern am Albis
pk@iteco.ch

Publications :
www.smallhydro.ch
www.energieforschung.ch
www.bundespublikationen.ch

Les rafales du Gütsch

L'éolienne installée il y a un an sur le Gütsch, près d'Andermatt, est exposée à des conditions extrêmes. Les mesures de vent effectuées pendant de longues années par la station météorologique locale ont été confirmées par celles réalisées sur l'installation elle-même. Dès les tempêtes d'automne, des rafales de vent avec des pointes de plus de 190 km/h ont été enregistrées ; des vitesses de vent dépassant les 100 km/h sont courantes. La régulation à calage variable de pale (réglage *"pitch"*) fonctionne de façon optimale. En revanche, le changement fréquent et rapide de la direction du vent représente un véritable défi, qui n'est pas une surprise. Car les prévisions et les mesures effectuées au Sodar – *Sound Detecting and Ranging* (le Sodar est un sondeur acoustique de taille réduite destiné aux mesures de vent et de profils de vitesse, comme le Sonar pour la mesure de profondeur d'eau) – avaient, dans l'ensemble, présenté les conditions locales de manière réaliste.

Les premiers résultats sur le givrage

Le comportement en cas de formation de neige et de glace sur le rotor – ce qui entraîne des projections de glace et des pertes à la production – est l'un des points critiques pour cette éolienne de la classe des 800 kW_c, qui est la plus haut placée au monde. À ce propos, il s'est déjà avéré que le chauffage à air chaud, intégré aux pales du rotor, travaille efficacement, bien que sa consommation d'électricité doive encore être optimisée.

Le soutien accordé par l'OFEN à ce projet-pilote en région alpine a notamment pour but l'acquisition de connaissances précises en matière de givrage, de manière à pouvoir mieux mettre en valeur les sites appropriés situés dans les régions de montagne des pays continentaux ou en zone arctique.

Des difficultés techniques à surmonter

Des conditions "tempétueuses" prévalent également dans les travaux de finition qui permettront d'utiliser l'installation à sa pleine capacité de production. Pour des raisons techniques, la pleine puissance n'a pu encore être atteinte. Cette installation-pilote, qui est vue d'un œil favorable par la population locale, est un projet requérant beaucoup de patience de la part des Entreprises électriques d'Ursern.



L'exploitation pendant la première saison d'hiver a livré d'importants résultats en matière de givrage du rotor et de comportement pendant les rafales. (Photo : Suisse Éole)

L'énergie éolienne en climat froid

La conférence internationale du programme AIE *"Wind Energy in Cold Climate"*, qui s'est déroulée en Finlande en avril dernier, a été l'occasion de faire le point sur les études et la recherche en matière d'éoliennes implantées en région arctique. Les experts sont d'avis que les sites arctiques représentent un marché potentiel de plus de 6'000 MW_c pour l'énergie éolienne.

Renseignements :
www.vtt.fi/virtual/arcticwind

Du froid pour les médicaments

Un développement du LESBAT facilite la conservation des médicaments sensibles à la chaleur dans des cliniques africaines

Philippe Dind, Catherine Hildbrand, Julien Mayor
LESBAT / EIVD
CH-1400 Yverdon

Jean-Christophe Hadorn
Chef du programme (R+D) Énergie solaire thermique de l'OFEN
c/o BASE CONSULTANTS SA
CH-1012 Lausanne

Pierre Renaud
Chef du programme (P+D) Énergie solaire thermique de l'OFEN
c/o Planair SA
CH-2314 La Sagne

Urs Wolfer
Responsable du domaine Technologies solaires à l'OFEN

Le LESBAT (Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment) de la Haute École spécialisée de la Suisse occidentale à l'École d'ingénieurs du Canton de Vaud (HES-SO/EIVD), à Yverdon, a développé un réfrigérateur solaire à adsorption, compact et autonome, transportable et fonctionnant sans partie mobile ni énergie électrique. Le LESBAT a conçu un appareil utilisant un capteur solaire de 2 m² pour amorcer et entretenir le cycle thermodynamique du processus de refroidissement. Le Centre d'écologie Albert Schweitzer au Burkina Faso a déjà testé, dans des conditions réalistes, un prototype de ce réfrigérateur d'un volume utile de 320 litres. Le LESBAT travaille actuellement à la préparation d'une petite série, préliminaire à la fabrication industrielle.

Utilisation en Afrique = conditions-cadres exigeantes

L'idée maîtresse de ce développement était, d'une part, de mettre au point un appareil



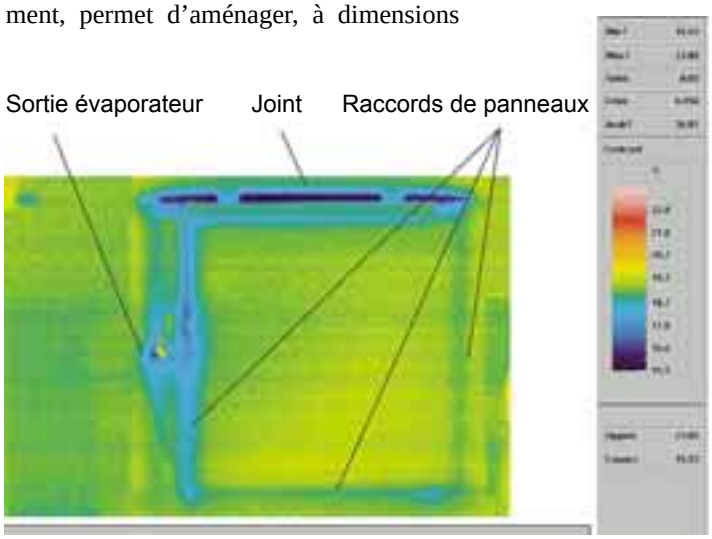
Montage-test du réfrigérateur à adsorption fonctionnant à l'énergie solaire, conçu par le LESBAT à Yverdon.

fonctionnant exclusivement à l'énergie solaire, destiné à la conservation de médicaments dans les cliniques et les centres ruraux de santé en climat tropical. On voulait, d'autre part, lancer un transfert de technologie permettant de fabriquer ces réfrigérateurs sur place.

La conception devait conduire à une construction aussi légère et compacte que possible, pour assurer un transport facile vers les cliniques. Quant aux considérations de thermodynamique, elles devaient se baser sur des températures extérieures de plus de 40 °C le jour et de 35 °C la nuit, ainsi que sur une irradiation solaire moyenne de 5 kWh par m² et par jour.

Des matériaux spéciaux judicieusement utilisés

Le choix de panneaux isolants sous vide (PIV), d'une épaisseur de 40 mm seulement, permet d'aménager, à dimensions extérieures égales, un volume utile de réfrigération environ trois fois plus grand qu'avec des matériaux d'isolation classiques.



Les images thermographiques conduisent à des modifications ciblées.

La collaboration entre industrie et ateliers a permis de mettre au point un nouveau réfrigérateur compact d'un volume utile de 100 litres. 14 tuyaux à l'intérieur du capteur de 1 m² contiennent un gel de silice (silicagel à pores fins), qui adsorbe le fluide de travail (eau) quand celui-ci se condense durant la nuit. Les premières mesures ont, certes, révélé des différences par rapport aux valeurs calculées, mais les points faibles ont pu être localisés sur des images thermographiques ; ce qui a permis de les éliminer. Après de nouveaux tests en Suisse, le réfrigérateur a été apporté en Afrique en 2002. Pour cette innovation, le LESBAT a été récompensé par le Prix solaire 2002 décerné par l'OFEN.

D'autres informations détaillées :
www.solarenergy-thermal.ch/ecran17.htm

Bienvenue aux améliorations

L'optimisation des installations automatiques de chauffage au bois en service rencontre un accueil favorable

Jürgen Good
Chef de projet
Verenum
CH-8006 Zurich

Daniel Binggeli
Responsable du domaine Bois à l'OFEN

Les installations automatiques de chauffage au bois en service depuis quelque temps peuvent-elles être optimisées ? Un groupe d'experts a tenté de répondre à cette question au cours de la première phase d'un projet regroupant cinq installations sélectionnées. À l'aide d'un questionnaire, des données relatives à la rentabilité, à la technique et à l'exploitation de ces installations ont été collectées, qui ont servi ensuite au calcul d'indicateurs. La comparaison de ces données avec des valeurs empiriques, ainsi que la visite des installations ont permis d'en identifier les points faibles. Dans l'intervalle, 25 autres chauffages au bois ont été examinés au cours de la seconde phase du projet. L'exploitant de chacune de ces installations reçoit un compte-rendu spécifique dans le dessein, d'une part, d'améliorer substantiellement la transparence de la structure des coûts et des profits, et de montrer, d'autre part, comment il est possible d'améliorer la rentabilité, tout en remédiant aux insuffisances techniques.

Des mesures essentielles pour optimiser l'exploitation

Dans un premier temps, l'inventaire soutenu par l'OFEN comptait cinq installations à une ou deux chaudières, pourvues ou non d'accumulateur, la puissance installée variant entre 300 kW et 1 MW. On a pu ainsi démontrer que les coûts de production de la chaleur étaient tous supérieurs à la valeur cible actuelle donnée par l'outil d'assurance qualité *"QS Holzheizung"* de l'Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB). La production de chaleur était caractérisée par des pertes importantes, causées notamment par un excès d'air lors de la combustion, par une température élevée des gaz d'échappement, etc. Atteindre la puissance nominale d'un chauffage au bois dépend souvent de l'ajustement précis des paramètres de régulation en fonction du combustible utilisé. Pour trois des cinq installations, cette puissance nominale n'a pas été entièrement atteinte ; une installation est à peine arrivée à la moitié de la valeur prévue.



Une production insuffisante de chaleur est souvent due à un excès d'air, à des combustibles inappropriés, etc.



L'étude de chauffages au bois existants permet de formuler des mesures d'amélioration touchant le combustible, la combustion, l'hydraulique et l'exploitation.

Bases d'une étude optimisée des installations nouvelles

La distribution de la chaleur ne semblait, par ailleurs, pas toujours avoir été conçue de manière optimale. Les différentes connaissances acquises au cours de cette étude (éviter de surdimensionner les centrales de chauffage ; limiter la distribution de chaleur à des zones ayant une densité de raccordement suffisante) seront intégrées à l'étude des projets de nouvelles installations, en particulier des systèmes de chauffage collectif à réseau étendu de conduites ; ce qui garantira une exploitation rentable dès le départ.

Afin de s'assurer du succès de ces interventions, des contrôles seront effectués auprès des installations sur lesquelles les mesures préconisées par le groupe d'experts seront appliquées cet été. D'autres installations seront analysées au cours de la saison de chauffage 2003–2004.

Rapport final : *Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen in der Praxis ;* J. Good, Th. Nussbaumer, R. Bühler, A. Jenni ; OFEN 2002 ; n° ENET 220115

Du bois au méthane

La production de bio-carburants à partir du bois mérite de nouvelles recherches

Samuel Stucki
Serge Biollaz
Laboratoire d'énergétique et des cycles de matières, Institut Paul Scherrer CH-5232 Villigen

Arthur Wellinger
Nova Energie Sàrl CH-8355 Aadorf

Bruno Guggisberg
Responsable du domaine Biomasse à l'OFEN

Daniel Binggeli
Responsable du domaine Bois à l'OFEN

À moyen terme, l'introduction de carburants issus de la biomasse devrait pouvoir améliorer de manière substantielle, dans le secteur des transports, le bilan du gaz carbonique (CO_2) atmosphérique. Dans un proche avenir, la production de bio-carburants sera plus avantageuse que celle de carburants à base d'autres sources d'énergie renouvelables, comme, par exemple, l'hydrogène produit par voie solaire ou éolienne. L'étude de l'OFEN *"Réduction des émissions de CO_2 par le biais du prix du carburant"* démontre que, en comparaison avec les autres carburants, la biomasse permet une réduction des quantités de CO_2 moyennant des coûts additionnels relativement bas. C'est pour cette raison que ces solutions de remplacement rencontrent un intérêt croissant, en particulier pour garantir la sécurité de l'approvisionnement.

Le biogaz, le bio-éthanol, les huiles végétales et l'ester méthylique de colza font partie des bio-carburants qui seront disponibles sous peu. Le bio-méthanol, le diméthyléther (DME) et l'essence synthétique représentent des options à moyen et à long terme. Ces carburants sont produits par la voie dite thermo-chimique : la biomasse est gazéifiée, ce qui génère de l'hydrogène et du monoxyde de carbone. Ce dernier est ensuite transformé par catalyse en carburant.

Les bio-carburants font partie des objectifs de l'UE

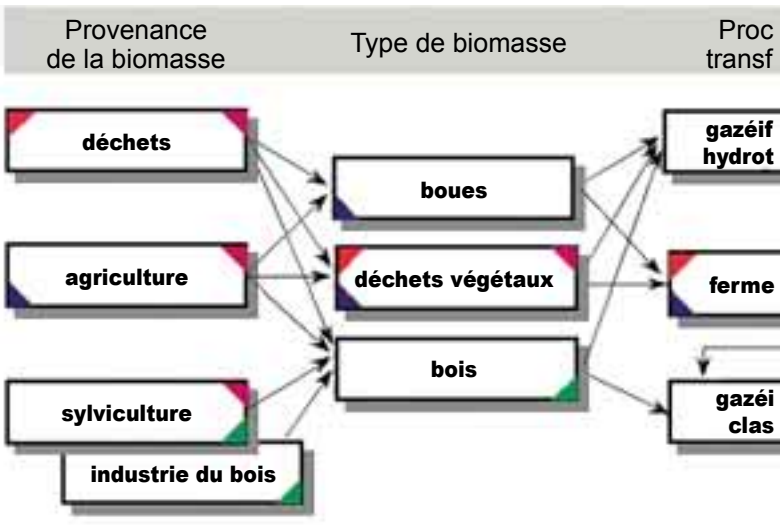
D'ici 2020, la Commission de l'UE veut couvrir 23 % de la consommation de carburant par des sources d'énergie indépendantes du pétrole. À cette date, et à condition que le cadre d'application reste optimal, le gaz naturel (méthane) devrait couvrir 10 % des besoins de la mobilité, l'hydrogène 5 % et les bio-carburants 8%. En transposant ces valeurs à la situation prévalant actuellement en Suisse, on obtient pour 2001 – année au cours de laquelle les voitures et les poids lourds ont consommé environ 220 PJ sous forme d'essence et de diesel – les chiffres suivants :

- Une mobilité assurée à raison de 10 % par le gaz naturel donnerait une consommation de gaz naturel de 22 PJ/an. Par rapport à la consommation actuelle de 106 PJ/an, l'augmentation de l'utilisation du gaz serait alors de l'ordre d'environ 20 %.
- 5 % de la mobilité assurés par l'hydrogène correspondent à 16 PJ de gaz naturel consommés en plus, si l'hydrogène est fabriqué à partir de ce gaz.
- Et 8 % de la mobilité issus de bio-carburants correspondent à au moins 30 PJ d'énergie primaire.

Pour produire ces quantités de bio-carburants, il faudra créer une grande capacité de production et construire des installations industrielles. Des travaux de recherche et de développement sont encore nécessaires dans ce domaine, notamment pour la production du bio-carburant à partir du bois.

Un dixième des véhicules à gaz alimentés avec des bio-carburants

En Suisse, les objectifs fixés par l'UE ont déjà été adoptés par l'industrie du gaz : d'ici 2010, 70'000 véhicules, ou 2 % du parc automobile, devraient être propulsés au gaz





Le réacteur à couches fluidisées du PSI, pour des essais de catalyseurs qui seront employés au cours du procédé de méthanisation, c'est-à-dire de la transformation des parties combustibles du gaz de bois en méthane.

naturel ou au biogaz. En accord avec l'organisation faîtière "Biomasse suisse", environ 10 % de ces véhicules, soit 7'000 unités, devraient se déplacer à l'aide de biogaz produit par fermentation. Les conditions nécessaires à la production de biogaz utilisable comme carburant sont, d'une part, une infrastructure pour l'utilisation du gaz naturel bien développée et, d'autre part, des prix du biogaz intéressants. Ainsi, une situation *"win-win"* serait créée pour ces deux agents énergétiques.

Les potentialités des matières premières favorisent la production de biogaz

Divers procédés de production conduisent au biogaz, ou méthane biogène, à partir de différentes biomasses. Contrairement aux déchets végétaux, le bois ne peut pas être transformé en biogaz par fermentation ; il faut le gazéifier.

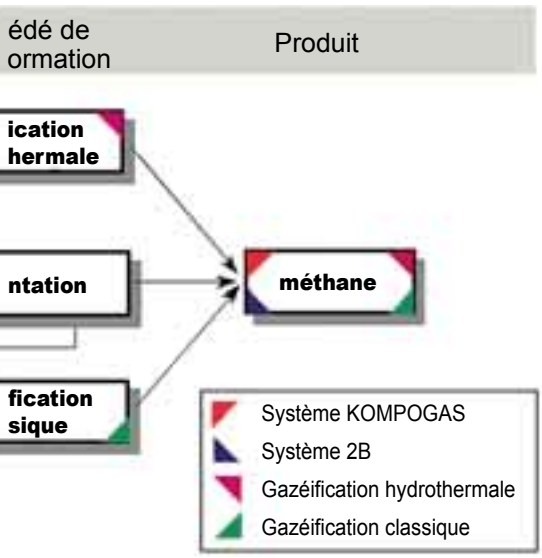
En Suisse, la quantité de bois mise sur le marché destinée à la production d'énergie devrait être doublée (actuellement : 21 PJ par an). Si l'on parvient à produire du méthane à partir du bois à des conditions rentables, il ne devrait pas y avoir de difficulté à écouler ce biogaz sur le marché, compte tenu des objectifs mentionnés. La prochaine phase du projet débute à l'Institut Paul Scherrer (PSI), avec le soutien de l'OFEN ; il s'agit de démontrer la faisabilité technique et économique de la production de méthane à partir du bois. On part du principe qu'une installation de démonstration d'une puissance de 20 MW_{th} devrait être mise en service dans un délai de 7 à 10 ans. Avec un rendement de conversion du bois en méthane de l'ordre de 50 %, on pourrait approvisionner 7'000 véhicules de plus (35'000 t de bois/an donnent 0,5 PJ/an de bois-énergie, équivalant à 70 GWh/an de biogaz tiré du bois).

