

ANNUAL REPORT 1997

Project Number : 17862
Contract Number : 57447

ENET Number :

Project Title : **Roof integrated amorphous silicon photovoltaic plant
IMT Neuchâtel**

Abstract :

The grid-connected PV plant of 6.4 kWp at IMT Neuchatel was the first of its kind in Switzerland: large-area amorphous silicon panels are aesthetically integrated into the roof of a sixty years old building. The plant was implemented and commissioned in autumn 1996.

During the four years of operation the plant showed an excellent reliability and performance:

- availability since the start-up of 100 %,
- annual production yield around 1'075 kWh/kWp,
- coefficient of performance of 0.80,

These figures are remarkably high for a plant located on the Swiss Plateau and for the panels operating at relatively high temperatures because of the roof integration without backside ventilation. Even these are only preliminary results (a detailed monitoring will be available in 1998 only) amorphous silicon modules proved to have, a superior production yield as compared to crystalline silicon. They are particularly suitable for building integration, where higher operation temperatures occur. The only handicap of the amorphous silicon technology commercially available today is the still low conversion efficiency (total average system efficiency 4.2 %, crystalline systems 8 to 10 %).

A detailed analysis/study of the plants behaviour with regard to the light induced degradation (Staebler Wronski Effect) and the operating temperature of the panels shall be carried out in 1998.

Duration of the Project : **01.08.1996 – 31.12.1998 (to be extended)**

Responsible for the project :

Reto Tscharnner

Reporting on the project :

Reto Tscharnner

Address :

Institut de Microtechnique
Rue A.-L. Breguet 2
CH-2000 Neuchâtel

Telephone : +41 32 718 33 55

Fax : +41 32 718 32 01

http: //www-micromorph.unine.ch

Email : reto.tscharnner@unine.ch

Installation photovoltaïque intégrée en silicium amorphe

Institut de Microtechnique de l'Université (IMT) Neuchâtel

1. Objectifs du projet pour 1997

Suivi de l'installation photovoltaïque réalisée et mise en service en automne 1996.

2. Brève description de l'installation/du projet

Il s'agit d'une première installation photovoltaïque couplée au réseau en Suisse où sont mise en application des modules à couches minces en silicium amorphe de grande surface, permettant:

- * une intégration esthétique dans la toiture du bâtiment (Fig. 1), remplissant en même temps la fonction d'une couverture étanche;
- * un éclairage naturel de fond dans certains locaux (bibliothèque, laboratoire des étudiants) par des modules semi-transparents;
- * de déterminer le comportement typique d'un système en silicium amorphe (qui est différent par rapport au silicium cristallin) dans un environnement réel par la mesure et l'analyse du rendement énergétique en fonction de la température et de l'effet de dégradation par l'intensité lumineuse (effet de Staebler-Wronski);
- * de l'utiliser à des fins d'enseignement et de recherche.

Fig.1: Installation photovoltaïque intégrée dans la toiture du bâtiment IMT à Neuchâtel

Données techniques de l'installation

Surface photovoltaïque totale	124 m ²
Partie semi-transparente	16 m ²
Puissance électrique (DC)	6.44 kW _p
Apport énergétique	env. 6'600 kWh/a

L'installation est composée de 207 modules ASE-Phototronics PM 6008 A (dont 26 semi-transparents) et divisée en trois champs photovoltaïques d'une puissance de 2 à 2.2 kW_p, chacun relié à un onduleur Topclass Grid TCG 2500/4.

Les parties semi-transparentes sur la bibliothèque et le laboratoire des étudiants (2x8 m²) sont une nouveauté intéressante de l'intégration du photovoltaïque dans le bâtiment: les panneaux laissent passer suffisamment de lumière pour un éclairage naturel de fond de ces locaux et permettent en même temps de "voir" le photovoltaïque de l'intérieur.

Le groupe de recherche du Professeur Shah à l'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel travaille depuis dix ans dans la technologie des cellules solaires à couches minces en silicium amorphe et microcristallin. Cette voie est très prometteuse car elle permettra à moyen terme de fabriquer des modules de grande surface meilleur marché et plus écologiques (très peu de silicium et moins d'énergie grise) que les panneaux en silicium cristallin utilisés principalement aujourd'hui.

Des modules en silicium amorphe sont déjà fabriqués industriellement et commercialisés depuis un certain nombre d'années. Mais à cause de leur faible rendement (rendement stabilisé entre 3 à 4%) et souvent de leur petite surface, ils étaient jusqu'à présent peu utilisés dans les bâtiments pour la production d'énergie électrique. Aujourd'hui on trouve sur le marché une seconde génération de modules ayant des surfaces de 0.5 à 1.5 m² et des rendements stabilisés entre 5 à 6.5%. Certes, ces rendements sont encore modestes (en laboratoire on obtient 13 %), mais ils évoluent constamment. Il est donc déjà intéressant de réaliser des installations pilotes aujourd'hui, pour analyser le comportement des modules en silicium amorphe intégrés dans un bâtiment sous des conditions réelles. Les résultats obtenus peuvent ainsi influencer favorablement la recherche et le développement technologique de nouvelles cellules solaires.

