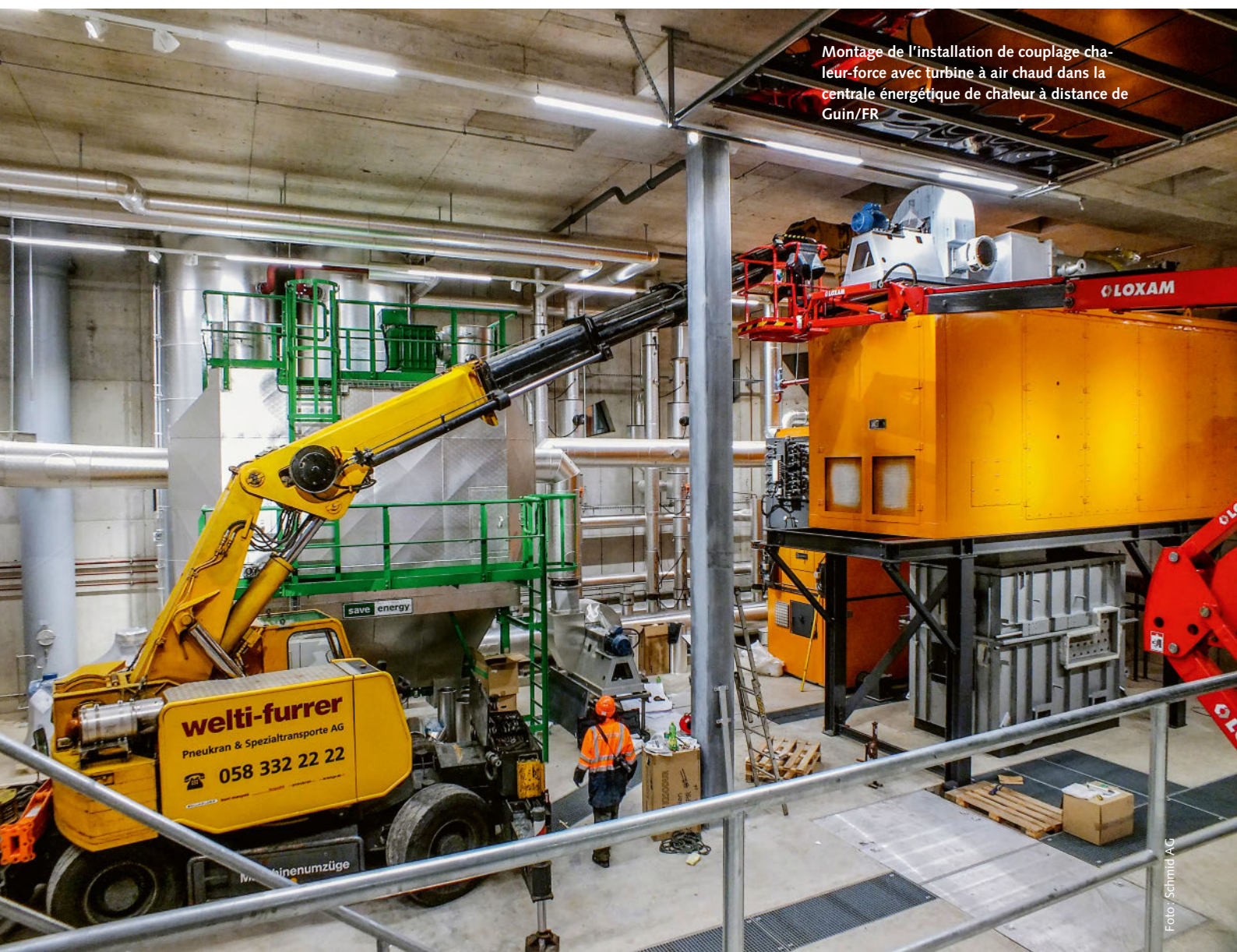


COUPLAGE CHALEUR-FORCE

DE LA CHEMINÉE À LA GRANDE INSTALLATION DE CHAUFFAGE, LE BOIS EST UTILISÉ DEPUIS TOUJOURS POUR PRODUIRE DE LA CHALEUR. MAIS, EN SUS DE LA PRODUCTION DE CHALEUR, LE BOIS PEUT AUSSI ÊTRE UTILISÉ POUR PRODUIRE DU COURANT. LES TURBINES À AIR CHAUD UTILISENT DE L'AIR CHAUD PROVENANT D'UNE CHAUDIÈRE QUI PASSE PAR UNE TURBINE ET QUI EST TRANSFORMÉ EN ÉLECTRICITÉ PAR UN GÉNÉRATEUR. LA CHALEUR RÉSIDUELLE EST UTILISÉE POUR PRODUIRE DE L'EAU CHAUDE. CETTE NOUVELLE TECHNOLOGIE PEUT ÊTRE UTILISÉE DANS LES CENTRALES ÉNERGÉTIQUES DES RÉSEAUX DE CHAUFFAGE À DISTANCE OU DANS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES OU DE SERVICES QUI SOUHAITENT S'AUTOAPPROVISIONNER EN CHALEUR ET EN ÉLECTRICITÉ.

UNE TURBINE QUI OFFRE PLUS QUE DE L'AIR CHAUD



||||| TEXTE: BENEDIKT VOGEL

A première vue, le réseau de chauffage à distance de Guin, dans le canton de Fribourg, est un groupement thermique comme il en existe des centaines d'autres en Suisse. Ce nouveau système de chauffage à distance a été mis en service dans cette localité de 8000 habitants en automne 2015. Les bâtiments communaux et quelque 180 foyers sont actuellement raccordés au système. A terme, 400 foyers seront raccordés. L'exploitant du groupement thermique est le distributeur d'énergie Groupe E Celsius. «Notre entreprise tient à développer des solutions innovantes pour la production de chaleur», relève Olivier David qui a suivi la construction de la nouvelle centrale énergétique en tant que chef de projet.

