



Inauguration, 28 avril 1992

## Centrale solaire du Mont-Soleil

### Centrale solaire photovoltaïque PHALK MONT-SOLEIL

#### Description succincte du projet

Puissance maximale de l'ensemble des panneaux (pour STC)	560 kWp DC
Puissance nominale de l'onduleur à 16 kV (pour STC)	500 kW AC
Tension de service du système photovoltaïque	840 VDC ( $\pm$ 420V)
Surface des panneaux	4' 500 m <sup>2</sup>
Inclinaison des panneaux	50°
Surface occupée par l'installation	20' 000 m <sup>2</sup>
Production annuelle d'énergie	720' 000 kWh

#### Maître de l'ouvrage/ Opérateur de la centrale

L'initiative du projet revient à Electrowatt S.A., Zurich et aux Forces Motrices Bernoises FMB. Le Consortium chargé de la réalisation du projet comprend, en plus des deux instigateurs, un partenaire de l'industrie et neuf fournisseurs d'électricité.

Le financement du projet est assuré par le Consortium, auquel se sont joints le Fonds National pour la Recherche Energétique NEFF ainsi que le Canton de Berne avec des contributions importantes.

L'opération journalière de la centrale solaire sera assurée par le fournisseur local d'électricité: la Société des Forces Electriques de La Goule S.A. Le programme étendu de recherche et développement sera exécuté par un groupe associant des représentants de l'industrie, des hautes écoles et des technicums avec la participation financière de la Confédération.

#### Site

La centrale est située sur une prairie au dessus de St-Imier, dans le Jura bernois, à une altitude de 1270m. Les coordonnées en sont: km 566.0/ 223.7. Le terrain est relativement nivelé, avec une pente de 6° dirigée vers le SSE, dont la déviation par rapport au sud est de 30°. Le site se trouve au dessus du niveau habituel du brouillard. Sur la base des données METEONORM, ce site peut compter avec un rayonnement de 1400 kWh/m<sup>2</sup>a sur le plan incliné des panneaux photovoltaïques.

Le site choisi pour la centrale solaire photovoltaïque est représentatif d'un site de montagne d'altitude moyenne. L'ensoleillement est optimal, grâce à l'absence pratiquement totale d'ombres portées et de brouillard. Du fait de l'infrastructure existante, l'installation en ce site ne requiert ni une extension prolongée du chemin d'approche ni la mise en oeuvre de moyens importants pour la connexion au réseau de distribution électrique. De l'eau ainsi qu'un branchement téléphonique sont également disponibles. Le site est bien accessible sur toute l'année, avec des moyens de transport publics également. A ce site, la centrale s'intègre bien dans le paysage et jouit d'un bon accueil de la part de la population et des autorités locales.

Après la terminaison des travaux de construction, il est prévu d'utiliser le terrain de la centrale comme pâturage ovin.

## **Buts du projet**

PHALK Mont-Soleil est un projet suisse de recherche, développement et démonstration dans le domaine de la production photovoltaïque d'électricité. Le projet comprend la planification, la construction et la mise en service d'une centrale solaire photovoltaïque d'une puissance de pointe de 500 kW, optimisée tant des points de vue technique qu'économique, d'après l'état actuel des connaissances. La centrale doit offrir la possibilité de mettre sur pied des expériences de grande envergure et aussi prolongées dans le temps, ayant pour buts la recherche et le développement, tant sur le système dans son ensemble que sur des composants pris un à un. Elle doit également se prêter à des buts didactiques et d'enseignement.

## **Le générateur photovoltaïque**

Les 10'560 panneaux solaires à cellules monocristallines de type Siemens M55, non-encadrés, sont placés sur 110 structures de support ou tables. Les tables sont disposées sur des rangées parallèles le long des lignes de niveau du terrain. Chaque table repose sur deux pieds encastrés dans des fondations à sabot. Les deux pieds sont reliés par un profilé solide en acier sur lequel sont montés 12 grands modules pré-assemblés à 8 panneaux chacun. Les panneaux non-encadrés sont fixés au cadre métallique du grand module par collage au silicone. Une table porte alors 96 panneaux et représente une puissance installée de 5 kW. Le choix de la technique de montage résulte d'une optimisation portant sur la résistance aux conditions météorologiques (variations de température, vent, neige et pluie), sur la durabilité, la facilité de montage et sur les coûts.

La centrale est divisée en deux sections: une section ouest et une section est, de part et d'autre d'une conduite d'eau enterrée dans le sol de la commune de St-Imier. Du point de vue électrique, la centrale est subdivisée en 11 champs fonctionnant en parallèle. La tension de service est de 840 VDC avec une mise à terre au milieu, ramenant la tension à  $\pm 420V$ . Le courant maximal en provenance des 4'500 m<sup>2</sup> de panneaux solaires est de 670 A.