Mise en œuvre avec plusieurs partenaires

Ce procédé de transformation du bois en méthane pourra être mis en œuvre dans un délai relativement court, car il se base sur les résultats de recherches et de développements réalisés au cours des vingt dernières années. Parmi ceux-ci, on peut citer la gazéification du bois à une puissance de plus de 10 MW_{th}, la production de carburants synthétiques dans des installations à couches fluidisées, la purification du gaz de synthèse, etc.

Objectif de Kyoto oblige

D'après le protocole de Kyoto, les émissions de CO_2 en Suisse devraient diminuer de 10 % (par rapport à 1990) d'ici 2010. Le Conseil fédéral a spécifié qu'il faudra, par rapport à l'année 1990, réduire les émissions de CO_2 de 15 % en ce qui concerne les combustibles et de 8 % pour les carburants. Les bio-carburants sont susceptibles d'apporter une contribution substantielle à l'obtention de ces résultats.



Le méthane, en tant que carburant de substitution, peut être produit de diverses manières à partir de la biomasse. En ce qui concerne le bois, seul le procédé de gazéification est actuellement disponible.

Au PSI, on part de l'idée que certaines connaissances acquises dans la technologie de la transformation du bois en méthane (comme, par exemple, la purification du gaz, la séparation du CO_2, etc.) pourront être transposées à la pratique. La réalisation d'une telle installation de 20 MW_{th} en quelques années représente un objectif ambitieux qui suppose un soutien inconditionnel de la part de l'industrie, des autorités et des organismes de recherche. La recherche et le développement s'effectuent en collaboration étroite avec le programme *"Société à 2'000 watts"* lancé par Novatlantis. En outre, ces technologies permettront d'élargir le champ de nos activités d'exportation.

Ne vole pas la chaleur

L'augmentation du nombre des PAC sau premier plan la question de l'effet d'une



Markus Geissmann
Responsable du domaine Géothermie à l'OFEN

Quelles sont les priorités de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) en matière de recherche géothermique ?

En Suisse, la production combinée d'électricité et de chaleur à partir d'installations géothermiques a de très grandes potentialités. Mais ce domaine nécessite encore beaucoup de recherches ; c'est pourquoi l'OFEN lui accorde une priorité élevée.

Quels sont les moyens employés pour stimuler la recherche géothermique ?

Nous soutenons des projets de recherche appliquée, ainsi que la construction d'installations pilotes liées à ces projets. Nous encourageons aussi la réalisation de programmes de mesures, avec l'analyse de ces dernières, lorsqu'il s'agit de projets qui ouvrent de nouvelles perspectives. Dans ce contexte, la collaboration internationale avec l'Union européenne et dans le cadre du programme *"Geothermal Energy"* de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) est importante.

Quelle sera l'importance de la géothermie dans le domaine de la production d'énergie en Suisse dans 20 ou 50 ans ?

Le chauffage et le refroidissement de bâtiments à l'aide de l'énergie géothermique et de pompes à chaleur s'imposera certainement dans notre pays. Je suppose que, dans 20 ans, les bâtiments seront normalement chauffés et refroidis avec une source d'énergie renouvelable. D'autre part, l'énergie géothermique servira de plus en plus souvent à la production d'électricité. En Suisse, dans 50 ans, celle-ci sera sans doute basée en grande partie sur l'énergie hydraulique et sur la géothermie.



Les travaux de forage d'une sonde géothermique.

Rapport final :
Langzeiteffekt von Mehrfach-Erdwärmesonden ; D. Pahud, Th. Kohl, T. Mégel, R. Brenni, 2002, n° ENET 220005
Rapport intermédiaire :
Long Term Influence of Multiple Heat Extraction Boreholes ; Program 3-D FRACTURE and comparison with a g-function calculated with the SBM program ; R. Brenni, Th. Kohl, D. Pahud, 2001, n° ENET 210099

En 2002, l'heureux développement des chauffages à pompe à chaleur (PAC) a continué sur sa lancée. Grâce à 7'500 nouvelles installations, l'augmentation a été de l'ordre de 5,4 % par rapport à l'année précédente. 40 % de ces nouvelles installations sont des PAC saumure-eau qui utilisent l'énergie géothermique. Ainsi, avec un total d'environ 25'000 unités, la Suisse a la plus grande concentration mondiale de ce type d'équipement. À cause de l'augmentation constante du nombre des installations géothermiques, il faut maintenant s'intéresser de plus près à l'effet de l'extraction de la chaleur du sol par une sonde géothermique sur les sondes voisines. Une étude, soutenue par l'OFEN, a analysé le comportement à long terme des sondes géothermiques multiples, car ce point devient de plus en plus important pour répondre aux demandes d'autorisation et pour caractériser la durabilité de ces installations.

Statistique sur l'exploitation

Aujourd'hui, la majeure partie de l'énergie géothermique produite en Suisse provient de sondes géothermiques et de champs de sondes géothermiques. En 2001, environ 650 GWh de chaleur ont été produits à l'aide de PAC utilisées conjointement avec de telles sondes comme avec des nappes de tubes enterrés, des eaux souterraines et des eaux de tunnel. Le seuil des 700 GWh sera dépassé en 2003. Pour pouvoir diffuser des indications plus détaillées, il faudra attendre que les entreprises de forage concernées fournissent des données plus complètes.

Les établissements thermaux représentent la principale forme d'utilisation de la géothermie sans le recours aux PAC. À côté de leur activité thermale, ces établissements chauffent de plus en plus fréquemment leurs

de ton voisin !

mure-eau remet au sonde sur ses voisines

Plus de sécurité dès la conception du projet

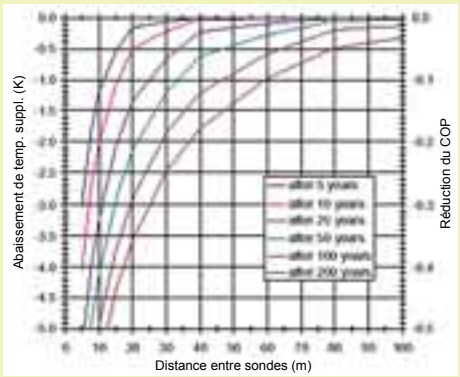
L'influence mutuelle des sondes géothermiques avait déjà été étudiée dans les années 80. On avait alors constaté qu'elle était négligeable tant que la distance entre deux sondes était supérieure à leur longueur, mais sans jamais descendre au-dessous de 5 m environ. Dans le cas de sondes plus rapprochées, il n'était pas possible d'exclure une certaine influence réciproque.

Les distances minimales admissibles ont été étudiées pour diverses configurations de sondes, afin d'augmenter la fiabilité de l'étude des projets d'installations à sondes multiples. Cela devrait empêcher l'extraction trop poussée de chaleur du sol, suite à des écarts trop réduits entre les sondes, ce qui pourrait abaisser le rendement de l'installation de la PAC du voisin.

Les simulations confirment les connaissances acquises jusqu'à ce jour

Un programme de calcul 3D, basé sur la méthode des éléments finis (FRACTure), a été utilisé pour vérifier l'influence réciproque de sondes disposées selon diverses configurations. Il s'est avéré être particulièrement adapté à la simulation des sondes géothermiques.

Des simulations ont été effectuées avec une configuration triangulaire de trois sondes géothermiques placées successivement à la distance de 5 m et de 10 m les unes des autres. Les résultats obtenus pour différentes profondeurs de sonde sont présentés de façon parlante sous forme graphique. Il



Comparaison du comportement à long terme (abaissement supplémentaire de la température) de trois sondes géothermiques et d'une sonde unique (longueur : 200 m), en fonction de la distance entre les forages.

en découle, par ailleurs, que la quantité de chaleur transférée en présence d'un aquifère (nappe phréatique) d'une épaisseur de 1 m à 20 m, et d'une vitesse d'écoulement de 1 m à 5 m par jour, est supérieure – jusqu'à 70 % en plus – à celle constatée là où il n'y a pas de nappe phréatique. L'influence de la direction d'écoulement par rapport à la configuration des sondes citée plus haut est alors de moindre importance.

géothermique

bâtiments avec la chaleur extraite de l'eau thermale.

D'un point de vue international, on relève que la chaleur géothermique est bien valorisée en Suisse : notre pays occupe la cinquième place au niveau mondial avec ses 450 MW de puissance installée. Rapportée au nombre d'habitants, cette puissance place la Suisse à la troisième place, après la Nouvelle-Zélande et l'Islande.

Rapport final :
Statistik Geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre 2000 und 2001 ; Th. Kohl, N. Andenmatten, L. Rybach, Geowatt SA, 2003, n° ENET 230035



Harald L. Gorhan
Chef du programme Géothermie de l'OFEN

Quels sont les aspects de la recherche et du développement de la géothermie qui ont particulièrement retenu votre attention ces derniers temps ?

En ce qui concerne la "géothermie profonde", c'est surtout le grand intérêt pour les projets de *Deep Heat Mining* (DHM), à Bâle et à Genève, que je soulignerai. Cela se traduit par l'engagement considérable et de longue date de l'OFEN et surtout des Services industriels de la Ville de Bâle (IWB), des Cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne, ainsi que des institutions genevoises concernées. La réalisation du premier forage d'essai et d'écoute à Otterbach peut être considérée comme un grand succès. Grâce aux activités politiques de Mme la Conseillère nationale Kathy Riklin, Présidente de la SSG, plus de 100 signatures ont été réunies fin 2002 au sein du Parlement en faveur de la promotion de la technologie DHM, et cela dans l'optique d'une future production d'électricité et de chaleur. En outre, les résultats de la recherche dans le domaine de ce qu'on appelle la "géothermie peu profonde" portent de plus en plus de fruits.

Qu'exigez-vous des projets de recherche ?

Des innovations et encore des innovations !

Comment faciliter l'application des résultats à des projets concrets d'installations ?

D'une part, par la collaboration étroite avec des organisations apparentées, telles que celles de la technique du bâtiment, le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP) et l'Agence suisse des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (ASER). La coopération avec l'ASER concerne surtout des activités de relations publiques dans le monde politique et un *marketing* ciblé à l'échelle du pays. D'autre part, par une présence médiatique continuelle, principalement dans les quotidiens et la presse spécialisée.



Ladislaus Rybach
Professeur honoraire à l'EPF de Zurich, directeur de Geowatt SA, Zurich

Quelle évolution voyez-vous dans l'application de la recherche géothermique au niveau mondial ?
Les résultats fort variés de la recherche géothermique devraient être mis en pratique rapidement, en particulier en ce qui concerne la caractérisation des ressources, les procédés de transport de la chaleur dans le sous-sol et la durabilité de la production. L'assimilation et la diffusion des connaissances acquises lors de cette mise en œuvre peuvent s'effectuer dans le cadre de réseaux internationaux.

Dans quel domaine la Suisse peut-elle jouer un rôle lors de l'application des résultats de la recherche ?
La Suisse est déjà à la pointe mondiale de l'application de la géothermie peu profonde, à l'aide de pompes à chaleur. L'optimisation des systèmes devrait encore apporter d'autres progrès. Il serait important que la Suisse participe à des projets de l'Union européenne dans ce domaine, comme, par exemple, ceux du 6e PCRDT (Programme-cadre de recherche et de développement technologique) que vient de lancer l'UE.

En tant que vice-président de l'International Geothermal Association (IGA), vous avez récemment inauguré le Congrès européen "European Geothermal Conference" (EGC) 2003 à Szeged (Hongrie). Quels en ont été les thèmes principaux ?
Le point le plus important a été un nouvel état des lieux des travaux intensifs de recherche et de développement réalisés au niveau mondial. Par exemple, les pays d'Europe de l'Est offrent des potentialités géothermiques considérables. Mais, pour permettre leur exploitation à grande échelle, il faut d'abord identifier les obstacles légaux, institutionnels et financiers rencontrés dans ces pays, puis les éliminer. J'espère que ce congrès hongrois y aura également contribué. Dans mon exposé, j'ai traité les aspects présents et futurs de la durabilité et de la situation environnementale de la géothermie.

Stocker de la chaleur en

Le centre D4 de la SUVA à Root utilise des produire de la chaleur et du froid de mani

Les locataires du Technoparc D4 de la SUVA, situé à Root près de Lucerne, sont en train d'emménager. La première étape de construction, comprenant une surface nette de plancher de 65'000 m², est ainsi terminée. Du point de vue énergétique, ce projet SUVA avait pour but de couvrir 50 % des besoins avec des sources d'énergie renouvelables. La chaleur à produire proviendra du plus grand stock diffusif saisonnier existant en Suisse. Ce dernier est constitué de 49 sondes qui descendent à 160 m de profondeur afin d'emmagasiner la chaleur dans le sous-sol rocheux.

Le stock diffusif au centre du concept énergétique

À part le stock diffusif, les installations de production d'énergie comprennent un groupe combiné pompe à chaleur/machine frigorifique, raccordé à un système de stockage de chaleur et de froid. Sur le toit se trouvent environ 660 m² de capteurs solaires, qui fournissent une partie de l'eau chaude sanitaire et de la chaleur pour le chauffage, et qui rechargent le stock pendant les six mois d'été.

Le stock diffusif est utilisé aussi bien pour des besoins de chauffage que pour ceux de refroidissement. Les demandes de froid du bâtiment administratif sont couvertes, autant que possible, par refroidissement direct à partir du sous-sol rocheux. L'approvisionnement central en chaleur et en froid permet d'atteindre une efficacité énergétique élevée.



En 2001, 49 sondes ont été introduites dans le sous-sol rocheux, à la distance de 6,5 m les unes des autres. (Photo : D4center.ch)

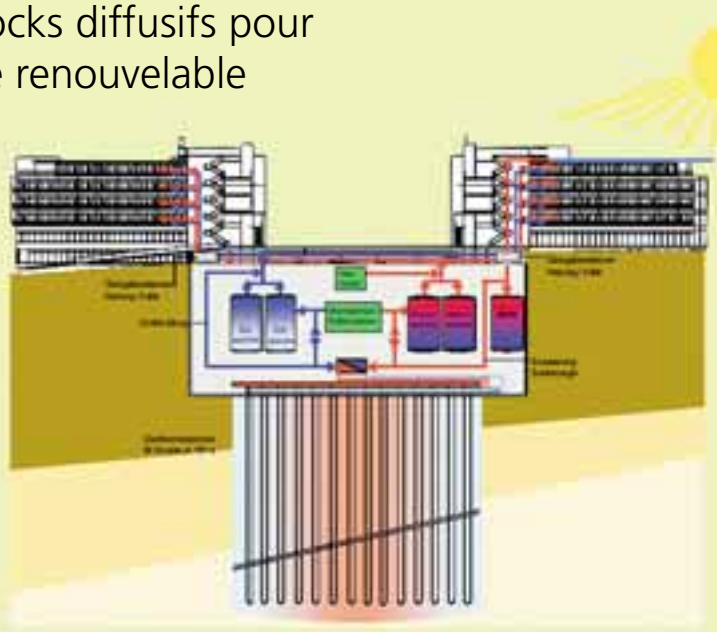
Des pieux énergétiques pour une école avec standard Minergie

À cause de l'instabilité du terrain à bâtir, les fondations de l'école primaire "Vers l'église", située sur la commune valaisanne de Fully, ont dû être placées sur 118 pieux, dont 41 sont des échangeurs de chaleur souterraine, c'est-à-dire des pieux énergétiques. Le bâtiment scolaire, conçu selon les principes Minergie, utilise environ 92'000 kWh par année pour le chauffage. Quatre pompes à chaleur enclenchées l'une après l'autre exploitent la chaleur du sol en hiver. Couplées à une ventilation mécanique douce, elles alimentent également le chauffage au plafond. Pour refroidir les locaux en été, 50'000 kWh par an environ de chaleur sont soutirés de ces derniers et dirigés vers le stock souterrain, en prévision de l'exploitation hivernale.

Rapport final :
Pieux énergétiques avec distribution de chaleur et de froid intégrée dans la structure ; M. Bonvin, P. Cordonier, HEVs, 2002, n° ENET 220162

sous-sol

stocks diffusifs pour ère renouvelable



Le stock diffusif géothermique à la base du concept énergétique du nouveau Technoparc D4 de la SUVA, à Root près de Lucerne. (Graphique : P. Berchtold, Sarnen)

Un vaste programme d'investigation pour un dimensionnement optimal

Compte tenu de l'étendue considérable du projet, un forage pilote d'une profondeur de 160 m a été réalisé afin d'étudier en détail les propriétés géologiques, pétrophysiques, thermiques et géophysiques du sous-sol rocheux à stratification oblique. En parallèle, des *"response tests"* géothermiques ont été effectués au milieu de l'année 1999 ; ils ont permis d'établir la valeur moyenne de la conductivité thermique de la roche et la résistance thermique des sondes.

Le programme PILESIM a été utilisé pour étudier le dimensionnement du stock diffusif. Il s'agit là d'un outil idéal pour simuler des systèmes de chauffage et de refroidissement, c'est-à-dire de valorisation énergétique de pieux échangeurs ou de champs de sondes thermiques.