La centrale énergétique du groupement thermique de Guin (FW Düdingen) dispose d'une chaudière qui produit non seulement de la chaleur mais aussi du courant. La technologie de turbine à air chaud utilisée pour la production de courant est unique. Dans ce cas, la turbine et le générateur ne sont pas actionnés par du gaz de combustion généré dans une chambre de combustion, comme dans les turbines d'avion et d'autres turbines à gaz, mais par de l'air chauffé à haute température dans la chaudière passant par un échangeur gaz de combustion-air.

DES CHAUDIÈRES À BOIS QUI PRODUISENT DU COURANT

Celui qui veut parler de cette nouveauté avec ses inventeurs doit voyager à travers la Suisse de Guin à Eschlikon en Thurgovie. C'est en effet dans cette commune qu'est situé le siège de Schmid AG. Cette entreprise familiale, fondée en 1936, est spécialisée dans la construction de chaudières à bois de moyenne et grande tailles (180 à 6500 kW de puissance thermique) pour les réseaux de chauffage à distance et les entreprises industrielles et de services. Dans le bâtiment de production de Schmid AG se dressent d'immenses cubes d'acier à partir desquels des chaudières à bois de la dernière génération sont construites. Le cœur de ces chaudières est composé de chambres de combustion avec chaudière à grille d'avancement. Cette technologie optimisée depuis des décennies par Schmid garantit un rendement optimal, avec un degré d'efficacité de 92% et plus.