## **Fourniture au réseau**

Une ligne aérienne de distribution à 16 kV des Forces Motrices de la Goule S.A. passe juste au nord du terrain de la centrale PHALK. L'énergie de la centrale est injectée dans le réseau à cet endroit.

## **Onduleur**

L'onduleur 500 kW est du type GTO à commutation propre à basse fréquence, avec deux groupes de contacteurs à 6 éléments chacun. Chaque groupe est commuté avec une fréquence maximale de 250 Hz, de façon décalée entre eux. Les deux groupes sont reliés à des transformateurs, l'un connecté en triangle, l'autre en étoile, eux-mêmes assurant la connexion à la ligne de distribution de 16 kV. Ce concept permet d'atteindre un bon rendement tout en maintenant les harmoniques à un niveau très bas.

L'onduleur est conçu dès le départ de façon que par la suite il puisse être combiné avec un onduleur plus petit (p. ex. 100 kW) commuté à haute fréquence et à modulation de largeur des pulsations. Ce petit onduleur sera à même de fonctionner à lui tout seul dans le domaine des charges partielles avec un rendement élevé et assumera dans le domaine des puissances plus élevées le rôle d'un filtre actif, fonctionnant alors en parallèle avec l'onduleur principal. Les études pour la réalisation de ce concept sont en cours de manière conjointe tant auprès de l'Institut pour l'automatique et l'électronique industrielle de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich ainsi qu'auprès de ABB Drives SA.

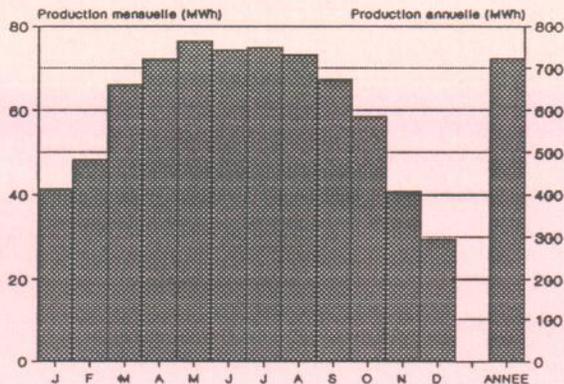
## Particularités du projet

Le projet actuel d'une centrale photovoltaïque de 500 kW au Mont-Soleil se base sur des travaux préliminaires s'étendant sur plusieurs années. Dans les années 1986/ 87 fut réalisée chez Electrowatt Ingénieurs Conseils S.A. une étude du concept, indépendamment d'un site, avec l'appui de l'Office fédéral de l'énergie. Le titre de l'étude "PHALK 500" est une abbréviatiion de "Centrale photovoltaïque alpine avec une puissance de 500 kW" (Photovoltaisches Alpines Kraftwerk mit 500 kW Leistung).

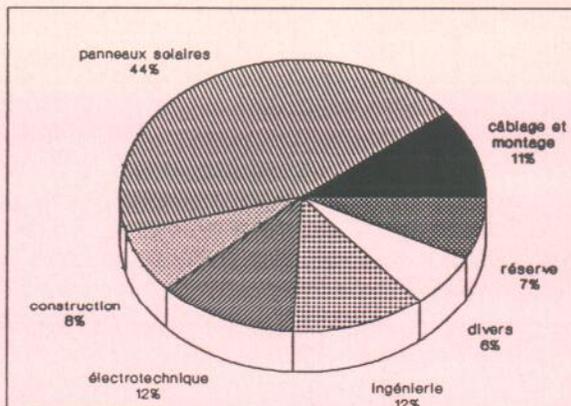
Lors de l'élaboration du budget, les coûts de l'installation PHALK Mont-Soleil furent estimés à 8,4 millions de francs (sans les coûts du programme de recherche et de développement). 44% de ce total correspondent au coût des panneaux photovoltaïques. La répartition des coûts est illustrée dans le diagramme ci-dessous. S'agissant d'une centrale pilote de recherche, de développement et de démonstration, ni la question de rentabilité ni celle de coût du courant produit sont au centre des préoccupations pour PHALK Mont-Soleil. Nous nous attendons aujourd'hui à des coûts de production d'énergie avoisinant 1 franc par kWh.

## Plan des travaux

La construction fut commencée en été 1991. La mise en service officielle est prévue au printemps 1992.



Production d'électricité attendue dans le courant d'une année



Répartition des coûts d'investissement