Rapport final:
Etude pilote pour le stockage diffusif des bâtiments du centre D4 de la SUVA à Root, Lucerne, D. Pahud, LEEE, 2001, ENET-Nr. 210227

Des mesures au *Dock Midfield*

Le nouveau terminal Dock Midfield de l'aéroport de Zurich a été construit sur 440 pieux de fondation, dont 315 ont été conçus comme pieux énergétiques, équipés de tubes échangeurs de chaleur. Le terminal n'ayant pas été mis en service en 2002, le fonctionnement des pieux énergétiques n'a pu dès lors être testé que de manière provisoire. La pompe à chaleur faisant partie de l'installation (puissance du condenseur de chauffage : 630 kW) a été mise en service en automne. 118 points de mesure, dont 30 pour les pieux énergétiques, ont été installés pour le suivi des mesures. Pour l'instant, seuls des contrôles sont prévus, le bâtiment n'étant pas entièrement utilisé, mais des séries de mesures annuelles seront effectuées dès l'automne 2003 lorsque l'édifice commencera à fonctionner normalement.

Rapport intermédiaire :
Energiepfahlanlage Dock Midfield ; M. Hubbuch, ARGE ZAYETTA, 2002.



Daniel Pahud
Responsable d'un groupe de recherche au SUPSI-DCT-LEEE

À votre institut, vous avez développé des modèles numériques de champs de sondes géothermiques et de géostructures. Quel impact auront-ils sur la recherche énergétique ?

L'objectif est de simuler un champ de sondes géothermiques ou des géostructures en tant que partie intégrante d'un système de chauffage et/ou de refroidissement. Les simulations permettent de tenir compte des effets à court terme (dynamique du système) et à long terme (perturbation thermique dans le terrain). Elles sont importantes pour dimensionner, évaluer des variantes, optimiser, et bien d'autres choses encore.

Pour quelles applications concrètes avez-vous conçu ces modèles à 3 dimensions ?

Pour toutes les applications qui font appel à un nombre relativement élevé de pieux énergétiques ou de sondes géothermiques. Le stockage saisonnier de l'énergie solaire est également une application concrète.

Y a-t-il des différences d'une région à l'autre de Suisse en ce qui concerne les possibilités d'exploitation de l'énergie géothermique ?

Pas vraiment. Ce sont avant tout les conditions fixées par la géologie et l'hydrogéologie locales qui déterminent le type d'application possible.

De la chaleur aux portails

Les deux tunnels de base d'AlpTransit ouvrent de nouvelles perspectives à la valorisation de l'énergie géothermique

Jules Wilhelm
Société suisse pour la géothermie (SSG)



La géothermie et ses possibilités d'application sont-elles vraiment connues en Suisse ?

Malgré une certaine prise de conscience des avantages et des nombreuses possibilités d'utilisation du potentiel calorifique de la Terre, un important travail d'information reste encore à faire pour que les responsables de notre politique énergétique, les pouvoirs publics, les professionnels et les utilisateurs potentiels en soient informés à un niveau comparable à celui des autres formes d'énergies renouvelables.

Comment la Société suisse pour la géothermie (SSG) encourage-t-elle l'utilisation de la géothermie ?

La SSG soutient l'utilisation de l'énergie géothermique depuis sa fondation, en 1990, par la diffusion d'informations et par des contacts suivis avec les milieux politiques, scientifiques et professionnels. Depuis 2001, en tant que partenaire officiel du programme SuisseEnergie, et sous mandat de l'Office fédéral de l'énergie, la SSG est en plus active dans les domaines de la formation, de l'assurance qualité et des contacts avec le marché.

Quelles possibilités d'action la SSG a-t-elle au niveau politique ?

La présidente de la SSG, Madame Kathy Riklin, Conseillère nationale, est très active au niveau du Parlement et des autorités fédérales. La SSG participe aussi aux travaux de l'Agence des énergies renouvelables (AEE), comme dans les démarches visant à sauvegarder les moyens financiers de la Confédération en faveur des énergies renouvelables.

La valorisation de l'énergie géothermique aux portails de tunnels alpins est déjà une réalité pour six tunnels suisses ; elle le deviendra, à plus grande échelle, pour les deux projets de tunnels ferroviaires de base AlpTransit actuellement en construction. Afin de ne pas devoir laisser l'eau chaude de la montagne se refroidir dans des bassins d'évaporation avant de pouvoir la déverser dans un collecteur, diverses possibilités d'utilisation sont examinées dans l'optique d'utiliser cette énergie thermique de manière adéquate pour le chauffage. Pour les deux tunnels de base, on estime à près de 20 MW_{th} la puissance thermique globale utilisable.

Les mesures confirment les estimations

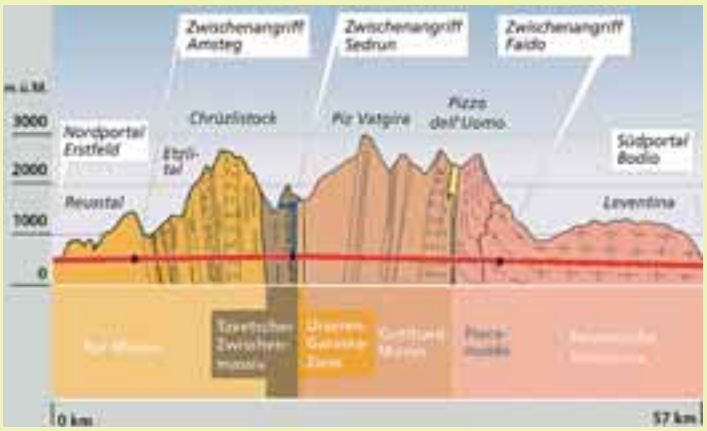
Compte tenu des conditions géologiques présentes et du recouvrement considérable de la montagne au-dessus du nouveau tunnel du Saint-Gothard, on s'attend à y trouver une température de la roche supérieure à 40 °C. L'eau de drainage devrait atteindre les portails avec une température de 30 °C, ce qui rendrait son utilisation intéressante. Heureusement, les premières mesures effectuées au cours de l'avancement du chantier ont confirmé diverses estimations de température. Mais comme les débits d'eau à disposition ne seront connus que lorsque le percement sera terminé, il faudra attendre ce moment-là pour connaître définitivement l'énergie thermique réellement utilisable.

Quant au tunnel de base du Lötschberg, il a déjà été percé sur environ 80 % de sa longueur. Par rapport au tunnel du Saint-Gothard, on s'attend à y trouver des températures inférieures de 10 °C et un débit volumique des eaux de drainage réduit de moitié. Ici, dans le cadre de ce projet, les études pour la valorisation de la chaleur sont bien avancées.

Utilisation de la chaleur possible dès 2004

L'utilisation des eaux de galerie dépendra de la situation des travaux. Pour le Lötschberg, elle sera déjà possible en 2004, mais il faudra attendre 2008 au moins pour le Saint-Gothard. Vu le caractère exemplaire de ces projets, l'OFEN a soutenu de manière ciblée plusieurs études détaillées sur l'apport thermique et sur diverses variantes de valorisation possibles, comme, par exemple, des serres tropicales.

Renseignements complémentaires :
www.geothermal-energy.ch
www.alptransit.ch
www.blsalptransit.ch



Coupe géologique du tunnel de base du Saint-Gothard. (Graphique : AlpTransit)

Cascade à Lavey-les-Bains

Les besoins en énergie ont été couverts grâce à un deuxième forage

La source d'eau chaude de Lavey (VD), sur le Rhône, a été découverte en 1831 déjà. Environ 150 ans plus tard, un forage de 201 m de profondeur a permis l'édification de la station thermale de Lavey-les-Bains, près de Saint-Maurice. Un débit de 400 l/min à 62 °C sortait alors du massif montagneux. En 1998, un deuxième forage d'une longueur de 600 m a été réalisé, avec un résultat étonnant : un débit d'eau supérieur à 1'300 l/min à une température approchant 69 °C parvenait à la surface. Un essai de production a démontré que les deux captages d'eau pouvaient être utilisés simultanément. L'OFEN a soutenu ce projet, car les deux aspects "*Contracting* de chaleur" (par l'État de Vaud) et "Utilisation en cascade des eaux thermales" y jouaient un rôle central.

Utilisation en cascade des eaux thermales

Le deuxième forage a permis de couvrir presque tous les besoins en énergie de chauffage de l'établissement thermal, ainsi que la production d'eau chaude sanitaire et de chaleur pour les bains thermaux (à l'intérieur comme en plein air), le tout sans recourir à une pompe à chaleur. Grâce à quatre unités d'échange de chaleur montées en ligne, l'eau thermale provenant du premier réservoir peut être utilisée à différents niveaux de température, pour divers traitements thérapeutiques. Une chaudière à mazout est prévue pour couvrir les pointes de consommation lors des journées d'hiver particulièrement froides.



Avec ses 60 °C, Lavey-les-Bains fait partie des stations thermales les plus chaudes de Suisse. L'eau thermale couvre également les besoins en énergie thermique de plusieurs bâtiments du centre.

D'autres possibilités d'utilisation à Saint-Maurice

L'écoulement actuel de l'eau thermale dans le Rhône est de l'ordre de 650 l/min à la température de 30–34 °C. L'énergie thermique contenue dans cette eau pourrait être valorisée à des fins de chauffage dans la ville de Saint-Maurice (VS) située à deux kilomètres.

Des économies à Bad Schinznach

En 1996, un nouveau forage géothermique a été réalisé avec succès sur le site de la station thermale de Bad Schinznach SA, en Argovie. Il n'a donc pas été nécessaire de recourir à la Confédération qui s'était portée garante en cas d'insuccès de l'opération. La mise en service de ce forage géothermique pour l'alimentation en eau thermale (exploitation directe) a eu lieu un an plus tard. Depuis lors, l'extraction de la chaleur de l'eau thermale à l'aide d'une pompe à chaleur, pour le chauffage du bâtiment et d'une serre, permet d'économiser annuellement environ 390 t de mazout. L'utilisation de la chaleur de l'eau a pu être optimisée de manière constante grâce aux données fournies par des mesures de contrôle.

Rapport final :
Bad Schinznach : Wärmegewinnung aus Thermalwasser S3 ; St. Flury, SYTEK SA, 2002, n° ENET 220121

La géothermie se présente en Suisse romande

L'*exposition itinérante romande sur la géothermie* a été inaugurée à Lausanne au début d'année 2003. En ce moment, on peut la visiter à Genève. D'ici à fin 2004, elle fera étape dans plusieurs villes de Suisse romande où elle présentera les potentialités de la géothermie et ses applications possibles. Des posters, des modèles, des vidéos et des diapositives donnent à toutes les personnes intéressées (écoles, autorités et divers corps de métiers) un aperçu des installations déjà réalisées et des projets en cours de réalisation. Un CD, conçu spécialement dans le cadre de cette exposition, permet d'approfondir le sujet après la visite.

SSG – le réseau pour la géothermie

Depuis sa fondation en 1990, la Société suisse pour la géothermie (SSG/SVG) informe le public sur la géothermie et ses perspectives d'utilisation en Suisse. Elle adapte à la réalité suisse les dernières tendances en matière de recherche et de développement, en étroite collaboration avec des institutions nationales – comme, par exemple, le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP) – et internationales.

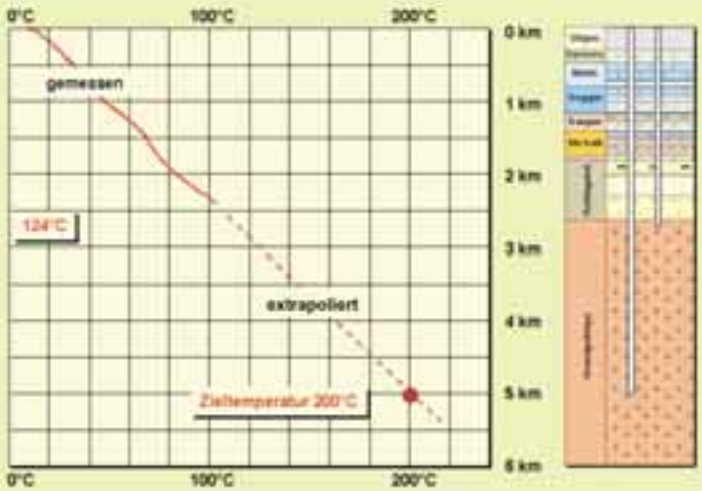
Des bulletins d'information, des publications régulières, des manifestations spécialisées, etc. servent à la diffusion ciblée de connaissances et d'expériences qui ont été rassemblées sur toutes les techniques géothermiques disponibles aujourd'hui.

La page Internet de la SSG offre de nombreux liens vers des exemples d'applications géothermiques réalisées dans le monde entier :
www.geothermal-energy.ch

Les perspectives des profondeurs

Les forages profonds et le procédé *Hot-Fractured-Rock* ouvrent de nouvelles perspectives de production d'énergie en ruban

Un forage de reconnaissance réalisé en 2001 avec le soutien de l'OFEN et d'autres organisations, à Otterbach près de Bâle, a permis de vérifier la faisabilité du procédé *Hot-Fractured-Rock* (anciennement *Hot-Dry-Rock*) et d'étudier de plus près la structure géologique du sous-sol environnant. Le gradient de température a surpris les chercheurs, car il s'est avéré plus élevé que prévu, soit 4,0 °C par 100 m au lieu des 3,8 °C par 100 m qui avaient été calculés. De plus, un gigantesque dépôt de sel a été découvert à 1'600 m de profondeur, ainsi qu'une couche vieille de plus de 250 millions d'années (appelée "Rotliegende") d'une épaisseur inattendue de 800 m. Cette dernière couche a été forée avant d'atteindre le socle cristallin.



Le forage de reconnaissance effectué à Otterbach (Bâle) a révélé un gradient thermique supérieur aux prévisions.

Le socle cristallin utilisé comme échangeur de chaleur

À Otterbach, il a fallu forer le sol jusqu'à 2'755 m de profondeur pour atteindre le socle, pouvoir prélever des échantillons et mesurer les températures. Il faudra aller jusqu'à 5 km de profondeur pour trouver une température d'environ 200 °C qui servira de base à la réalisation d'une centrale géothermique pour la production combinée d'électricité et de chaleur. L'élargissement des fractures présentes à cette profondeur à l'aide d'une pression hydraulique suffisante crée un échangeur thermique artificiel dans lequel de l'eau froide peut être injectée. Cette eau se réchauffe au cours de son passage à travers la roche et peut être ramenée à la surface par d'autres forages. Grâce à des échangeurs thermiques tradi-

Liens Internet

Informations sur les projets suisses *(Deep Heat Mining DHM)*
www.dhm.ch
www.geothermal.ch
www.geothermal-energy.ch

Le projet de l'Union européenne à Soultz-sous-Forêts (France)
www.soultz.net

Projet de forage profond à Bad Urach (Allemagne)
www.geothermie.de/bad_urach2.htm

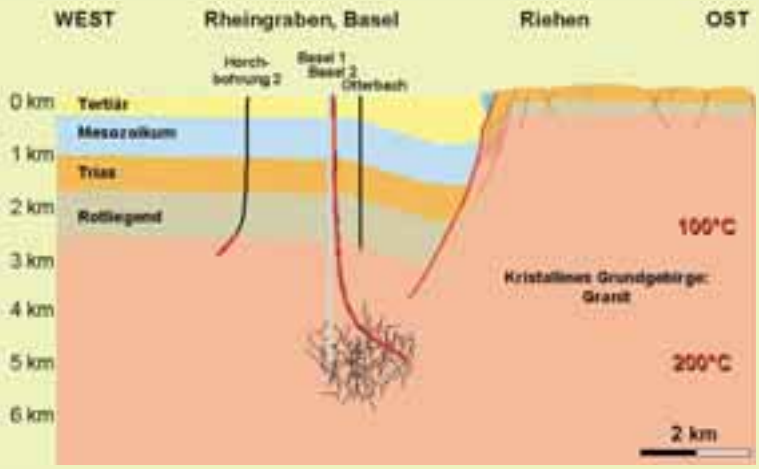
Installation pilote européenne pour la recherche

Le projet européen de recherche *Hot-Dry-Rock* réalisé à Soultz-sous-Forêts, au nord de Strasbourg, entre 1987 et 1997, a démontré, avec deux forages d'environ 3'700 m de profondeur, que cette technologie est applicable. Dans l'intervalle (1998-2001), un autre forage effectué dans le substrat cristallin a permis d'atteindre une température dépassant 200 °C à 5'000 m de profondeur. Un système de production à trois trous est en cours de réalisation (2001-2004). Dans la zone de fissuration, ces trois forages seront à environ 600 m l'un de l'autre afin de pouvoir exploiter une zone d'échange de chaleur la plus vaste possible. La circulation à long terme et l'efficacité du système de production d'électricité (6 $MW_{el.}$) y sont également étudiées.



Le projet de recherche HDR à Soultz-sous-Forêts.





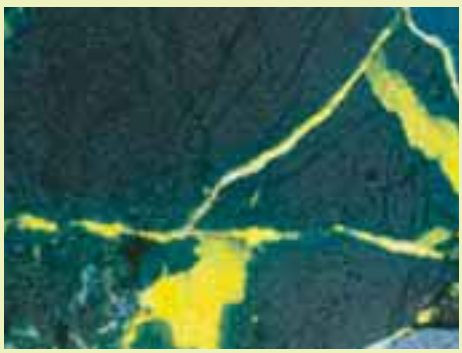
Le raccordement prévu pour la centrale géothermique de Bâle.

tionnels, une partie de cette énergie sera transmise au réseau de chauffage à distance de Bâle, tandis qu'une turbine en transformera une autre partie en électricité.

Une station de mesure pour observations géophysiques et sismiques

Entre-temps, le trou de forage a été tubé sur toute sa longueur pour en conserver l'accès jusqu'au fond. Cette opération a permis d'y installer un câble de mesure permanent équipé d'une série de différents géophones qui devraient identifier acoustiquement le réservoir fissuré que l'on souhaite créer et permettre des observations sismiques à une profondeur jamais atteinte auparavant.

Les préparatifs techniques pour l'exécution d'un premier forage jusqu'à la profondeur de production prévue à environ 5'000 m sont terminés. Les 300 derniers mètres de ce forage ne seront pas tubés afin de permettre les premiers essais d'injection et de pompage profonds. Ces derniers feront suite aux premières mesures nécessaires pour enregistrer les conditions du milieu non modifié. Ce forage profond sera creusé sur le site d'un atelier-dépôt des Services industriels de la Ville de Bâle (IWB), situé à Kleinhüningen. C'est là que devrait être construite l'installation qui devrait alimenter en fin de compte les réseaux respectifs en électricité et en chaleur.