Les chaudières à bois sont l'activité de base de Schmid. Les installations de couplage chaleur-force sont un champ

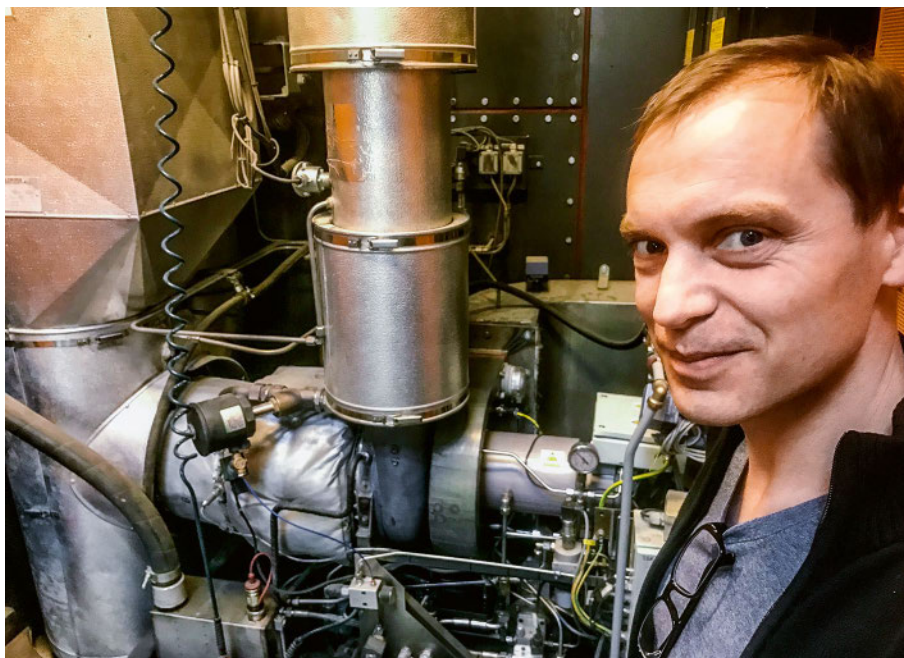


Photo: B. Vogel

Dietrich Vogel, directeur du projet turbine à air chaud chez Schmid AG, devant la turbine à air chaud que Schmid AG a installée à son siège d'Eschlikon (TG)

d'activité relativement récent de cette entreprise thurgovienne. Il s'agit de chaudières à bois qui sont transformées de sorte, qu'en plus de la chaleur, de l'électricité soit produite. Jusqu'à présent, Schmid utilisait pour ses installations la technologie de gazéification et les turbines ORC. Ces dernières travaillent comme des turbines à vapeur mais utilisent un liquide organique à la place de la vapeur. L'installation de Guin utilise une troisième voie en utilisant la turbine à air chaud: «Nous avons développé cette technologie depuis de nombreuses années», explique Philipp Lüscher, CEO de Schmid AG. «Par rapport à la technologie ORC, la turbine à air chaud a l'avantage de travailler avec un fluide à moindre risque, à savoir l'air, plu-

tôt que des huiles thermiques organiques. Le fluide air chaud nécessite une technologie plus simple, ce qui permet de diminuer les coûts d'entretien. Et, contrairement aux carburateurs, la turbine à air chaud fonctionne non seulement avec du bois de chauffage de qualité mais aussi avec du bois bon marché, ce qui réduit les coûts d'exploitation.»

CONÇU POUR DU BOIS DE CHAUFFAGE BON MARCHÉ

Le développement des turbines à air chaud date d'une dizaine d'années environ. Un prototype a été tout d'abord construit basé sur les travaux préliminaires d'un ingénieur anglais et de l'écocentre de Langenbruck. La première installation client a été

