

ANNUAL REPORT 1998

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 is 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 two years of operation the plant showed an excellent reliability and performance:

- availability since the start-up of 100 %,
- cummulated energy production of 26.6 MWh,
- annual production yield of 1'050 kWh/kWp,
- coefficient of performance of 0.78.

These figures are remarkably high for a plant located on the Swiss Plateau and for panels operating at relatively high temperatures, resulting from the roof interation without backside ventilation. Amorphous silicon modules have, thus, proven to be particularly suitable for building integration. At higher operation temperatures amorphous silicon modules show production yields that are 15 to 20 % superior to those of crystalline silicon modules of identical nominal power rating.

The data acquisition system providing detailed data on the operation of the plant is functioning since the End of March 98. An analysis/study with regards to light-induced degradation (Staebler-Wronski effect) and to the operating temperature of the panels has been started.

Duration of the Project : **01.08.1996 – 31.12.1999**

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 1998

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

Mise en service du système d'acquisition de données et début de la campagne de mesures et d'analyses.

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, remplissant en même temps la fonction de 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 l'ensoleillement, 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.

Données techniques de l'installation

Surface photovoltaïque totale	122.4 m ²
Partie semi-transparente	16 m ²
Puissance électrique (DC)	6.44 kW _p

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.

3. Etat actuel du projet

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

Depuis fin mars 1998 le système d'acquisition de données est fonctionnel. Il permet de suivre minutieusement la production de l'installation et d'effectuer des analyses sur le comportement de l'installation par rapport à l'ensoleillement, la température, la dégradation par la lumière etc.

4. Travaux effectués et événements importants

Le Bureau d'ingénieur Hostettler à Berne a été mandaté pour mettre en place un système de mesure et développer le logiciel d'acquisition de données. Après évaluation des systèmes de mesures utilisés dans d'autres projets, il s'est avéré que ceux-ci étaient soit trop coûteux ou pas adaptés à notre installation. Dès lors une solution économique a été trouvée par un système composé

- d'une unité de mesure HP 34970A pour l'acquisition des températures et du rayonnement solaire,

- d'un PC avec interfaces pour les trois onduleurs et l'unité de mesure HP 34970A,
- d'un logiciel développé pour l'acquisition, le traitement et le stockage des mesures. Les données sont stockées dans un fichier journalier normalisé selon IEC et JRC Ispra. Une mesure des paramètres est effectuée tous les 15 secondes; l'ordinateur fait ensuite toutes les 10 minutes une écriture dans le fichier journalier des valeurs moyennes et intégrées.

Le système d'acquisition de données a été mis en service en mars 1998 et fonctionne, après quelques problèmes initiaux, avec une bonne fiabilité. La figure 1 montre le schéma du système et la conception du fichier journalier normalisé.

Dans le cadre de son travail de diplôme un étudiant à l'Institut de Microtechnique à Neuchâtel a conçu un programme (en langage Java) de visualisation et d'analyse. Le programme permet

- de visualiser les fichiers journaliers (fig. 2),
- de calculer les valeurs caractéristiques journalières et mensuelles selon JRC Ispra,
- de présenter graphiquement la production mensuelle de l'installation.

Figure 2: visualisation d'un fichier journalier

5. Résultats obtenus

Les tableaux 1 et 2 montrent les valeurs mensuelles et annuelles 1997 et 1998 de l'installation selon la terminologie du Joint Research Centre (JRC) de la Communauté Européenne à Ispra. La performance de l'installation est resumée par les caractéristiques suivantes:

		1997	1998
rendement spécifique	[kWh/kW _p]	1'079	1'020
indice de performance		0.80	0.76
rendement énergétique total	[%]	4.2	4.0

Le **rendement spécifique** ne dépend pas seulement de la performance de l'installation proprement dite mais aussi du lieu et du rayonnement solaire. En 1997, le rayonnement était 8.5 % plus élevé par rapport à la moyenne des 15 dernières années (C. Meier, Photovoltaik Energiestatistik 1997). Le rendement 1998 n'est pas encore définitif mais il dépasse aussi pour la deuxième année de service de l'installation 1000 kWh/kW_p, valeur excellente pour une installation située sur le Plateau Suisse et pour des panneaux fonctionnant à des températures élevées à cause de l'intégration dans le toit du bâtiment sans ventilation arrière.