Microscopie à fluorescence sur coupes minces de carottes de granit pour l'analyse des propriétés de fissuration de la roche cristalline.
(Illustrations : Geothermal Explorers Ltd)

Genève : conditions propices au prochain projet

Différents sites potentiels en Suisse ont été examinés pour l'implantation d'autres projets *Hot-Fractured-Rock*. Sur la base de considérations géologiques et en tenant compte des possibilités de raccordement à un réseau de distribution de chaleur, Genève s'est avérée être, avec Bâle, dans une position avantageuse. En 2005, des forages d'exploration ou d'écoute seront réalisés dans les environs de la presqu'île d'Aïre, sur le Rhône.

Rapport final des études de base :
Deep Heat Mining : Investigations relatives à l'implantation d'une centrale DHM à Genève, J. Wilhelm, 2002, n° ENET 220267

L'énergie du sous-sol

Le défi posé à la technique moderne du bâtiment est le suivant : fournir au bon moment chaleur et froid. Le sol constitue un réservoir saisonnier qui permet d'atteindre ce but de manière optimale. Le colloque du LFEM/EMPA, qui a eu lieu le 6 mai 2003 à Dübendorf, a réuni des experts qui se sont exprimés sur le sujet. Dans un premier temps ont été présentées les bases générales de l'utilisation de l'énergie géothermique et les conditions-cadres légales pour les utilisateurs. La seconde partie a été consacrée à l'emploi des sondes géothermiques, des pieux énergétiques et des puits canadiens, en tant que sources potentielles d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments. Les éléments de construction thermoactifs (TABS) sont, certes, utilisés depuis quelque temps déjà ; ils offrent cependant des perspectives bien plus prometteuses lorsqu'ils sont combinés avec des stocks de terre et des enveloppes de bâtiment à isolation poussée.

www.empa-ren.ch

La production d'énergie géothermique : vision ou réalité ?

Au cours d'une journée d'information du groupement Géothermie de la Société suisse pour les techniques de l'énergie (ETG) d'Électrosuisse, qui a eu lieu le 19 mars 2003, divers experts ont pu illustrer des technologies novatrices dans le domaine de la production de chaleur et d'électricité. Ladislaus Rybach, de Geowatt SA, Thomas Kohl, de l'Institut de géophysique de l'EPF de Zurich, Markus Häring, de Geothermal Explorers Ltd, Raphael Speck et Bernd Klöckl, tous deux également de l'EPFZ, ont présenté la gamme actuelle et future des applications géothermiques.

www.electrosuisse.ch/etg

Chut ! Pompe à chaleur !

Vers des pompes à chaleur air/eau encore plus silencieuses

Thomas Kopp
Chef du programme Chaleur ambiante (R+D) de l'OFEN
c/o HES de Rapperswil
CH-8640 Rapperswil

Max Ehrbar
Chef du programme Chaleur ambiante (P+D) de l'OFEN
c/o HES Interstaatliche Hochschule für Technik (NTB) de Buchs (SG)
CH-9470 Buchs

Fabrice Rognon
Responsable du domaine Chaleur ambiante à l'OFEN

Plus de la moitié des nouvelles installations de pompes à chaleur d'une puissance thermique inférieure à 25 kW utilisent l'air ambiant comme source de chaleur. En particulier dans les régions à forte densité de population, les émissions sonores des pompes à chaleur air/eau ont déjà à plusieurs reprises fait l'objet de plaintes. Dans le cadre d'un projet de recherche soutenu par l'OFEN, les sources de bruit de ces installations ont été analysées. Il en est résulté un manuel réunissant un nombre important de recommandations concrètes à l'intention des fabricants et des concepteurs-projeteurs, qui leur permettent dorénavant d'offrir à leur clientèle des installations de pompes à chaleur air/eau peu bruyantes.

Notions d'acoustique

Pour comprendre les possibilités de réduction du bruit émis par les installations de pompes à chaleur, il faut se souvenir de certaines notions théoriques de base de l'acoustique. Le calcul de la propagation du bruit et du niveau sonore d'évaluation en plein air permet aussi d'établir un pronostic quant à l'efficacité de mesures – qu'elles soient isolées ou combinées – destinées à réduire les émissions sonores. Le manuel rappelle également les recommandations essentielles indispensables à la mesure correcte d'émissions sonores. L'auteur a, en outre, comblé certaines lacunes théoriques en procédant lui-même à des mesures complémentaires.

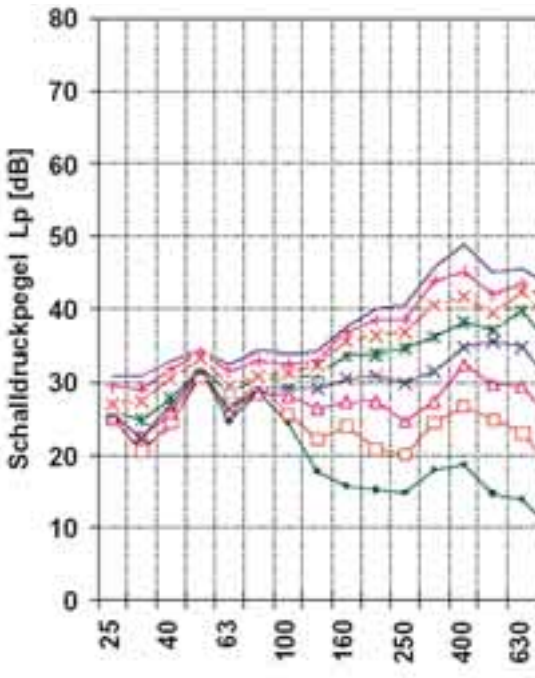
Il s'est alors avéré qu'environ 90 % des émissions sonores sont causées par les ventilateurs faisant circuler l'air extérieur. On a donc élaboré un certain nombre de mesures susceptibles de réduire ce bruit.



Laboratoire d'acoustique : mesures de bruit aux ouvertures d'entrée et de sortie du conduit d'air, avec grille de protection optimisée en fonction du flux d'air.

Le ventilateur, objet de toutes les investigations

Une sélection judicieuse du ventilateur permet de planter des jalons importants dès l'étude du projet. Le respect des points suivants est primordial :



Mesure du bruit du flux d'air : spectres de pression acoustique à la distance d'un mètre, en fonction de la vitesse d'écoulement.

Rapport final :
Lärmreduktion bei Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen – Grundlagen und Massnahmen ; Hans Rudolf Graf, OFEN, 2002,
n° ENET 220193
Pour télécharger :
www.waermepumpe.ch/fe
(rubrique Rapports)

- le ventilateur aura une vitesse périphérique aussi basse que possible ;
- les pales devraient être de forme spéciale garantissant un faible niveau sonore, mais ce type ne se trouve malheureusement pas encore sur le marché ;
- la répartition des pales autour de la circonférence sera irrégulière.

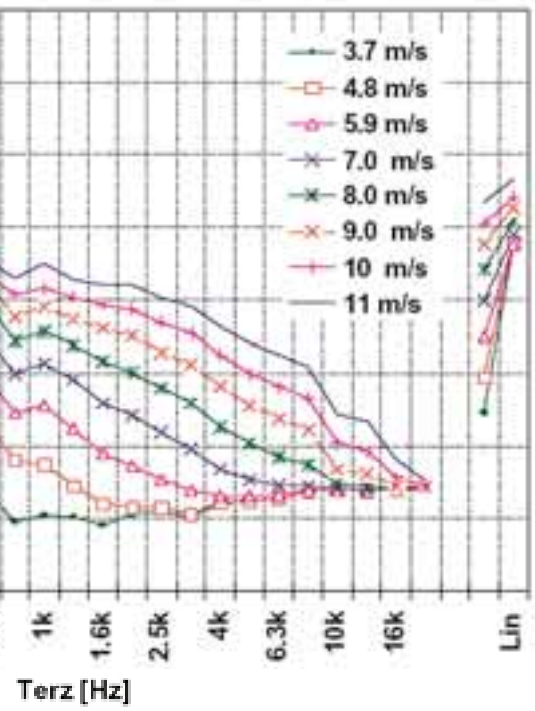
L'optimisation se poursuit en dirigeant judicieusement le flux d'air à proximité du ventilateur (entrée, coudes du conduit, etc.). Il faudra veiller à avoir une faible perte de charge dans les conduits d'air, notamment grâce à une vitesse de l'air d'au plus 4 m/s.

En outre, les sections d'entrée et de sortie des conduits seront d'au moins 1,4 fois la section de la partie rectiligne du conduit et la grille de protection sera choisie en fonction du flux d'air.

Si un son isolé particulièrement gênant, causé, par exemple, par un ventilateur, est décelé parmi les bruits émis, il est recommandé d'insérer des silencieux à résonance. En outre, les conduits d'air devraient être insonorisés par des matériaux d'isolation acoustique d'une épaisseur d'au moins 50 mm.



Schéma de principe de l'installation de mesure des émissions de bruit vers l'extérieur par les installations de pompes à chaleur air/eau. (source : rapport final)



Le compresseur du fluide de travail s'entend aussi

Le compresseur du fluide de travail représente la seconde source de bruit, par ordre d'importance, d'une installation. Voici les mesures propres à réduire ce bruit :

- une isolation acoustique placée sur la face intérieure du boîtier;
- une atténuation optimale simple ou double des sons solidiens.

Même les conduites de fluide frigorigène peuvent constituer des sources de bruit considérables, ce qui nécessite également une isolation adéquate à ce niveau. Les recommandations proposées dans le rapport final sont illustrées par de nombreux diagrammes, esquisses et résultats de mesures.

Auteur : Martin Zogg

Un nouveau chef de programme pour les projets P+D

Max Ehrbar, professeur de thermodynamique à la HES Interstaatliche Hochschule für Technik (NTB) de Buchs (SG), est le nouveau responsable du programme de l'OFEN "Projets pilotes et de démonstration dans les domaines de la chaleur ambiante, du couplage chaleur-force et de la production de froid". Il est également directeur de l'Institut des techniques de mesure, d'essai et de simulation (IMPS) de la NTB. Cet institut, fondé en 1998, compte actuellement sept laboratoires, dont celui de thermodynamique et de technique du froid (fondé en 1972), qui se consacre essentiellement aux pompes à chaleur, aux machines frigorifiques et à leurs composants.



Max Ehrbar

Le Laboratoire de thermodynamique et de technique du froid réalise, en collaboration avec l'industrie et les pouvoirs publics, des travaux de recherche et de développement, théoriques et expérimentaux. Il exerce en outre une fonction de conseil, effectue des calculs de thermique et de dynamique des fluides et propose diverses documentations aux personnes intéressées. À partir du 1er octobre 2003, la NTB prendra en charge l'homologation suisse des pompes à chaleur destinées au commerce, une tâche qui jusqu'ici incombait au Centre d'essai de Töss.

Renseignements sur l'Institut des techniques de mesure, d'essai et de simulation (IMPS) de la NTB :
www.ntb.ch (rubrique Technologietransfer, Institute).

Adresse :
Max Ehrbar, prof., Dr. ing.-méc. EPFZ
NTB Interstaatliche Hochschule für Technik
Werdenbergstrasse 4
CH-9471 Buchs
ehrbar@ntb.ch

Rechercher des standards combinés

Une équipe internationale travaille à de nouvelles méthodes d'essai destinées aux pompes à chaleur à usage multiple

Thomas Afjei
Carsten Wemhöner
Chef de projet
HES des Deux Bâle (FHBB)
Institut d'énergétique (IfE)
CH-4132 Muttenz

Thomas Kopp
Chef du programme Chaleur ambiante (R+D) de l'OFEN
c/o HES de Rapperswil
CH-8640 Rapperswil

Fabrice Rognon
Responsable du domaine Chaleur ambiante à l'OFEN

La collaboration dans le cadre du programme "Technologies des pompes à chaleur" de l'AIE (Agence internationale de l'énergie) a atteint un nouveau sommet. L'OFEN a confié la direction d'un nouveau projet (Tâche 28) à l'Institut d'énergétique (IfE) de la HES des Deux Bâle (FHBB), à Muttenz. Les travaux ont pour but la mise au point de nouvelles méthodes d'essai et de calcul de la puissance pour les installations de pompes à chaleur (PAC) destinées à la fois au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire. Des représentants de dix pays participent à ce projet de recherche qui s'échelonnera sur deux ans, à compter de son lancement en mars 2003 par une première rencontre qui a eu lieu à Muttenz.

Ce projet trouve son origine dans le fait que la quote-part des besoins en chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire est en augmentation constante, comparée à celle destinée au chauffage. Les installations combinées de PAC n'en prennent que plus d'importance. Leur efficacité globale constitue un facteur important, alors que les procédés de test actuels se limitent à considérer individuellement les deux aspects en jeu. Ce nouveau projet AIE élargira maintenant l'étude à des systèmes combinés, en les différenciant selon les procédés de production d'eau chaude sanitaire utilisés.

Durant la première étape, les différents systèmes combinés seront analysés en vue d'identifier les paramètres déterminants. Une autre étape sera le développement d'un procédé de test, en se basant sur les méthodes déjà connues. Finalement, il y aura lieu d'élaborer des bases de calcul du coefficient de performance (COP) global annuel moyen.

À l'occasion de la première rencontre des chercheurs internationaux, les différents instituts ont présenté leurs projets en cours et leurs compétences clés ; ce qui a permis, dans le cadre de la collaboration, de jeter les bases d'une répartition possible des tâches. Cette mise au point a clairement montré que chaque pays devait prendre en compte des conditions-cadres spécifiques, découlant notamment des conditions climatiques et de l'économie de l'énergie. Au Japon, par exemple, les besoins en climatisation estivale sont très marqués et, compte tenu du prix de l'électricité nettement plus avantageux la nuit, les réservoirs à eau sont très répandus dans ces installations. En Angleterre, en revanche, le tarissement des puits de pétrole de la Mer du Nord laisse entrevoir un intérêt plus poussé pour la technique des PAC, en particulier pour les installations posées à l'occasion de rénovations.



Première rencontre à Muttenz du groupe international de chercheurs collaborant au nouveau projet du programme "Technologies des pompes à chaleur" de l'AIE.

Pas à pas vers le marché

Un prix pour le générateur mobile *PowerPac* présenté à Hanovre aux experts internationaux

Felix Büchi
Chef du projet *PowerPac*
Institut Paul Scherrer (PSI)
CH-5232 Villigen

Martin Ruge
Centre de développement des produits à l'EPF de Zurich,
ETH-Zentrum
CH-8092 Zurich

Alphons Hintermann
Responsable du domaine Piles à combustible à l'OFEN



Felix Büchi, chef du projet PowerPac *au PSI, présente ce développement suisse du domaine des piles à combustible à la Foire de Hanovre 2003.*

PowerPac avait déjà été désigné comme candidat au *Prix Reach de l'environnement 2002.* Depuis lors, le projet commun de l'EPF de Zurich (Centre de développement des produits et Institut des techniques de mesure et de réglage) et du Laboratoire d'électrochimie du PSI a été récompensé par le *Swiss Technology Award 2003.* Ce nouveau concept d'appareil portable de production d'électricité, indépendant du réseau, est basé sur un système de piles à combustible à basse température (PEFC) fonctionnant à l'hydrogène.



Lancé comme un projet commun de l'EPFZ et du PSI, PowerPac *a, dès le départ, été développé avec des partenaires industriels.*

Réduction du poids et des coûts grâce à des innovations technologiques

L'objectif des travaux de développement, soutenus par l'OFEN, était de simplifier le *stack* et de grouper en un seul système les différents composants périphériques, comme le dispositif de refroidissement, celui d'humidification, le retour de l'hydrogène, l'électronique et le régulateur, de manière à atteindre un rendement global de 40 % avec, simultanément, un poids réduit et des coûts de fabrication moindres.

L'une des deux innovations techniques en passe d'être brevetées est l'intégration directe dans le *stack* de l'humidification de l'air entrant, indispensable à une réaction électrochimique optimale. Le dispositif accessoire utilisé jusqu'à présent devient obsolète. Le nouveau concept de joint d'étanchéité – une feuille de graphite entre les demi-plaques bipolaires – facilite la fabrication. Et c'est du même matériau que seront désormais constitués les éléments du raccordement électrique.

Toute une gamme à l'étude

Dans un premier temps, le générateur *PowerPac* a été développé comme prototype de 1 kW ; une prochaine étape consistera à compléter la gamme avec des puissances allant de 0,5 à 2 kW. Son format pratique – la taille d'une valise et un poids de 25 kg – rendra possibles des applications mobiles. Sa présentation au stand collectif du *Swiss Technology Award* à la Foire de Hanovre 2003 a permis à l'équipe de chercheurs de nouer des contacts avec un public international.



Le prototype du PowerPac *est doté d'une puissance de 1 kW. Le* stack *de la pile à combustible est visible en haut à gauche, dans l'appareil ouvert.*

www.powerpac.ch
www.swisstechnology-award.ch

Ensemble pour le *SwissMotor*

Une nouvelle génération de moteurs à gaz est mise au point grâce au savoir-faire suisse en matière de recherche et de développement

Karsten Lorenz
Chef de projet
Menag Energie SA
CH-4435 Niederdorf

Konstantinos Boulouchos
Laboratoire des moteurs à combustion interne et des techniques de combustion (LVV)
ETH-Zentrum
CH-8092 Zurich

Alphons Hintermann
Responsable du domaine Combustion à l'OFEN

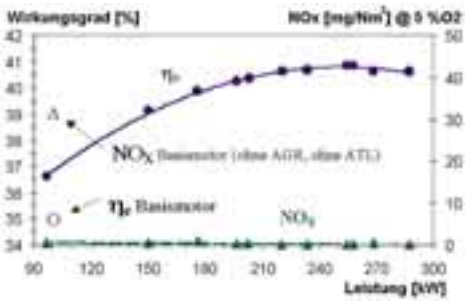
L'augmentation du rendement des moteurs à gaz était l'un des principaux objectifs que s'étaient fixés en 1995, lors de leur première réunion commune, les experts suisses de la construction des moteurs et de la technique de combustion, appartenant aussi bien à la recherche qu'à l'industrie. Ce fut le point de départ d'un projet soutenu par l'OFEN et le FOGA (Fonds de recherche et de développement de l'industrie gazière) qui a conduit à la réalisation du *SwissMotor,* et ce grâce à des combinaisons technologiques d'un nouveau genre. Qu'est-ce qui rend ce moteur particulièrement intéressant ? Ce sont un rendement mécanique, qui peut atteindre 41 %, et des valeurs extrêmement basses des émissions de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote.