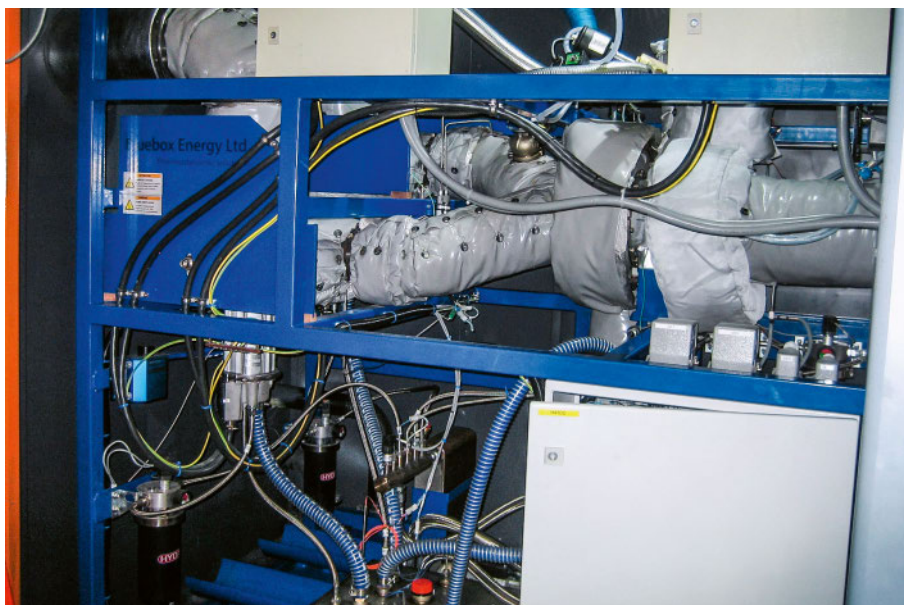


Photo: Schmid AG

Détail de l'installation de couplage chaleur-force de Guin (FR): le turbocompresseur avec arrivées et sorties d'air isolées, vanne de dérivation et système de refroidissement

COMMENT FONCTIONNE UNE TURBINE À AIR CHAUD

Dans une chaudière à bois classique, l'énergie thermique provenant du processus de combustion est utilisée dans un échangeur de chaleur pour chauffer de l'eau. L'eau chaude est ensuite injectée dans un circuit de chauffage ou dans un réseau de chauffage à distance. Dans l'installation de Guin, les gaz de combustion provenant de la chaudière à bois et atteignant 750 °C sont aussi injectés dans un échangeur de chaleur. Mais, dans ce cas, la chaleur n'est pas utilisée pour chauffer de l'eau mais pour chauffer de l'air qui a été auparavant comprimé à 4 bars et a donc subi un préchauffage à 200 °C. En sortant de l'échangeur de chaleur, l'air atteint une température de 680 °C. Par le biais d'un processus en trois étapes, la chaleur est transformée en différentes formes d'énergie: tout d'abord, l'air passe par un turbocompresseur qui entraîne le compresseur qui comprime l'air ambiant (cf. ci-dessus). Ensuite, l'air, dont la température est encore de 500 °C, passe par la turbine à air chaud qui produit de l'électricité grâce au générateur qui lui est associé. Troisièmement, l'air qui atteint encore 420 °C est conduit vers un échangeur de chaleur, comme dans une chaudière à bois conventionnelle, et est utilisé pour le chauffage et la production d'eau chaude.

Le cœur de l'installation est l'échangeur gaz de combustion-air. Le transfert de

chaleur des gaz de combustion à l'air nécessite une surface relativement importante. Par conséquent, cet échangeur est beaucoup plus grand que l'échangeur de chaleur gaz de combustion-eau d'une chaudière à bois conventionnelle. Les turbines à air chaud ont des températures de travail élevées. Afin de résister aux températures élevées, l'échangeur de chaleur est en acier inoxydable résistant à la chaleur – l'une des raisons majeures du coût relativement élevé de cette centrale de couplage chaleur-force (CCF).

L'installation a un degré d'efficacité thermique de 63 % et un degré d'efficacité électrique de 13 %, ce qui offre un rendement global de 76 %. Cette valeur se situe dans la moitié supérieure des installations CCF alimentées à la biomasse. En optimisant les processus, le rendement pourrait même atteindre 80 %. Pour optimiser l'utilisation de la chaleur, les gaz de combustion en sortie de l'échangeur à air chaud sont réutilisés dans un autre échangeur de chaleur avant d'être nettoyés au travers d'un électrofiltre et évacués dans l'environnement.