Une ventilation arrière est indispensable pour les panneaux en silicium cristallin à cause de la forte diminution de leur rendement par la température (env. 0.4 %/°C). Pour les panneaux amorphes cette diminution est 2 fois plus faible et leur rendement stabilisé augmente légèrement avec la température. Un des buts du projet est de répondre à la question de savoir si des panneaux en silicium amorphe peuvent être intégrés dans l'enveloppe non-ventilée d'un bâtiment sans trop de pertes. L'analyse des mesures devrait permettre d'évaluer le rendement énergétique des panneaux par rapport à leur température de fonctionnement et de déterminer l'influence de l'effet Staebler-Wronski (dégradation par l'intensité lumineuse).

3. Etat actuel du projet

L'installation a été construite en septembre 1996 et mise en service le 10 octobre 1996. Depuis, l'installation fonctionne à 100 % et donne entièrement satisfaction.

Le contrat du projet P&D a été signé en juillet 1997 seulement, raison pour laquelle le système de mesure ne sera opérationnel qu'à la fin 1997. Néanmoins, le relevé mensuel de la production électrique et du rayonnement solaire a permis de faire les premières analyses du fonctionnement de l'installation pendant la première année de service.

4. Travaux effectués et événements importants

Le suivi de l'installation s'est résumé, en 1997, à des relevés mensuels de l'ensoleillement et de l'énergie produite.

Après la signature du contrat P&D en juillet 1997 le Bureau d'ingénieur Hostettler à Berne a été mandaté pour mettre en place un système de mesure et de développer le logiciel d'acquisition de données. Le système devrait être opérationnel fin décembre 1997.

5. Résultats obtenus

Etant situé sur le Plateau Suisse l'installation IMT a démontré, avec **un indice de performance de 0.80 et un rendement spécifique de 1'075 kWh/kW_p**, des valeurs exceptionnelles (Tab. 1). Or de telles valeurs ne sont normalement obtenues que pour des installations dans les hauteurs du Jura ou dans les Préalpes. De plus, la température des panneaux a dépassé 70°C à plusieurs instants pendant l'été à cause de l'intégration des panneaux dans la toiture sans ventilation arrière.

mois	H _I [kWh/m ²]	E _{I0+} [kWh]	Y _r [kWh/kW _p d]	Y _f [kWh/kW _p d]	PR	η _{tot}	Betr. [%]
déc. 96	---	121.7	---	0.61	---	---	100
janv. 97	16.2	62.8	0.52	0.31	0.59	0.031	100
fév. 97	69.4	372	2.48	2.06	0.83	0.043	100
mars 97	129.5	692.6	4.18	3.47	0.83	0.043	100
avril 97	175.7	928.6	5.86	4.81	0.82	0.043	100
mai 97	184.3	948	5.95	4.75	0.80	0.041	100
juin 97	142.8	718.5	4.76	3.72	0.78	0.041	100
juillet 97	159.1	802.6	5.13	4.02	0.78	0.041	100
août 97	173.5	892.6	5.60	4.47	0.80	0.041	100
sept. 97	143.1	744.5	4.77	3.85	0.81	0.042	100
oct. 97	96.8	493.2	3.12	2.47	0.79	0.041	100
nov. 97	33.2	151.6	1.11	0.78	0.71	0.037	100
total 96/97		6925.1		2.95			100
total 97	1323.5	6803.4	3.95	3.16	0.80	0.042	100

- H_I rayonnement solaire dans le plan des panneaux
- E_{I0+} énergie produite de l'installation (à la sortie de l'onduleur)
- Y_r productivité solaire de référence
- Y_f productivité de l'installation
- PR indice de performance de l'installation
- η_{tot} efficacité totale de l'installation
- Betr. disponibilité de l'installation

Tableau 1: Valeurs mensuelles de l'installation IMT selon la terminologie du Joint Research Centre Ispra de la Communauté Européenne

Après une année de fonctionnement seulement et malgré l'absence de mesures détaillées, ces résultats démontrent déjà **la supériorité du rendement énergétique de la technologie du silicium amorphe** par rapport au silicium cristallin et ceci **surtout si la température des panneaux est élevée**.

Le seul mauvais point de la technologie actuelle du silicium amorphe est le **encore faible rendement total de l'installation de 4.2 %** seulement, comparé avec le silicium cristallin où l'on obtient 8 à 10 %.

6. Perspectives pour 1998

Avec la mise en service du système de mesure (prévu pour la fin 1997), des analyses plus détaillées seront possibles pour la deuxième année d'opération (1997/98) de l'installation.

Les activités suivantes sont envisagées pour 1998:

- surveiller le bon fonctionnement de l'installation et du système de mesure et d'acquisition de données;
- procéder à des analyses détaillées du fonctionnement de l'installation;
- étudier/caractériser le rendement énergétique de l'installation par rapport à la température et à la dégradation lumineuse (effet Staebler-Wronski) des panneaux;
- publier des articles dans des journaux et présenter des résultats lors des conférences, congrès etc.

7. Publications

Aucune publication n'a encore paru à ce jour, mais des publications sont prévues en 1998.