Obstacles surmontés grâce à de nouvelles idées

La plupart des moteurs stationnaires à gaz sont conçus pour fonctionner avec un mélange pauvre. Grâce à un excès d'air élevé, la production de polluants est réduite dès la combustion, ce qui permet de respecter les normes habituelles relatives aux gaz d'échappement. En revanche, face à des normes plus sévères, comme celles en vigueur dans l'agglomération zurichoise, de nouveaux développements s'avèrent nécessaires, ainsi que le confirme *a posteriori* le *SwissMotor.*

Karsten Lorenz de Menag Energie SA, à Niederdorf, décrit les principales étapes de son développement : "Ce projet commun a inspiré tous les participants dès le début. Une combinaison de technologies connues et d'idées nouvelles a conduit à un nouveau concept couronné de succès. Cette percée est certainement due à la fusion optimale entre la technologie du moteur *lambda-1* et celle du moteur fonctionnant en mélange pauvre, le tout combiné avec le recyclage des gaz d'échappement refroidis et un concept intégré de régulation."

C'est le Laboratoire des moteurs à combustion interne et des techniques de combustion (LVV) de l'EPF de Zurich qui a procédé à ces développements novateurs. Des mesures au banc d'essai dynamique du LFEM/EMPA ont confirmé que les valeurs visées ont été atteintes. Une stratégie spé-



Rendement effectif et émissions de NO_x en fonction de la puissance du moteur. Les deux points isolés marqués "Basismotor" indiquent les performance mesurées de moteur de base à sa puissance nominale.
(Source: EPFZ)



Caractéristiques techniques des *SwissMotors*	
Type de moteur	Liebherr G 926
Nombre et disposition des cylindres	6 en ligne
Cylindrée totale	9,96 litres
Alésage / course	122 / 142 mm
Vitesse nominale	1500 tours/min
Puissance mécanique nominale	200 kW

ciale de réglage a été développée, dans le cadre d'un sous-projet, en collaboration avec l'Institut des techniques de mesure et de réglage (IMRT) de l'EPF de Zurich. Elle sert à adapter automatiquement le fonctionnement du moteur et le traitement des gaz d'échappement aux variations de la charge du moteur et de la composition du gaz naturel. La société Menag, qui fabrique depuis des années des installations combinées chaleur-force (CCF) modulaires, et la firme Liebherr Machines SA, à Bulle, en sa qualité de constructeur créatif de moteurs, ont ensuite mis en œuvre la technologie à une échelle industrielle.

Les résultats de mesures ouvrent la voie à l'application du concept novateur

Menag a alors utilisé ces bases pour réaliser une installation CCF modulaire compacte. Le prototype a fonctionné et a été optimisé pendant un an, soit sur plus de 4'800 heures au banc d'essai de l'entreprise à Balsthal. À part la régulation brevetée du procédé de combustion et du recyclage des gaz d'échappement, il a fallu développer des bougies spéciales, adaptées aux hautes températures rencontrées, et modifier le carburateur. L'abaissement de la température de l'air aspiré à l'aide d'un deuxième échangeur a permis d'augmenter la quantité de chaleur utilisée.



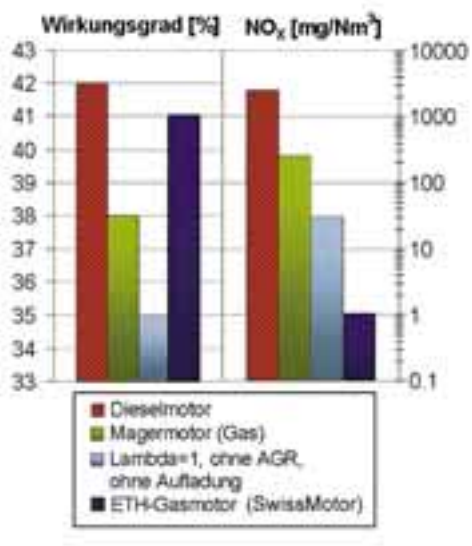


Depuis juillet 2002, un SwissMotor est en service à Münchenstein (BL), où il est raccordé à un réseau de chauffage. De g. à d. : le catalyseur à 3 voies, le dispositif de refroidissement de l'air aspiré, le moteur à gaz à 6 cylindres, d'une puissance électrique de 19 kW, et le recyclage des gaz d'échappement, avec sa régulation.

La comparaison du *SwissMotor* avec d'autres moteurs à gaz, ou avec un moteur diesel du même type, confirme son haut rendement et les émissions minimes de NO_x qu'il produit. Les mesures ont été faites à Liestal, où une installation fonctionne toute l'année, même en été, car le besoin en chaleur y est constant. Les valeurs moyennes observées étaient de 25 mg/Nm^3 pour le CO et de 8 mg/Nm^3 pour les NO_x, pour un taux de 5 % d'oxygène résiduel. Pour ce qui concerne les NO_x, ces valeurs sont nettement inférieures à celles des turbines à gaz modernes, tandis que celles relatives au CO sont tout aussi basses que pour ces turbines. Des essais complémentaires ont montré que ce nouveau développement convient également à l'utilisation de biogaz. Ici, il faut surveiller la purification du gaz afin d'éviter, par exemple, que les silicones contenus dans le biogaz des stations d'épuration ne puissent causer un phénomène d'abrasion dans le moteur.

Développer le produit pour le marché international

Les trois premiers *SwissMotors* ont été installés entre octobre 2001 et juillet 2002 dans des installations CCF modulaires situées dans le Nord-ouest de la Suisse. Jusqu'à présent, ils ont fonctionné respectivement pendant 7'000, 11'000 et 6'000 heures. Quatre autres groupes ont été montés dans l'intervalle en Allemagne où ils sont en service depuis quelques mois.



Comparaison du rendement et des émissions d'oxydes d'azote entre SwissMotor, *d'autres moteurs à gaz et un moteur diesel EURO-3.*

Cette technologie est actuellement transposée à d'autres types de moteurs. Cela concerne en particulier un groupe à 8 cylindres en V (Liebherr, type 9408), d'une puissance de 330 kW, ainsi qu'un moteur Liebherr de 125 kW à 4 cylindres. Le plus gros modèle du *SwissMotor* a été présenté à un public international à la foire industrielle de Hanovre en 2003. Karsten Lorenz précise : "Au départ, il y avait les idées novatrices des experts suisses ; depuis lors, nous avons créé, avec nos partenaires, un programme de moteurs à gaz pour une production d'électricité et de chaleur à faible impact sur l'environnement. Il s'agit maintenant d'en faire un produit adapté au marché. Afin que le succès puisse être durable, cette phase se basera sur notre réseau éprouvé de *marketing* et d'entretien."

Le SwissMotor *dans sa version à 8 cylindres au stand Menag à la foire industrielle de Hanovre en 2003.*

Bientôt la production en série

Il a fallu aller jusqu'en Chine pour trouver des partenaires industriels prêts à fabriquer un cyclomoteur électrique

Pierre Eberli
Chef de projet
Sytrel
CH-2013 Colombier

Martin Pulfer
Responsable du
domaine Transports
à l'OFEN

Au début des années 90, l'époque des premières batteries au plomb sans entretien, l'Office fédéral de l'énergie a soutenu le développement du Scoot92, un cyclomoteur équipé de ces nouvelles batteries, ainsi que d'un dispositif de freinage à récupération d'énergie.

Inspiré par les prédécesseurs et les développements récents

Pierre Eberli, constructeur et directeur de la société Sytrel à Colombier (NE), se souvient : "Mon projet présenté à Berne à l'époque alliait différentes expériences et inspirations avec ma passion pour le mini-scooter électrique Solo Electra, créé dans les années 70."

En huit ans, les prototypes de cycles Scoot92 ont parcouru environ 20'000 km sans entretien aucun. Les données enregistrées ont permis de réaliser une optimisation, puis ont servi de base à la mise au point d'un cyclomoteur commercialisé. Celui-ci devait présenter un rapport prix/performance concurrentiel, grâce à la sélection de composants aussi avantageux que possible et à un procédé de production rentable.

Développement du Mobilec

L'OFEN s'est une nouvelle fois impliqué dans le développement technique du nouveau cyclomoteur, baptisé Mobilec. Les recherches, en Suisse, en Italie et en France, pour trouver un fabricant intéressé par la production d'une petite série, sont cependant restées vaines.

David Richter, le partenaire commercial de Pierre Eberli, ajoute : "Mes relations avec les pays asiatiques m'ont conduit jusqu'en Chine où il a finalement été possible de fonder une organisation – la Sytrel International Inc. –, chargée de réaliser la production de quinze cycles Mobilec, en collaboration avec des partenaires chinois prêts à endosser une partie des responsabilités financières et de gestion."



Mobilec – le développement d'un cyclomoteur électrique de rapport prix/performance optimum. (Photo : Sytrel)

À la recherche d'investisseurs pour l'introduction sur le marché

Le respect des standards de qualité et des délais est assuré par un encadrement personnel et la création de gabarits et d'outils spécifiques à la fabrication des Mobilec. La petite série est entre temps arrivée en Suisse, restant, d'une part, à la disposition de la Haute École spécialisée de Bienne pour des mesures de la consommation d'énergie du moteur intégré au moyeu, spécialement conçu par cette dernière. D'autre part, ces cycles à moteur électrique servent également d'objets de démonstration en vue de trouver des investisseurs pour lancer, en association avec les partenaires chinois, la production en série d'un Mobilec bon marché.

Rapport final du développement du Scoot92 :
Cyclomoteur électrique, P. Eberli, 1993,
n° ENET 193526.

Optimiser au lieu de perdre

Les entraînements électriques des usines d'incinération des ordures ménagères peuvent être considérablement améliorés

Gilbert Schnyder
Daniel Hänny
Schnyder Ingénieurs SA
CH-6331 Hünenberg

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

Felix Frey
Responsable du domaine Électricité à l'OFEN

Les entraînements électriques accaparent environ 40 % de l'électricité auto-produite sur place. Différentes mesures peuvent être prises avec, à la clé, une meilleure efficacité énergétique et des économies considérables. Il faut donc s'attaquer à l'optimisation des systèmes d'entraînement, avec leurs organes de commande et de réglage. C'est l'objectif du projet d'amélioration de l'efficacité énergétique dans les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) récemment lancé.

C'est l'UIOM de Turgi (AG), où sont traitées chaque année plus de 30'000 t de déchets d'une région de 200'000 habitants environ, qui a servi de base à l'analyse de la situation actuelle et à l'élaboration d'un train de mesures appropriées. La vapeur produite par la chaleur de combustion sert à la production d'électricité au moyen de turbines. L'installation alimente en outre en chaleur le réseau local de chauffage à distance. La production totale d'énergie en 2001 a permis d'injecter dans le réseau de distribution de chaleur à distance environ 35 GWh_{th}, tandis que 85 GWh_{el} environ étaient injectés dans le réseau électrique. La consommation propre d'énergie électrique a, quant à elle, atteint 17 GWh environ. Les principaux consommateurs d'électricité sont les entraînements, d'une puissance de 50 à 500 kW, pour le broyage des déchets, l'alimentation du four, la combustion et la production de vapeur.

En supposant que l'optimisation de l'exploitation permette d'économiser 10 % de l'électricité consommée, on obtient pour l'usine d'incinération des ordures ménagères de Turgi une valeur de 1,7 GWh. Actuellement, les éléments repérés dans l'installation font l'objet d'une analyse détaillée, qui sera suivie de l'élaboration de recommandations appropriées.

Bien que les installations implantées en Suisse ne répondent pas toutes au même standard technique, on peut partir de l'hypothèse que les connaissances acquises seront applicables à d'autres UIOM également. 60 GWh d'énergie électrique, soit la consommation moyenne annuelle de 15'000 ménages, pourraient ainsi être économisés au niveau national.

Rapport annuel :
Projekt Elektrizitätseffizienz in Kehrichtverwertungsanlagen,
D. Hänny, G. Schnyder, 2002, n° ENET 230027

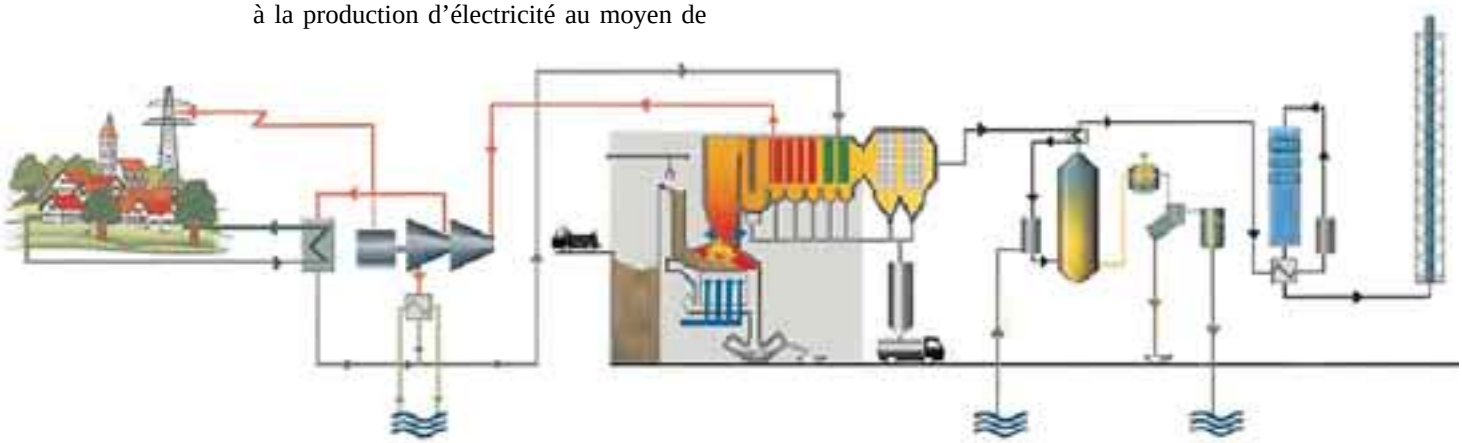


Schéma de principe de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Turgi : les entraînements utilisés au cours des différentes étapes du traitement des déchets sont responsables de la plus grande partie de la consommation propre d'électricité.

Amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie

Les exploitations industrielles focalisent également leurs efforts sur l'optimisation des entraînements électriques afin d'obtenir une meilleure efficacité :

Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb, I. Wyrsch, M. Dolder, Wyrsch Technologies, 2002, rapport annuel, n° ENET 230014

Energieeinsparungen am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG, R. Tanner, Semafor SA, 2002, rapport annuel, n° ENET 230028

La fusion sur la ligne de départ

La construction d'un réacteur expérimental marquera le début de la phase pilote de la fusion thermonucléaire contrôlée

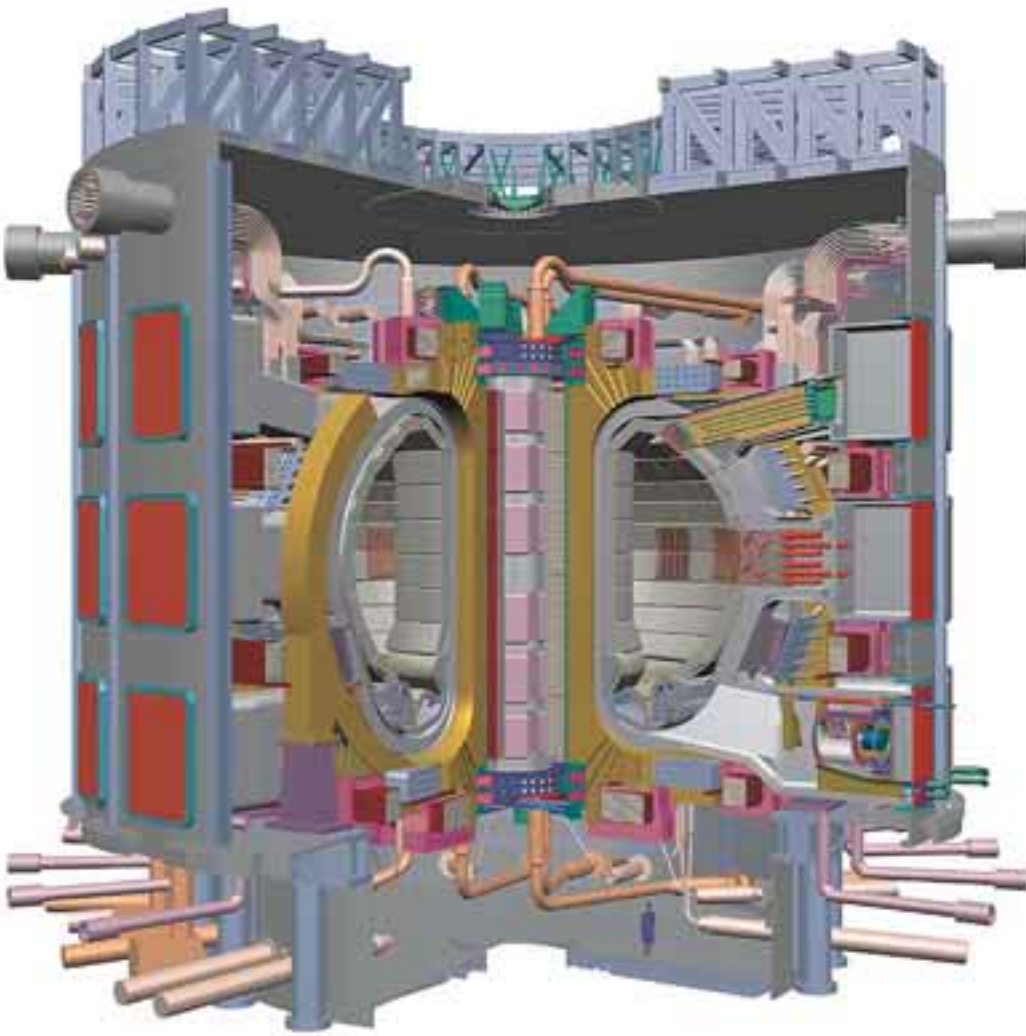
Jean-François Conscience
Chef du programme Fusion nucléaire de l'OFEN
c/o OFES
CH-3003 Berne

Christophe de Reyff
Responsable du domaine Énergie nucléaire à l'OFEN

Ces dernières années, la recherche en matière de fusion thermonucléaire a planté des jalons importants et a conduit à des percées technologiques majeures. Il s'agit maintenant de construire un réacteur de grandes dimensions : ITER (**I**nternational **T**hermonuclear **E**xperimental **R**eactor), qui devrait produire, pour la première fois, dix fois plus d'énergie qu'il n'en absorbera. C'est un projet conjoint du Canada, de la Chine, du Japon, de la Russie, des États-Unis et de l'Union européenne, avec la Suisse comme associé. Les sites en compétition pour accueillir la future installation se trouvent dans l'UE (Cadarache, en France et Vandellòs, en Espagne), au Canada (Clarington) et au Japon (Rokkasho-mura). La décision sera prise d'ici la fin de 2004, les travaux de construction débutant en 2005 ou 2006. Tout est prêt : grâce aux recherches de ces dernières années, les concepts sont mûrs et les technologies nécessaires ont été développées.