L'installation turbine à air chaud de Guin a une puissance thermique de 450 kW et livre de l'énergie en ruban toute l'année. Sa production de chaleur est complétée par une chaudière à bois (2000 kWth) en hiver et à l'intersaison.

BV

développée plus tard à Guin, dans le cadre du projet phare soutenu par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Cela a permis de réaliser la production en série. «Le plus grand défi dans le développement a été d'assurer la communication entre les composants principaux», relève Dietrich Vogel. Cet ingénieur diplômé et technicien des procédés était responsable du développement chez Schmid AG. «La principale innovation de cette installation de couplage chaleur-force ne réside pas dans ses composants mais dans leurs interactions.»

Dès le début, l'installation a été conçue pour une exploitation sur le long terme, totalement automatique et utilisant du combustible bon marché. L'installation peut certes fonctionner avec des copeaux de bois bien secs mais elle peut aussi être alimentée en bois de qualité médiocre, y compris du bois humide, comme des déchets forestiers avec des branches de sapins, des écorces, des tailles de haie ou des déchets de l'industrie du bois. «Les combustibles d'une humidité allant jusqu'à 55 % ne posent aucun problème à notre installation. Cela réduit bien de moitié les coûts liés aux combustibles par rapport à une installation qui ne fonctionne qu'avec des copeaux de qualité», précise Dietrich Vogel. La seule condition est l'utilisation de bois naturel: l'utilisation de bois de démolition est donc exclue.

UTILISER LA CHALEUR TOUTE L'ANNÉE

Une installation qui produit de la chaleur et du courant de manière décentralisée et qui utilise le vecteur énergétique bois,

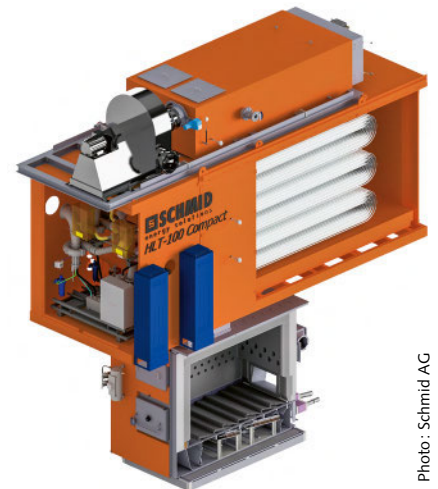


Photo: Schmid AG

La turbine à air chaud développée par Schmid AG est composée d'une chambre de combustion avec chaudière à grille d'avancement (en bas) où le bois est brûlé. La chaleur de combustion est utilisée dans un échangeur de chaleur (système de tuyaux blancs sur la partie du haut) pour chauffer l'air finalement employé pour entraîner une turbine qui est combinée à un générateur de courant.