L'**indice de performance** et le **rendement énergétique total** ont baissé de 5 % en 1998 par rapport à 1997, dû certainement à la dégradation initiale des panneaux par la lumière (effet Staebler-Wronski) pendant la première année de service. On peut toutefois observer une légère augmentation des valeurs pendant les mois chauds d'été (par rapport aux valeurs mesurées au printemps à rayonnement égal), ce qui confirme le comportement attendu d'une installation en silicium amorphe. De plus, on ne remarque pas de baisse sensible en été et ceci malgré la température élevée des panneaux entre 60 et 70°C pendant plusieurs heures de la journée (figure 2). La température des panneaux se situe env. 40°C au-dessus de la température ambiante à un ensoleillement de 1000 Wm⁻².

Les panneaux en silicium amorphe offrent des avantages particuliers pour une intégration architecturale (toitures, façades) d'une installation photovoltaïque où la ventilation arrière est souvent limitée, voir absente. En effet, une ventilation arrière est indispensable pour les panneaux en silicium cristallin à cause de la forte diminution de leur rendement par la température (env. 0.45 %/°C). Pour les panneaux amorphes cette diminution est très faible, il en résulte un rendement énergétique de 15 à 20 % supérieur à celui d'une installation en silicium cristallin de puissance nominale égale.

6. Perspectives pour 1999

Les activités suivantes sont envisagées pour 1999:

- surveiller le bon fonctionnement de l'installation et du système de mesure et d'acquisition de données;
- procéder à des analyses détaillées 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;
- éditer le rapport final.

7. Publications

R. Tscharnner, Rendement énergétique des installations photovoltaïques intégrées en silicium amorphe, Symposium photovoltaïque national, Berne, 1998

Figure 1: Système d'acquisition de données et format du fichier journalier normalisé

mois	H_I [kWh/m ²]	E_{IO+} [kWh]	Y_r [kWh/kW _{pd}]	Y_f [kWh/kW _{pd}]	PR	η_{tot}	Betr. [%]
janvier	16.2	62.8	0.52	0.31	0.59	0.031	100
février	69.4	372	2.48	2.06	0.83	0.043	100
mars	129.5	692.6	4.18	3.47	0.83	0.043	100
avril	175.7	928.6	5.86	4.81	0.82	0.043	100
mai	184.3	948	5.95	4.75	0.80	0.041	100
juin	142.8	718.5	4.76	3.72	0.78	0.041	100
juillet	159.1	802.6	5.13	4.02	0.78	0.041	100
août	173.5	892.6	5.60	4.47	0.80	0.041	100
septembre	143.1	744.5	4.77	3.85	0.81	0.042	100
octobre	96.8	493.2	3.12	2.47	0.79	0.041	100
novembre	33.2	151.6	1.11	0.78	0.71	0.037	100
décembre	31.4	142.4	1.01	0.71	0.70	0.037	100
total 1997	1355	6949.4	3.71	2.96	0.80	0.042	100

H_I rayonnement solaire dans le plan des panneaux
 E_{IO+} 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 1997 de l'installation IMT

mois	H_I [kWh/m ²]	E_{IO+} [kWh]	Y_r [kWh/kW _{pd}]	Y_f [kWh/kW _{pd}]	PR	η_{tot}	Betr. [%]
janvier	41.4	171.6	1.34	0.86	0.64	0.034	100
février	92.1	480.9	3.29	2.67	0.81	0.043	100
mars	111.8	557.3	3.61	2.79	0.77	0.040	100
avril	117.3	580.3	3.91	3.00	0.77	0.040	100
mai	189	926.5	6.10	4.64	0.76	0.040	100
juin	172.2	839.6	5.74	4.35	0.76	0.040	100
juillet	174.2	857.6	5.62	4.30	0.76	0.040	100
août	179.1	894.6	5.78	4.48	0.78	0.041	100
septembre	105.1	524.6	3.50	2.72	0.78	0.041	100
octobre	73.4	358.8	2.37	1.80	0.76	0.040	100
novembre	51.4	243.3	1.71	1.26	0.74	0.039	100
décembre							
total 1998	1307	6435.1	3.91	2.99	0.76	0.040	100

H_I rayonnement solaire dans le plan des panneaux
 E_{IO+} 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 2: Valeurs mensuelles 1998 de l'installation IMT