Une contribution substantielle a été apportée par le Centre de recherche en Physique des plasmas (CRPP) de l'EPF de Lausanne, avec sa grande installation TCV (**T**okamak à **C**onfiguration **V**ariable), à Lausanne, et ses deux groupes situés à l'Institut Paul Scherrer (PSI), à Villigen, qui étudient respectivement les supraconducteurs et les matériaux. L'expérience du Département de Physique de l'Université de Bâle a aussi été cruciale dans le domaine de la spectroscopie photoélectronique, une technique qui est principalement utilisée pour l'étude des modifications induites par le plasma à la surface de la paroi interne du réacteur à fusion.

Les bases nécessaires à la construction d'une installation expérimentale sont donc



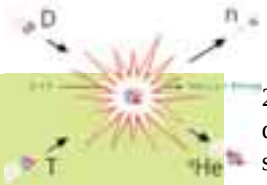
ITER, le réacteur thermonucléaire international expérimental, sera une installation souple dans son utilisation, avec laquelle on étudiera la fusion en conditions réelles.

Liens Internet

Office fédéral de l'éducation et de la science : renseignements sur la recherche en matière de fusion nucléaire
www.bbw.admin.ch

Aperçu d'ITER, le réacteur à fusion en projet
www.iter.org

Recherche en matière de fusion en Suisse :
Centre de recherche en Physique des plasmas de l'EPFL
http://crppwww.epfl.ch
Université de Bâle
www.unibas.ch/phys-esca



Une étoile ramenée sur Terre

Le Soleil, comme toute étoile, produit de l'énergie selon le principe de la fusion des noyaux d'éléments légers. Pour qu'une telle fusion puisse se produire, il faut des températures extrêmement élevées. Sur la Terre, on réalise la fusion du deutérium et du tritium – deux isotopes lourds de l'hydrogène – à l'aide d'un plasma confiné par un champ magnétique intense. La technologie nécessaire a été mise au point pas à pas au cours des 50 dernières années.

là ; mais les aspects relevant de la sécurité ont été étudiés en détail. Dans les conditions contrôlées d'un réacteur, la fusion nucléaire ne repose pas sur une réaction en chaîne ; de ce fait, on estime que ni l'homme ni l'environnement ne seront exposés à de grands dangers, quand bien même le réacteur contient une quantité importante de tritium, un isotope de l'hydrogène qui, avec le deutérium, constitue le combustible proprement dit. Au contraire des réacteurs à fission nucléaire, les réacteurs à fusion ne produisent aucune substance radioactive ou toxique. Cependant, des substances radioactives prennent naissance, sous l'effet de l'irradiation par les neutrons créés par les réactions de fusion, dans les parois intérieures du réacteur. Elles ont heureusement toutes des demi-vies brèves et ne posent aucun problème d'entreposage à long terme. Le fait qu'aussi bien le deutérium que le lithium – employé pour produire le tritium par irradiation neutronique dans le réacteur lui-même – se trouvent en abondance dans la nature, facilitera l'approvisionnement des installations et agira favorablement sur leur rentabilité.

Calendrier de la construction d'une centrale basée sur la fusion

Après de longues années de travaux en laboratoire, la fusion doit maintenant être testée en conditions réelles. ITER sera une installation aux possibilités flexibles d'utilisation qui devrait être exploitée pendant 10 à 20 ans, après une période de construction de 10 ans. Le calendrier envisage la mise en service d'une première centrale commerciale vers le milieu du 21e siècle.

La fusion thermonucléaire contrôlée paraît être une option intéressante à long terme pour la production d'électricité. Il y a déjà 50 ans que l'UE, par le biais d'EURATOM, encourage la recherche sur la fusion. Outre la réalisation du nouveau réacteur à fusion, le 6e Programme-cadre (PC) EURATOM de recherche et de formation dans le domaine de l'énergie nucléaire (2002–2006) de l'UE prévoit la poursuite du projet européen JET (**J**oint **E**uropean **T**orus), ainsi que l'étude des matériaux et de concepts nouveaux pour les champs magnétiques. Le budget du 6e PC EURATOM est doté de 940 millions d'Euros, dont 750 millions sont réservés à la fusion, notamment pour l'étude et la construction d'ITER.

Importance de la recherche en matière de fusion pour la recherche énergétique de la Confédération

Dans son *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération 2004–2007*, la CORE reconnaît le haut niveau de la recherche suisse en matière de fusion thermonucléaire contrôlée. C'est pourquoi elle préconise la poursuite de la coopération internationale dans ce domaine et se déclare en faveur d'une participation au projet ITER. Comme elle doit toutefois formuler ses recommandations dans le cadre d'une enveloppe budgétaire donnée, elle propose, jusqu'en 2007, de réduire légèrement les moyens mis à la disposition de la fusion et d'augmenter d'autant les ressources destinées à des sources d'énergie pouvant être plus rapidement mis en œuvre. C'est un fait que cette stratégie pourrait bien menacer gravement les activités de recherche menées en Suisse en rapport avec ITER.

La recherche suisse en matière de fusion étant presque entièrement intégrée au programme international d'EURATOM, c'est l'Office fédéral de l'éducation et de la science (OFES) qui la gère administrativement. C'est donc un collaborateur de l'OFES qui occupe la fonction de chef du programme Fusion au sein de la recherche énergétique de l'OFEN.

Le Centre de recherche CRPP de l'EPFL

L'installation permettant de faire des expériences de physique des plasmas au Centre de recherche en Physique des plasmas (CRPP) de l'EPF de Lausanne s'appelle le TCV (Tokamak à Configuration Variable). Le CRPP s'occupe d'enseignement et de recherche fondamentale ainsi que de transfert technologique dans le domaine des matériaux.



Le TCV est la plus grande installation expérimentale de l'EPF de Lausanne. (Photos : CRPP, EPFL)

Le début de l'exploitation du TCV remonte à 1992 déjà. Il a permis l'obtention de courants électriques de plus d'un million d'ampères dans le plasma. L'un des paramètres les plus importants est la forme de la section du plasma, qui peut être modifiée au gré des besoins.

Le CRPP est un centre de compétence, aussi bien pour la physique des plasmas et la technologie de la fusion que pour les sources de très haute fréquence et de puissance très élevée, les gyrotrons. Comme partenaire du programme européen de fusion, il participe aux expériences du projet JET. Il a pu ainsi être associé à la conception et à l'étude d'ITER, ce réacteur pilote prévu dans l'étape suivante et qui devrait faire le pont entre les installations expérimentales actuelles et un futur réacteur industriel de démonstration.

Analyser pour de nouvelles bases

Mieux connaître le cycle de vie des bâtiments solaires, c'est être en mesure de les optimiser écologiquement

Mark Zimmermann
Chef du programme de l'OFEN Utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment
c/o LFEM/EMPA
CH-8600 Dübendorf

Andreas Eckmanns
Responsable du domaine Bâtiment à l'OFEN

L'optimisation écologique du cycle de vie des bâtiments solaires contribue de façon durable à l'utilisation rationnelle de l'énergie et au ménagement des ressources. Dans un premier temps, le projet consacré à l'analyse de bâtiments du type "maison passive" en Suisse, encouragé par l'OFEN, a permis de mesurer, selon une liste de référence, les aspects écologiques, tels que les besoins en énergie, les matériaux, la consommation d'eau, l'emprise sur le terrain et, finalement, les déchets. Les aspects de la rentabilité et de l'intégration locale sur les sites et dans l'infrastructure publique y ont également été pris en compte.

L'analyse porte sur une sélection de cinq bâtiments solaires de différentes tailles, tous conformes au standard de la "maison passive" :

- Renggli-Haus, Nebikon (LU)
- Wechsel, Stans (NW)
- Rychenbergstrasse, Winterthur (ZH)
- Sunny Woods, Höngg (ZH)
- Haus Uetz, Oberseen (ZH)

Collaboration internationale

Le bureau d'ingénieurs Basler & Hofmann SA, à Zurich, est sur le point d'achever une étude destinée à intégrer les acquis dans les outils respectifs d'aide à la conception et à favoriser, par la même occasion, des échanges comparatifs d'expériences sur le plan international. Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme *SH&C (Solar Heating and Cooling*, Chauffage et climatisation solaires) de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie) ; sous la direction de la Suisse, 15 pays participent désormais à ce projet, avec leurs représentants.

Deux questions essentielles sont encore à élucider avant d'introduire de nouveaux objectifs plus sévères en matière d'économies d'énergie. Jusqu'à quel point est-il judicieux d'abaisser la consommation d'énergie admissible si l'on veut atteindre la diffusion la plus large possible de la technique utilisée ? Et quelles sont les mesures qui conduiront au but, compte tenu des coûts, de l'écologie et du marché ?

Insuffisance des valeurs empiriques

Après avoir été évalués avec le logiciel OGIP, les cinq bâtiments sélectionnés en Suisse représentent désormais des objets de référence et de comparaison. Les limites du système ont été abordées avec un soin tout particulier, car, dans le cas de tels bâtiments solaires, les valeurs empiriques classiques servant de base à l'étude du projet et au dimensionnement du bâtiment s'avèrent insuffisantes.

CISBAT 2003

Cette année, l'organisation de la conférence *CISBAT 2003* à Lausanne a été confiée conjointement au Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment (LESO-PB) de l'EPF de Lausanne, à la Centrale suisse des constructeurs de fenêtres et façades (CSFF) et à une organisation pour l'enveloppe des bâtiments, supervisée par la *Harvard University – Center for Design Informatics,* et par le *Massachusetts Institute of Technology (MIT) – Building Technology Group.*

8 octobre 2003 : Journée de la science
9 octobre 2003 : Journée de l'industrie, patronnée par la CSFF

Renseignements détaillés et inscription :
http://leso.epfl.ch
www.buildingenvelopes.org
www.szff.ch

Le bâtiment en point de mire

À l'occasion de la prochaine *Foire suisse Maison et Minergie,* qui se déroulera du 27 au 30 novembre 2003 sur le site de la BEA bern expo, à Berne, l'OFEN lancera sa campagne 2004-05 dans le domaine du bâtiment. Sous la devise "La maison, un système", il s'agit de communiquer que seules des mesures ciblées et systématiques permettent d'abaisser la consommation d'énergie dans les bâtiments.

www.hausbaumesse.ch
www.minergie.ch
www.suisse-energie.ch



Renseignements :

- *Ökologische Optimierung von Solargebäuden über deren Lebenszyklus ;* A. Lalive d'Epinay, Ch. Filleux, P. Fotsch ; Basler & Hofmann SA, CH-8029 Zurich, n° ENET 210291
- *Nachhaltige Solar-Wohnbauten, IEA SH&C Task 28 ;* Robert Hastings, AEU sàrl, CH-8304 Wallisellen

Recherche énergétique en général

Liste des projets 2000/2001: Recherche, développement et démonstration dans le domaine de l'énergie en Suisse; OFEN; 11.2002; FR; 75 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220245

Liste der Projekte 2000/2001: Forschung, Entwicklung und Demonstration im Bereich der Energie in der Schweiz; BFE; 11.2002; DE; 75 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220244

Rejets de chaleur

Promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie dans l'industrie par PINCHLENI; Rapport final; Marechal F., Favrat D., Krummenacher P., Molyneaux A., Boulaïch A., Godat J.; EPFL-DME-LENI; 11.2002; FR; 57 p.; F&E; SFr. 45.00; Nr. 220229

Chimie solaire

Solar Power and Chemical Energy Systems: SolarPaces IEA; Annual Report 2001; Geyer M.; Paul Scherrer Institut (PSI); 04.2001; EN; 184 p.; F&E; SFr. 81.00; Nr. 210372

Biomasse (bois)

Biomasse Aktivitäten und Projekte 2002; Überblicksbericht und Jahresbericht 2002 der Programmleiter; Binggeli D., Rüegsegger M. et al; 03.2003; DE, EN, FR; 206 S.; F&E; SFr. 30.00; Nr. 230053

International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 33: Thermal Gasification; Jahresbericht; Bühler R.; Umwelt + Energie; 12.2002; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220314

International Energy Agency (IEA) BioenergyTask 32: Biomass Combustion and Cofiring; Jahresbericht; Nussbaumer Th.; Ing. Büro Verenum; 12.2002; DE; 10 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220316

Grundlagen der Aerosolbildung bei Holzfeuerungen; Jahresbericht; Oser M., Nussbaumer Th.; Ing. Büro Verenum; 12.2002; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220313

Herstellung und Eigenschaften von Holzpellets als Brennstoff; Jahresbericht; Nussbaumer Th.; Ing. Büro Verenum; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220312

Auslegung und Optimierung von Holz-Speicheröfen für Einzelraum- und Ganzhausheizungen; Jahresbericht; Gaegauf Ch., Huber H., Chiquet C.; Oekozentrum Langenbruck; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220309

Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen, Phase 2; Jahresbericht; Good J.; Ing. Büro Verenum; 12.2002; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220308

Reduktion der NO_x- und Staub-Emissionen bei kleinen Verbrennungsanlagen; Jahresbericht; Salerno B., Schlottmann D.; Salerno Engeler GmbH; 12.2002; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220317

Erstellen und Betreiben einer Kondensationsanlage an der Holzfeuerung des neuen WVS; Jahresbericht; Bertozzi L.,Baumgartner H.; Gemeinde Schwanden; 12.2002; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220311

Aufbau einer akkreditierten Prüfstelle für Holzfeuerungen; Jahresbericht; von Böckh P., Gaegauf Ch.; Fachhochschule beider Basel; 12.2002; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220310

Biomasse (sans le bois)

Biomasse Aktivitäten und Projekte 2002; Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2002; Jahresbericht; Binggeli D.,Guggisberg B.; 03.2003; DE; 14 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230041

Vergärung von Pulpa aus der Kaffee-Produktion; Jahresbericht; Hofmann M., Baier U.; Hochschule Wädenswil; 12.2002; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220320

Vergärung von Pulpa aus der Kaffee-Produktion; Schlussbericht; Baier U., Hofmann M.; Hochschule Wädenswil; 05.2003; DE; 33 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 230057

Biogas vom Bauer wird zum Treibstoff von morgen; Schlussbericht; Brücker U., Limacher R., Krummenacher St., Schmid J.; ITZ Innovations Transfer Zentrum; 03.2003; DE; 45 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 230051

Machbarkeitsstudie Biogasanlage im Tessin; Schlussbericht; Econs SA; Azienda Elettrica Ticinese; 02.2003; IT; 42 p.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 230044

Vorstudie „Biogas vom Bauer wird zum Treibstoff von morgen"; Jahresbericht; Brücker U., Limacher R.; ITZ Innovations Transfer Zentrum; 12.2002; DE; 10 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220326

Vergleich Energieumwandlungsverfahren für Gülle (ENKON); Jahresbericht; Hersener J.-L., Meier U.; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220324

Ökobilanz Klärgasverstromung Zertifizierung als Ökostrom (naturemade star); Jahresbericht; Müller E. A., Schmid F., Kobel B., Kernen M.; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220323

Bau und Betrieb einer Perkolationsanlage im Pilotmassstab zur Aufbereitung von Bioabfällen; Jahresbericht; Widmer Ch., Wellinger A., Schober G.; AFAG-Engineering GmbH; 12.2002; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220322

Kennwertmodell für die Stromproduktion aus landwirtschaftlichem Biogas; Jahresbericht; Jungbluth N.; ESU-services; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220321

Ökobilanz Klärgasverstromung; Schlussbericht; Ronchetti C., Bienz P., Pridal R.; Müller E. A.; 11.2002; DE; 33 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220258

Molke-Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk für die Molkerei Lataria Engiadinaisa SA, Bever; Schlussbericht; Kohle O., Nusbaumer H.; KohleNusbaumer; 03.2003; DE; 18 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 230056