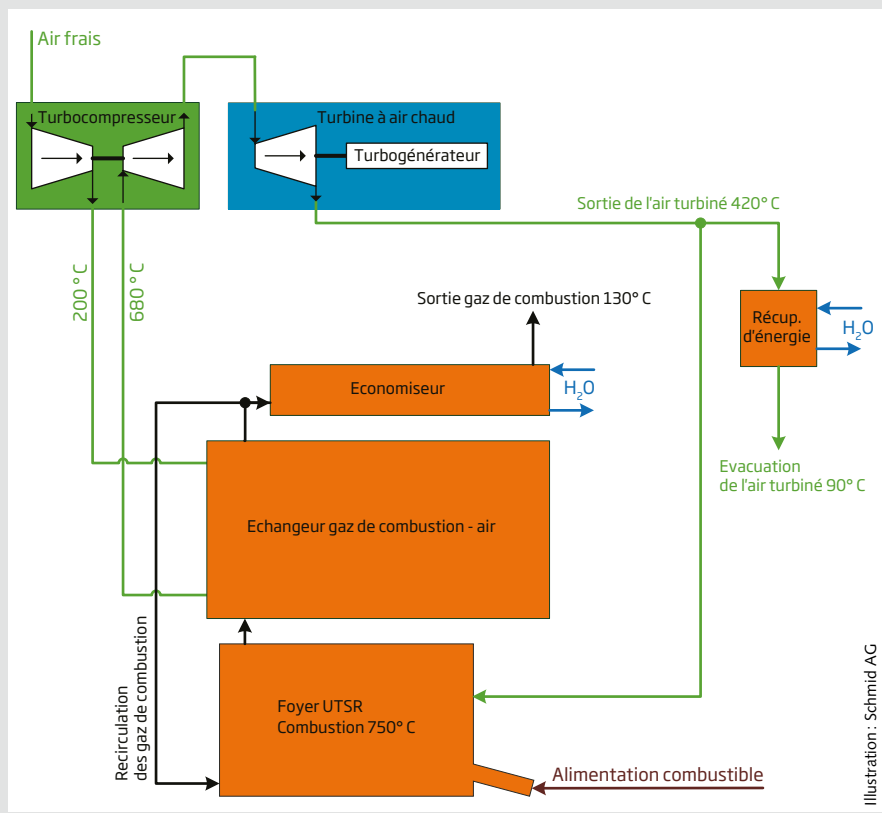


Photo : Schmid AG



L'installation de couplage chaleur-force avec turbine à air chaud dans la centrale énergétique de chaleur à distance de Guin (FR)

neutre en matière d'émission de CO₂, correspond très bien aux concepts actuels de production d'énergie. Mais cette installation de couplage chaleur-force est plus coûteuse que les chaudières à bois conventionnelles et n'est par conséquent, sans mesures d'encouragement comme la rétribution à prix coûtant du courant injecté, pas encore concurrentielle. Cette installation est particulièrement intéressante par exemple pour les entreprises qui utilisent toute l'année la chaleur produite et qui peuvent consommer elles-mêmes le courant produit. «D'un point de vue tech-

nique, nous sommes prêts à commercialiser l'installation. A l'avenir, nous voulons nous efforcer de fabriquer l'installation à moindre coûts, par exemple en optimisant l'échangeur gaz de combustion-air, composant central de l'installation», précise Philipp Lüscher.

La chaudière à bois avec turbine à air chaud est non seulement conçue pour les réseaux de chauffage à distance et les entreprises industrielles mais aussi pour les entreprises de valorisation des déchets de bois ainsi que pour les grands consommateurs de chaleur et d'électricité comme des stades de football ou des jardins zoologiques. L'innovation cleantech de l'entreprise suisse trouve également un écho favorable dans des pays comme l'Autriche et l'Italie mais aussi au Japon et en Chine.

||||||

www.schmid-energy.ch, www.heissluftturbine.ch

Le rapport final sur le projet est disponible (en allemand) sur : <https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=34699>

Contactez Yasmine Calisesi (yasmine.calisesi@bfe.admin.ch), section Cleantech de l'OFEN, pour toute information complémentaire sur le projet.

L'OFEN ENCOURAGE DES PROGRAMMES-PILOTES, DE DÉMONSTRATION ET DES PROGRAMMES PHARE

La turbine à air chaud de l'installation de couplage chaleur-force de Guin fait partie du programme de soutien aux projets phare de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) qui encourage le développement de technologies et de solutions novatrices proches du marché dans le domaine de l'utilisation économique et rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables. Le prototype de l'installation a été soutenu par ce programme. L'OFEN encourage les projets-pilotes, de démonstration et programmes phare en participant à 40% des coûts imputables. Les demandes peuvent être déposées en tout temps.

www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration,
www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm

D'autres articles techniques sur les projets de recherche, projets-pilotes, projets de démonstration et projets phare dans le domaine du bois et autre biomasse sont disponibles sur : www.bfe.admin.ch/CT/bioenergie.