Schweizerische Statistik erneuerbarer Energien Teilstatistik Biogas – Erfassung Biogasdaten aus kommunalen ARA; Schlussbericht; Buri R., Kobel B.; Ryser Ingenieure AG; 01.2003; DE; 29 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 230045

Schweizerische Statistik erneuerbarer Energieträger; Teilstatistik Biogas 2001; Engeli H.; Engeli Engineering; 02.2003; DE; 20 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 230042

Messkampagne für eine solare Klärschlammtrocknungsanlage in Bilten GL; Jahresbericht; Fischli O.; Glarner Energieberatungsstelle; 01.2003; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230043

Kompakt-Biogasanlage 5+7 Zusammenfassung und Betriebsauswertung der Anlagen: J.Kilchmann und M. Eugster; Jahresbericht; Böhni Th., Ruch D.; Eugster Meinrad; 10.2002; DE; 8 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220328

Systemvergleich Trolley-, Diesel- und (Bio-)Gasbus; Jahresbericht; Ernst Basler + Partner AG; Winterthurer Verkehrsbetriebe; 12.2002; DE; 6 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220327

Biogas Verwertung aus der Lagergrube Anlage Wartmann Bissegg; Jahresbericht; Wartmann O., Engeli H.; 12.2002; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220325

Bioenergie, Protein & Fasern aus Gras – Monitoring des Biogasprozesses; Jahresbericht; Baier U., Delavy P.; Bioenergie Schaffhausen AG; 12.2002; DE; 5 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220319

Bioenergie, Protein & Fasern aus Gras – Monitoring des Biogasprozesses; Schlussbericht; Baier U., Delavy P.; Bioenergie Schaffhausen AG; 03.2003; DE; 49 S.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 230052

Bioenergie Schaffhausen: Biogas, Protein und Fasern aus Gras; P&D-Anlage in Schaffhausen; Jahresbericht; Widmer F., Müller P. H.; Bioenergie Schaffhausen AG; 12.2002; DE; 8 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220318

Bioenergie Schaffhausen: Biogas, Protein und Fasern aus Gras; Schlussbericht; Widmer F., Müller P. H.; Bioenergie Schaffhausen AG; 12.2002; DE; 13 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220268

Bilan énergétique de la fromagerie et avant-projet d'installaton de biogaz; Richard Bettex – 1487 Champtauroz (VD); Rapport final; Membrez Y., Wellinger A., Bonjour B.; EREP SA; 02.2002; FR; 50 p.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 220261

Bilan énergétique et avant-projet d'installation de biogaz pour la fromagerie Bettex – 1487 Champtauroz; Rapport annuel; Membrez Y.; EREP SA; 12.2001; FR; 4 p.; P&D; SFr. -; Nr. 210255

Électricité

Elektrizitätseffizienz in Kehrichtverwertungsanlagen; Jahresbericht; Hänny D., Schnyder G.; Schnyder Ingenieure AG; 01.2003; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230027

Standby-Verbrauch von Haushaltgeräten; Jahresbericht; Nipkow J., Bush E.; S.A.F.E. Schweizerische Agentur; 01.2003; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230026

Energieeffizienzpotenzial bei Heissgetränkeautomaten in der Betriebsverpflegung; Jahresbericht; Huser A.; Encontrol GmbH; 01.2003; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230025

Merkblatt zur optimalen Energienutzung bei Kaltgetränke- und gekühlten Warenautomaten; Jahresbericht; Huser A.; Encontrol GmbH; 01.2003; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230024

Energieeffizienzpotenzial bei Wasser-Dispensern; Jahresbericht; Grieder Th.; Encontrol GmbH; 01.2003; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230023

Hocheffiziente getriebelose Antriebe; Jahresbericht; Niederer R.; Technocon Engineering & Consulting; 01.2003; DE; 10 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230022

Wechselstromkorrosion an Pipelines; Beeinflussung durch elektrische Energieübertragungsleitungen; Jahresbericht; Stalder F., Büchler M., Bräunlich R.; Schweiz. Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK); 01.2003; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230021

Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen in Verteilnetzen; Jahresbericht; Schnyder G., Fritz O., Höckel M., Mauchle P., Häderli Ch.; Schnyder Ingenieure AG; 01.2003; DE; 8 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230020

IEA-Implementing Agreement „Assessing the Impact of High Temp. Superconductivity on the Electric Power Sector" (EXCO Member); Jahresbericht; Flükiger R.; Université de Genève; 01.2003; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230019

Betreuung des Kompetenzzentrums Energie und Informationstechnik; Jahresbericht; Aebischer B.; ETH Institut für Elektrische Informationstechnik; 01.2003; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230018

RES2H2: Cluster Pilot Project for the integration of RES into European Energy Sectors using Hydrogen; Jahresbericht; Stoev A.; Integral Drive Systems AG; 02.2003; EN; 1 p.; F&E; SFr. -; Nr. 230017

OPAL Erweiterung mit Lüfter- und Pumpensystemen; Jahresbericht; Tanner R.; Semafor, Informatik & Energie; 01.2003; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230015

Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb; Jahresbericht; Wyrsch I., Dolder B. M.; Wyrsch Technologies; 01.2003; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230014

Schweizer Teilnahme im SAVE-Programm: Pilot Actions „Motor Challenge" Programme; Jahresbericht; Nipkow J., Gloor R., Tanner R.; diverse Auftragnehmer; 01.2003; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230012

Energieeffizientes Servermanagement; Jahresbericht; Sauter B.; Integral Drive Systems AG; 01.2003; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230011

Industrievereinbarung Energieeffizienz von Motoren (eff1, eff2, eff3); Jahresbericht; Schnyder G.; Schnyder Ingenieure AG; 01.2003; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230010

Energieeffizienz von USV-Anlagen; Jahresbericht; Mauchle P., Schnyder G.; Schnyder Ingenieure AG; 01.2003; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230007

Auswirkungen von periodischem Ein- und Ausschalten auf die Server-Hardware-Zuverlässigkeit; Jahresbericht; Held M.; EMPA; 01.2003; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230006

Marktpotenzial von supraleitenden Strombegrenzern; Jahresbericht; Lakner M., Braun D.; ABB Consulting AG; 01.2003; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230005

Démonstrateur pour réseau avec transport d'énergie en courant continu (TECC); Rapport annuel; Yechouroun C.; EIVD Yverdon; 12.2002; FR; 3 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220251

Energieanalyse FutureLife-Haus; Schlussbericht; Huser A., Aebischer B.; Encontrol GmbH; 12.2002; DE; 58 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 220247

Energieeffizienz von Computer-Netzgeräten; Schlussbericht; Aebischer B., Huser A.; CEPE ETH-Zentrum, WEC; 11.2002; DE; 125 S.; F&E; SFr. 63.00; Nr. 220242

Energiesparmotor; Schlussbericht; Lindegger M.; Circle Motor AG; 10.2002; DE; 28 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220240

Energieeinsparungen am Fallbeispiel Christoph Burckhardt AG; Jahresbericht; Tanner R.; Semafor, Informatik & Energie; 01.2003; DE; 2 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230028

Elektrische Heizbänder, Merkblatt für den effizienten Einsatz; Jahresbericht; Nipkow J.; Arena AG Energie-Alternativen; 01.2003; DE; 3 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230016

GreenLight NCP: Aufbau eines National Contact Point (NCP) in der Schweiz; Jahresbericht; Schneiter P.; S.A.F.E. Schweizerische Agentur; 01.2003; DE; 3 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230013

Energieverbrauch von Prozesssteuerungen; Jahresbericht; Bush E., Schalcher M., Battaglia U.; Bush Energie GmbH; 01.2003; DE; 11 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230009

Ausschreibungsunterlagen im Server, PC- und Netzwerk-Bereich; Jahresbericht; Grieder Th., Huser A.; Encontrol GmbH; 01.2003; DE; 3 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230008

Wärmepumpentumbler für Mehrfamilienhäuser; Schlussbericht; Schwarzwald E.; Thermodul Consulting; 10.2002; DE; 23 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220239

Fondements de l'économie énergétique

Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG); Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 1999; Meier R.; 01.2000; DE; 8 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200362

Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG); Überblicksbericht und Jahresbericht 2000 der Beauftragten; Meier R.; 12.2000; DE; 10 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200356

Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG Aktivitäten und Projekte 2002; Jahresbericht; Meier R., Previdoli P.; 01.2003; DE; 14 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230032

Réseaux de distribution versus production distribuée; Rapport Annuel; Lachal B., Matas Ch., Mermoud A., Romerio F.; Université de Genève; 12.2002; FR; 4 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220291

Zukünftige Marktbedeutung von Klein-WKK-Anlagen (1–1'000 kW_{el}); Jahresbericht; Rigassi R., Eicher Hp.; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220290

Förderung von Energieeffizienz in Unternehmen; Förderinstrumente mit oder ohne Bezug auf Umweltmanagementsysteme; Jahresbericht; Beltrani G., Schelske O., Peter D., Oettli B.; Ernst Basler + Partner AG; 12.2002; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220289

Indikatoren zu ausgewählten kantonalen Energiemassnahmen; Jahresbericht; Frauenfelder S.; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220276

Direkte und indirekte Zusatznutzen bei energieeffizienten Wohnbauten; Jahresbericht; Ott W., Baur M., Jakob M.; Econcept AG; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220288

Marginale Zahlungsbereitschaft für eine erhöhte Internalisierung des Risikos von Kernkraftwerken; Jahresbericht; Zweifel P., Schneider Yves; Sozialökonomisches Institut; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220287

Wohnbauförderung und Energieeffizienz; Jahresbericht; Marti P., Arnet E., Sidler I., Huber A.; Metron AG; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220286

Windenergie und Schweizerischer Wasserkraftpark; Jahresbericht; Ott W., Zimmer Ch., Schmöller H.; Consentec Consulting; 12.2002; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220285

CO_2-Reduktion durch Beeinflussung der Treibstoffpreise; Jahresbericht; Keller M., Grütter J.M., Ott W., Zbinden R., de Haan P.; Infras AG; 12.2002; DE; 10 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220284

Technologie-Monitoring; Jahresbericht; Rigassi R., Eicher Hp., Ott W.; Dr. Eicher + Pauli AG; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220283

Energieeffizienz und erneuerbare Energien – Pilotstudie Surselva; Jahresbericht; Trachsel H., Iten R., Kessler St.; 12.2002; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220282

Evaluation des Stromspar-Fonds Basel; Jahresbericht; Iten R., Vettori A., Schmidt N., Vaterlaus St., Wild J.; Infras AG; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220281

Optimierung Energievollzug und Anwendung der SIA Normen Gebäude; Jahresbericht; Dettli R., Baur M., Renaud P.; Econcept AG; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220280

Planungs- und Bauinstrumente; Rapport Annuel; Planair SA; 12.2002; FR; 4 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220279

Neubauen statt Sanieren; Jahresbericht; Ott W., Binz A., Moosmann A., Seiler B.; Econcept AG; 12.2002; DE; 12 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220278

Marketing- und PR-Strategie Minergie- und Passivhaus; Jahresbericht; Frauenfelder S.; 12.2002; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220277

Neubauen und Renovieren von Hotels im Minergiestandard; Jahresbericht; Kuster J., Plaz P.; BHP Hanser und Partner AG; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220275

Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen; Jahresbericht; Jakob M., Jochem E., Christen K.; Paul Scherrer Institut (PSI); 12.2002; DE; 16 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220274

Versorgung mit fossilen Treib- und Brennstoffen; Jahresbericht; Kägi W., Staehelin-Witt E., Schäfli M., Eichenberger U.; B,S,S. Blöchlinger, Staehelin; 12.2002; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220273

Erhebung des Erneuerungsverhaltens bei Wohngebäuden; Jahresbericht; Jakob M.; CEPE ETH-Zentrum, WEC; 12.2002; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220272

Vision 2050: Nachhaltige Energieversorgung und -nutzung; Jahresbericht; Berg M., Brodmann U., Ott Walter; Econcept AG; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220271

Dezentrale Stromversorgung – Optimierungschancen; Jahresbericht; Sommer H., Eicher Hp., Osterwald S., Rigassi R.; Université de Genève; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220270

Conception d'une procédure d'aide à la décision en matière de politique énergétique basée sur des critères et des indicateurs de développement durable; Rapport annuel; Carlevaro F., Garbely M., Genoud St.; Centre universitaire d'étude; 12.2002; FR; 4 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220269

Cluster Energie: Chancen und Möglichkeiten; Jahresbericht; Suter St., Osterwald St., Ohler F., Jörg L., Müller A.; 12.2002; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220265

Energieeffiziente Fenster in der Schweiz: Status Quo und Förderungsmöglichkeiten; Jahresbericht; Lehner F., Bergant M.; InterConnection Consulting Group; 12.2002; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220263

Marktchancen und Markthindernisse der thermischen Solarenergie; Jahresbericht; Gerheuser F. W.; Büro für Politikberatung; 12.2002; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220262

Energieverbrauch im Schienenverkehr; Bericht über die Kurzstudie; Brunner C. U.; 01.2001; DE; 18 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 210371

Grundsätze für Netzbenutzungspreise; Schlussbericht; Iten R., Ott W., Wild J.; 09.2001; DE; 56 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 210370

Arbeitsbericht zum Projekt Benchmarking-Pilot; Arbeitsbericht; BFE; 06.2001; DE; 76 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 210369

Rapport sur le projet pilote de benchmarking; Rapport; OFEN; 06.2001; FR; 23 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 210368

Bericht über das Benchmarking-Pilotprojekt; Bericht; BFE; 06.2001; DE; 23 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 210367

Wirtschaftliche Auswirkungen der Volksinitiativen „Strom ohne Atom" und „MoratoriumPlus"; Analyse mit einem Gleichgewichtsmodell; Müller A., Wickart M., Van Nieuwkoop R.; Ecoplan; 02.2001; DE; 158 S.; F&E; SFr. 19.00; Nr. 210359

Perspektiven für die Wasserkraftwerke in der Schweiz; Langfristige Wettbewerbsfähigkeit und mögliche Verbesserungspotenziale; Bericht; Filippini M., Banfi S., Luchsinger C., Wild J.; 12.2001; DE; 199 S.; F&E; SFr. 22.85; Nr. 210268

Perspektiven für die Wasserkraftwerke in der Schweiz; Die Chancen des Ökostrommarktes; Bericht; Spreng D., Truffer B., Wüstenhagen R.; CEPE ETH-Zentrum, WEC; 12.2001; DE; 75 S.; F&E; SFr. 9.30; Nr. 210267

Technologievermittlung im Energiebereich (TEVE) Kanton Bern; Schlussbericht; Binder H.-M., Schaller R., Balthasar A.; Interface; 08.2001; DE; 92 S.; F&E; SFr. 12.80; Nr. 210130

Regulierung der Verteilnetzpreise zu Beginn der Marktöffnung; Erfahrung in Norwegen und Schweden; Bericht; Filippini M., Wild J., Luchsinger C.; 08.2001; DE; 54 S.; F&E; SFr. 7.25; Nr. 210098

Nachhaltigkeit: Kriterien und Indikatoren für den Energiebereich; Studie; Gubler F., Walter F., Brodmann U.; Ecoplan; 07.2001; DE; 186 S.; F&E; SFr. 22.85; Nr. 210094

Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom" sowie „MoratoriumPlus"; Studie; Eckerle K., Haker K., Hofer P.; Prognos AG; 02.2001; DE; 259 S.; F&E; SFr. 29.30; Nr. 210093

Akzeptanz von Komfortlüftungen im Wohungsbereich / Adherence à l'aeration douce dans les logements; Bericht; Müller V., Gubler M., Peters M., Maillard S., Keller L.; IPSO; 05.2001; DE, FR; 44 S., 44 p.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 210092

Stromeinfuhr oder Gasverstromung im Inland; Expertise; Sättler M., Bohnenschäfer W., Schlesinger M.; Econcept AG; 02.2001; DE; 38 S.; F&E; SFr. 5.65; Nr. 210091

Energieeffizienz bei Elektrogeräten, Wirkung der Instrumente und Massnahmen; Studie; Brunner C. U., Bush E., Gasser St., Lingenhel St., Nipkow J.; Brunner C. U.; 05.2001; DE; 96 S.; F&E; SFr. 12.80; Nr. 210090

Instrumente zur Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs von Personenwagen; Beitrag; Hammer S., Maibach M., Marti P.; Infras AG; 02.2001; DE; 98 S.; F&E; SFr. 14.40; Nr. 210089

Marktöffnung im Gasbereich; Jahresbericht; Dettli R.; Econcept AG; 12.2000; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200354

Marktöffnung im Gasbereich; Auswirkungen auf Energieverbrauch, Energiepreise, Umwelt sowie kompensierende Massnahmen; Schlussbericht; Dettli R., Signer B., Kaufmann Y.; Econcept AG; 06.2001; DE; 88 S.; F&E; SFr. 10.35; Nr. 210084

Revision und Erweiterung der Energieverbrauchsstatistik der Industrie; Konzept; Bendel R., Scherer R.; 06.1999; DE; 49 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 200361

Revision und Erweiterung der Energieverbrauchsstatistik der Industrie und des Dienstleistungssektors; Schlussbericht; Bendel R., Scherer R.; 12.2000; DE; 24 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 200360

Perspektiven des Energieverbrauchs im Verkehr; Jahresbericht; Infras AG; 12.2000; DE; 19 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 200359

Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie; Jahresbericht; Baumgartner W.; Basics AG; 12.2000; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200358

Stromeinfuhr oder Gasverstromung im Inland; Jahresbericht; Sättler M.; Econcept AG; 12.2000; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200357

Kennzeichnung von Elektrizität gemäss Art. 10_{bis} EMG; Jahresbericht; Dettli R.; Econcept AG; 12.2000; DE; 4 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200355

Verbesserung der Bedingungen der Wasserkraftwerke in der Schweiz; Jahresbericht; Filippini M., Spreng D., Banfi S., Wild J.; CEPE ETH-Zentrum, WEC; 12.2000; DE; 5 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200353

Nachhaltigkeit: Kriterien und Indikatoren für den Energiebereich; Jahresbericht; Walter F.; Ecoplan; 12.2000; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200352

Abgeltungen bei Infrastrukturanlagen? Grossprojekte zwischen Widerstand und Akzeptanz; Jahresbericht; Frey R. L., Schaltegger Ch. A.; WWZ Geschäftsstelle; 12.2000; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200351

Elektrofahrzeugplattform an einer Schule (neu: Legair); Jahresbericht; Rohrbach R., Schmocker F.; 12.2000; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200350

Energieverbrauch im öffentlichen Verkehr; Jahresbericht; Brunner C.. U.; CUB; 12.2000; DE; 2 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200349

Warendeklaration für Personenwagen; Jahresbericht; Grütter J. M.; 12.2000; DE; 20 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 200348

Technologievermittlung im Energiebereich; Jahresbericht; Binder H.-M., Schaller R.; Interface; 12.2000; DE; 6 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200347

Förderung des Exports im Energiebereich; Jahresbericht; Iten R., Jochem E.; Infras AG; 12.2000; DE; 7 S.; F&E; SFr. -; Nr. 200346

Energetische und klimatische Auswirkungen der Förderabgabe und der Abgabe gemäss Grundnorm; Bericht; Prognos AG; 06.2000; DE; 116 S.; F&E; SFr. 15.25; Nr. 200276

Effiziente Energienutzung: Investitionspraxis in der Industrie; Bericht; Kuster J. et al.; BHP – Brugger, Hanser und Partner AG; 01.2000; DE; 59 S.; F&E; SFr. 7.50; Nr. 200275

Erfolgsrezepte für Solarstrom-Marketing; Untersuchung bei 10 EVU mit Befragung von 1000 Kund/innen; Untersuchung; Frauenfelder S., Peters M.; Arbeitsgemeinschaft Linder Kommunikation AG und IPSO Sozial, Marketing- und Personalforschung; 12.1999; DE; 38 S.; F&E; SFr. 4.80; Nr. 200274

Harmonisierung kantonaler Energievorschriften im Baubereich; Schlussbericht; Frauenfelder S., Baumgartner A., Jaboyedoff P.; 11.1999; DE; 122 S.; F&E; SFr. 63.00; Nr. 200273

Service Public im liberalisierten Strommarkt; Schlussbericht; Sommer H., Kramer D., Walter F.; Ecoplan Bern und Altdorf; 11.1999; DE; 143 S.; F&E; SFr. 18.35; Nr. 200271

Tanktourismus; Schlussbericht; Infras; 01.2000; DE; 75 S.; F&E; SFr. 9.00; Nr. 200268

Combustion

Programm Feuerung & Verbrennung; Aktivitäten und Projekte 2001; Jahresbericht 2001; Hintermann A. et. al; 09.2002; DE, EN; 200 S., 200 p.; F&E; SFr. 81.00; Nr. 220307

Preprints Volume 1 Burners, Combustion and Heat transfer pollution aspects; INFUB 6th european conference on industrial furnaces and boilers, Estoril-Lisbon Portugal, 02-05 April 2002; Paper; Griebel P., Bombach R., Inauen A., Kreutner W., Schaeren R.; 07.2002; EN; 12 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220306

Tagungsbericht 6. Europäische INFUB-Konferenz; Tagungsbericht; Griebel P.; 04.2002; DE; 3 S.; F&E; SFr. -; Nr. 220305

Homogeneous ignition in high-pressure combustion of Methane/Air over Platinum: Comparison of measurements and detailed numerical predictions; Article; Reinke M., Mantzaras I., Schaeren R., Bombach R., Kreutner W., Inauen A.; 07.2002; EN; 22 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220304

An experimental and numerical investigation of turbulent catalytically stabilized channel flow combustion of Hydrogen/Air mixtures over Platinum; Accepted for oral presentation, 29th international symposium on combustion, Hokkaido University, Sapporo, Japan, July 21–26, 2002; Article; Appel Ch., Mantzaras I., Schaeren R., Bombach R., Käppeli B., Inauen A.; 07.2002; EN; 23 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220301

Turbulente, chemisch reaktive Strömung in Motorbrennräumen / Zusatzvert. II; Jahresbericht; Frouzakis C., Lee J., Tomboulides A.G., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; EN; 70 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210365

Turbulente chemisch reaktive Strömung in Motorbrennräumen; Jahresbericht; Frouzakis Ch., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE, EN; 18 S., 18 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220297

Erarbeitung von Grundlagen für innovative Brennverfahren und motorische Arbeitsprozesse; Jahresbericht; Barroso G., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE; 11 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220295

Large Eddy Simulation für turbulente nicht vorgemischte Verbrennung; Jahresbericht; Kung M., Tomboulides A.G., Frouzakis C., Lee J., Boulouchos K., Klaus N., Stolz S., Kleiser L., Jeltsch R., Fey M., Baykal S., Gass J., Poulikakos D.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; EN; 6 p.; F&E; SFr. -; Nr. 210364

Large Eddy Simulation für turbulente, nicht vorgemischte Verbrennung; Jahresbericht; Sagredo J. T., Jeltsch R., Baykal S., Gass J., Küng M., Tomboulides A., Frouzakis Ch., Stolz St.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE; 16 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220292

Erarbeitung von Grundlagen für innovative Brennverfahren und motorische Arbeitsprozesse; Jahresbericht; Barroso G., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; DE; 9 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210362

Modellierung und Validierung von reaktiven, instationären 2-Phasen Strömungen; Jahresbericht; Kunte St., Schneider B., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; DE; 11 S.; F&E; SFr. -; Nr. 210361

Modellierung und Validierung von reaktiven, instationären 2-Phasen Strömungen; Jahresbericht; Kunte St., Schneider B., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE; 19 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220296

Darstellung des Technologiepotenzials von zukünftigen Dieselmotoren zur Erfüllung zukünftiger Emissionsvorschriften bei niedrigem CO_2-Ausstoss; Jahresbericht; Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE; 4 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220293

Modellbildung Direct Injection (DI) Ottomotor; Jahresbericht; Schänzlin K., Koch T., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; DE; 6 S.; P&D; SFr. -; Nr. 210363

Common-Rail Brennverfahren für EURO-III- und EURO-IV-taugliche Nutzfahrzeugdieselmotoren; Jahresbericht; Schubiger R., Bertola A., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2001; DE; 9 S.; P&D; SFr. -; Nr. 210360

Common-Rail Brennverfahren für EURO-III- und EURO-IV-taugliche Nutzfahrzeugdieselmotoren; Jahresbericht; Bertola A., Boulouchos K.; ETH Inst. für Energietechnik; 12.2002; DE; 8 S.; P&D; SFr. -; Nr. 220294

Géothermie

Wärmeversorgung Rankwog Trimbach; Wärmenutzung Hauensteintunnel Trimbach; Schlussbericht; Meyer B., Zürcher D.; Elektra Baselland Liestal; 04.2003; DE; 22 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230050

Statistik Geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre 2000 und 2001; Schlussbericht; Kohl Th., Andenmatten N., Rybach L.; Geowatt AG; 02.2003; DE; 24 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230035

Deep Heat Mining; Investigations relatives à l'implantation d'une centrale DHM à Genève; Rapport final; Wilhelm J.; Häring Geo Project; 12.2002; FR; 13 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220267

Deep Heat Mining; Entwicklung der Hot-Dry-Rock / Hot-Wet-Rock Technologie zur Strom- und Wärmeproduktion in der Schweiz; Resultatbericht; Häring M. O., Hopkirk R., Rybach L., Wilhelm J., Minder R., Vuataz F.-D.; Häring Geo Project; 12.2002; DE; 20 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220259

Perspektiven der zukünftigen Strom- & Wärmeversorgung für die Schweiz; Ökologische und ökonomische Betrachtungen; PSI Bericht Nr. 01-12; Gantner U., Jakob M., Hirschberg St.; LEEE; 08.2001; DE; 84 S.; F&E; SFr. 46.00; Nr. 210129

Wärmenutzung Tunnelwasser Basistunnel Lötschberg, Nordportal; Machbarkeitsstudie Phase II; Schlussbericht; Oppermann G., Dups Ch.; Gruneko AG; 01.2003; DE; 34 S.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 230002

Opération géothermique de Lavey-les-Bains (VD); CESLA – Chaleur des Eaux Souterraines de Lavey S.A. Réalisation du forage géothermique profond P600 et exploitation de la ressource énergétique par pompage dans les puits P600 et P201 (juin 1997 – décembre 2002); Rapport final; Bianchetti G., Vuilleumier R.; 12.2002; FR; 90 p.; P&D; SFr. 46.00; Nr. 220246

Fusion nucléaire

International Research Co-operation in the Field of Controlled Thermonuclear Fusion; 25th Report Covering 2002; Rapport XXV; Conscience J.-F.; 02.2003; EN; 36 p.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 230029

Fission nucléaire

RIKORR: Risskorrosion in druckführenden ferritischen Komponenten des Primärkreislaufes von SWR; Jahresbericht; Seifert H.-P., Ritter S., Ineichen U., Tschanz U., Gerodetti B.; Paul Scherrer Institut (PSI); 12.2002; DE; 54 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 220248

RIKORR: Risskorrosion in druckführenden ferritischen Komponenten des Primärkreislaufes von SWR; Schlussbericht; Seifert H.-P., Ritter St., Ineichen U., Tschanz U., Gerodetti B.; Paul Scherrer Institut (PSI); 02.2003; DE; 108 S.; F&E; SFr. 63.00; Nr. 230040

Influence of cycle number, temperature and manufacturing process on deformation-induced martensite in meta-stable austenitic stainless steels; 5th international conference on contribution of materials investigation to the resolution of problems encountered in pressurized water reactors (Fontevraud-5), Paper No. 104, pp. 1 – 12, Fontevraud, France, 23. – 27. September 2002; Article; Kalkhof D., Niffenegger M., Grosse M., Bart G.; Paul Scherrer Institut (PSI); 09.2002; EN; 12 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 220255

FEVER: Früherkennung von Ermüdungsschädigung an Kernkraftwerkskomponenten; Schlussbericht; Kalkhof D., Grosse M., Niffenegger M., Tirbonod B.; Paul Scherrer Institut (PSI); 10.2002; DE; 50 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220254

Stress corrosion cracking of low-alloy reactor pressure vessel steels and of a weld filler material under BWR conditions; 15th International Corrosion Congress ICC, Paper No. 648 pp. 1 – 9, Granada, Spanien, 22 – 27 September 2002; Article; Ritter S., Seifert H.-P.; 09.2002; EN; 9 p.; F&E; SFr. -; Nr. 220249

Monitoring of low-cycle fatigue degradation in X6CrNiTi18-10 austenitic steel; Journal of Nuclear Materials 296 (2001), pp. 305 – 311; Article; Grosse M., Niffenegger M., Kalkhof D.; Paul Scherrer Institut (PSI); 12.2001; EN; 9 p.; F&E; SFr. -; Nr. 210366

Photovoltaïque

Solar ElectriCity Guide; New Solutions in Energy Supply; Report; Barker M., Blewett-Silcock T., Eising K., Gutschner M., Kjellsson E., Lutter E., Nowak St., Steemers K., Tondi G.; Université de Fribourg; 01.2003; EN; 52 p.; F&E; SFr. 15.00; Nr. 230046

IEA PVPS Task 5 „Grid interconnection of building integrated and other dispersed photovoltaic power systems"; Schlussbericht; Taiana S., Ruoss D.; Université de Fribourg; 10.2002; DE; 34 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220330

IEA PVPS Task 7 „Photovoltaic power systems in the built environment"; Schlussbericht; Ruoss D., Toggweiler P.; Université de Fribourg; 10.2002; DE; 43 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220329

Drei integrierte PV-Schallschutz Versuchsfelder; Bau und Erprobung; Schlussbericht; Nordmann Th., Frölich A., Clavadetscher L.; TNC Consulting AG; 12.2002; DE; 74 S.; P&D; SFr. 35.00; Nr. 220264

Chaleur solaire

Solar Power System SPS: Projet d'une mini centrale pilote électro-thermo-solaire de 10 kWe; Rapport intermédiaire; Pécoud C., Breguet R., Allani Y.; Cogener Sàrl; 03.2003; FR; 12 p.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230034

Solaire actif: chaleur et stockage de chaleur / Solarwärme und Wärmespeicherung; Activités et projets en 2002; Synthèse et rapport annuel des mandataires; Hadorn J.-Ch.; Planair; 12.2002; DE, FR; 184 S., 184 p.; F&E; SFr. 60.00; Nr. 220260

Tages-Hitzespeicher für einen konzentrierenden Solarkocher; Bericht; Götz M.; 08.2002; DE; 24 S.; F&E; SFr. 20.00; Nr. 220243

Transfert de technologie / systèmes

ENET-NEWS No 54 français; 04.2003; FR; 40 p.; F&E; SFr. -; Nr. 230037

ENET-NEWS Nr. 54 deutsch; 04.2003; DE; 40 S.; F&E; SFr. -; Nr. 230036

Seminar „Nanotechnology for energy applications" vom 19. Februar 2003 in Bern; Seminarunterlagen; 01.2003; EN; 113 p.; F&E; SFr. 63.00; Nr. 230003

Chaleur ambiante

Abwärmenutzung aus bestehenden Schmutzwasserkanal in Binningen; Energiebilanz und Betriebsverhalten im Jahr 2002; Zwischenbericht; Wärmeversorgung Binningen AG c/o Elektra Birseck Münschenstein (EBM); Gruneko AG; 02.2003; DE; 7 S.; P&D; SFr. -; Nr. 230039

Bâtiment locatif à Lutry avec sondes en terre rechargées en été, pompe à chaleur avec désurchauffeur et production d'eau chaude solaire; Bilan après 5 ans d'exploitation; Rapport final; Matthey B.; 01.2002; FR; 229 p.; P&D; SFr. 81.00; Nr. 220303

Gasmotor-Wärmepumpe mit Aarewasser in Hinterkappelen; langfristige Erfolgskontrolle Heizperiode 2001/2002; Schlussbericht; Hämmann F.; 12.2002; DE; 14 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220302

Wäschetrockner für das Mehrfamilienhaus und das Kleingewerbe (L/L); Wärmepumpe in einen Wäschetrockner integrieren und zur Marktreife entwickeln; Schlussbericht; Dober E.,Ulmer W.; V-Zug AG; 12.2002; DE; 14 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220300

Force hydraulique

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Schöni, Hani bei Gwatt (Thun); Reaktivierung Niederdruck-Kraftwerk; Schlussbericht; Kunz B., Meng Hp.; Kunz & Meng GmbH; 03.2003; DE; 22 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230031

Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Mühle am Steintalerbach in Ebnat-Kappel; Reaktivierung der ehemaligen Wasserkraftanlage Mühle; Schlussbericht; Burri J., Binder F.; Wick P.; 12.2002; DE; 48 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220238

Usine électrique de Choindez sur la Birse, Jura; Projet destiné au renouvellement de l'usine électro-mécanique; Rapport; Engel A. P., Zimmermann D., Affolter E.; Société Bleue-Verte SA; 12.2002; FR; 32 p.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220237

Kleinwasserkraftwerk Sursee (LU); innovatives Konzept zur Korrektur von ökologischen Fehlleistungen aus früheren Eingriffen in der Suhre bei Sursee; Schlussbericht über Bau und Betrieb des Kraftwerkes; Engel A. P.; Genossenschaft Windenergieanlagen Diegenstal c/o Alois Fuchs-Bodmer; 11.2002; DE; 13 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220236

Développement des turbines à basses chutes; Laboratoire de mini-hydraulique de Montcherand; Rapport final; Denis V.; MHyLab; 12.2002; FR; 52 p.; P&D; SFr. 35.00; Nr. 220230

Etude de faisabilité; Petite centrale hydro-électrique au lieu dit „Sous les Roches" à Sonceboz; Rapport final; Tissot N., Hausmann H.; International Watch Company IWC; 02.2003; FR; 65 p.; P&D; SFr. 35.00; Nr. 230055

Énergie éolienne

Windenergiestandorte Flims-Laax; Machbarkeitsstudie; Schlussbericht; Weisskopf Th.; Weisskopf Partner GmbH; 03.2003; DE; 12 S.; F&E; SFr. 18.00; Nr. 230038

Rechtliches Regime der Windenergie; Schlussbericht; Albrecht S., Universität Zürich; 12.2002; DE; 31 S.; F&E; SFr. 25.00; Nr. 220266

Nutzung der Windenergie im Kanton Graubünden; Schlussbericht; Leyer H., Krüsi P.; Aventa Energie AG; 01.2003; DE; 44 S.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 230001

Standortabklärung und Messung Leichtwindanlage; Schlussbericht; Spalinger U.; ARGE Aventa; 11.2002; DE; 21 S.; P&D; SFr. 18.00; Nr. 220235

Abklärung des Windpotenzials am Piz Nair, Graubünden; Schlussbericht; Reinhardt A.; ABB Energie Services Schweiz; 11.2002; DE; 43 S.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 220234

Windverhältnisse Mettelimoos-Obwyden; Schlussbericht; Aregger R.; 11.2002; DE; 37 S.; P&D; SFr. 25.00; Nr. 220233

Windmessung Detligen; Schlussbericht; Fuchser R.; 12.2002; DE; 60 S.; P&D; SFr. 35.00; Nr. 220224

Potenzial- und Standortabklärungen für ein Windenergieprojekt auf dem Grimselpass; Schlussbericht; Kapp Ch., Schwer P., Brenni R.; NEK Umwelttechnik AG; 11.2002; DE; 123 S.; P&D; SFr. 63.00; Nr. 220220

Transport en général

MODULTEC – Modultechnologie für Leichtmobile; Schlussbericht; Horlacher M., Efler Th., Wegmann S.; Horlacher AG; 03.2003; DE; 70 S.; F&E; SFr. 35.00; Nr. 230054