

ANNUAL REPORT 2000

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 %,
- cummulated energy production of 26.6 MWh,
- annual production yield around 1'000 kWh/kWp,
- coefficient of performance of 0.76,
- no further noticable reduction of power production has been observed after the initial light induced degradation (Staebler-Wronski effect) during the first year of operation.

These figures are remarkably high for a plant located on the Swiss Plateau. Moreover, during the summer period the panels operate at relatively high temperatures resulting from the roof integration 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.

Duration of the Project : 01.08.1996 – 31.12.2000

Responsible for the project : Reto Tscharner

Reporting on the project : Reto Tscharner

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.tscharner@unine.ch

Installation photovoltaïque intégrée en silicium amorphe

Institut de Microtechnique de l'Université (IMT) Neuchâtel

1. Objectifs du projet pour 2000

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

Analyses des mesures du système d'acquisition de données.

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 système d'acquisition de données, a permis de suivre le bon fonctionnement de l'installation. La production et la performance du système sont présentées en chapitre 5. Des analyses détaillées (dégradation, effet Staebler-Wronski, comportement en température élevée etc.) seront traitées dans le rapport final, prévu pour printemps 2001.

5. Résultats obtenus

La performance de l'installation est resumée par les caractéristiques suivantes:

		1997	1998	1999	2000
ensoleillement	[kWh/m ²]	1'355	1'341 -1%	1'239 -8.6%	1'337 -1%
rendement spécifique	[kWh/kW _p]	1'079	1'020	936	998
rendement spécifique normalisé par rapport à l'ensoleillemnt 1997	[kWh/kW _p]	1'079	1'033 -4.3%	1'024 -5.1%	1'011 -5.6%
indice de performance		0.80	0.76	0.76	0.75
rendement énergétique total	[%]	4.20	4.03 -4%	3.99 -5%	3.94 -6%

Le rendement spécifique ne dépend pas seulement de la performance de l'installation proprement dite mais aussi du lieu et du rayonnement solaire. Par rapport à 1997, le rayonnement était 1% plus bas en 1998 et 2000, et 8.6% plus bas en 1999. Pour pouvoir comparer les rendements d'une année à l'autre, on a normalisé les rendements 1998 à 2000 par rapport à l'ensoleillement 1997. On constate que le rendement spécifique normalisé se situe toujours autours de 1000 kWh/kW_p, et ceci après quatre ans de service. C'est une valeur excellente pour une installation située sur le Plateau Suisse et pour des panneaux fonctionnant à des températures élevées.

L'indice de performance et le rendement énergétique total ont baissé de 4 % en 1998 par rapport à 1997, dû à la dégradation initiale des panneaux par la lumière (effet Staebler-Wronski) pendant la première année de service. En 1999 et 2000, on n'observe cependant qu'une très légère diminution de ces valeurs, ce qui est normal également pour la plus part des installations photovoltaïques en silicium cristallin. On remarque une légère augmentation des valeurs (comportement caractéristique des panneaux en silicium amorphe) pendant les mois chauds d'été (juillet à septembre), par rapport aux valeurs mesurées au printemps à rayonnement égal. De plus, on ne remarque aucune baisse sensible en été et ceci malgré la température élevée des panneaux entre 60 et 70°C pendant plusieurs heures de la journée.

L'installation se distingue par une **très haute fiabilité**: aucune panne s'est produite depuis la mise en service en octobre 1996.

Le tableaux 1 et la figure 1 montrent les valeurs mensuelles 1996 à 2000 de l'installation selon la terminologie standard de l'IEA.

L'expérience de 4 ans de service de l'installation confirme que les panneaux en silicium amorphe offrent des avantages particuliers pour l'intégration architecturale (toitures, façades) 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 2001

Les activités suivantes sont envisagées pour 2000:

- continuer le suivi de l'installation;
- éditer le rapport final pour printemps 2001.

7. Publications

Aucune publication a été réaliséée en 2000.

mois	Hg kWh/m2	HI kWh/m2	Tam °C	EIO+ kWh	Yr.g kWh/kWd	Yr kWh/kWd	Yf kWh/kWd	PR	ηtot	Betr. %
1996										
octobre 1)	40.0		10.0	277.1	1.82		1.96			71
novembre	30.8		5.3	263.7	1.03		1.36			100
décembre	19.9		0.9	121.7	0.64		0.61			100
total 1996	90.7		6.0	662.5	1.09		1.24			90
1997										
janvier	15.8	16.2	-0.6	62.8	0.51	0.52	0.31	0.60	0.032	100
février	46.9	69.4	4.7	372.0	1.68	2.48	2.06	0.83	0.044	100
mars	97.9	129.5	8.2	692.6	3.16	4.18	3.47	0.83	0.044	100
avril	149.7	175.7	9.3	928.6	4.99	5.86	4.81	0.82	0.043	100
mai	166.7	184.3	14.0	948.0	5.38	5.95	4.75	0.80	0.042	100
juin	137.3	142.8	16.4	718.5	4.58	4.76	3.72	0.78	0.041	100
juillet	148.5	159.1	17.3	802.6	4.79	5.13	4.02	0.78	0.041	100
août	149.9	173.5	20.3	892.6	4.84	5.60	4.47	0.80	0.042	100
septembre	117.1	143.1	15.9	744.5	3.90	4.77	3.85	0.81	0.043	100
octobre	64.8	96.8	10.1	493.2	2.09	3.12	2.47	0.79	0.042	100
novembre	28.0	33.2	5.4	151.6	0.93	1.11	0.78	0.71	0.037	100
décembre	21.2	31.4	3.2	142.4	0.68	1.01	0.71	0.70	0.037	100
total 1997	1143.8	1355.0	10.4	6949.4	3.13	3.71	2.96	0.80	0.042	100
1998										
janvier	24.6	41.4	2.5	171.6	0.79	1.34	0.86	0.64	0.034	100
février	59.9	92.1	4.3	480.9	2.14	3.29	2.67	0.81	0.043	100
mars	89.7	111.8	6.8	557.3	2.89	3.61	2.79	0.77	0.041	100
avril	99.9	117.3	8.8	580.3	3.33	3.91	3.00	0.77	0.040	100
mai	172.5	189.0	15.4	926.5	5.56	6.10	4.64	0.76	0.040	100
juin	160.6	172.2	17.7	839.6	5.35	5.74	4.35	0.76	0.040	100
juillet	168.1	174.2	20.2	857.6	5.42	5.62	4.30	0.76	0.040	100
août	158.2	179.1	19.6	894.6	5.10	5.78	4.48	0.78	0.041	100
septembre	86.9	105.1	14.2	524.6	2.90	3.50	2.72	0.78	0.041	100
octobre	55.0	73.4	10.7	358.8	1.77	2.37	1.80	0.76	0.040	100
novembre	34.0	51.4	3.0	243.3	1.13	1.71	1.26	0.74	0.039	100
décembre	23.7	34.4	1.2	154.5	0.76	1.11	0.77	0.70	0.037	100
total 1998	1133.1	1341.4	10.4	6589.6	3.10	3.68	2.80	0.76	0.040	100
1999										
janvier	29	42.1	2.3	205.7	0.94	1.36	1.03	0.76	0.040	100
février	39.1	54.2	0.9	260.0	1.40	1.94	1.44	0.74	0.039	100
mars	82.7	107.1	6.4	527.9	2.67	3.45	2.64	0.77	0.040	100
avril	107.5	125.8	9.2	613.1	3.58	4.19	3.17	0.76	0.040	100
mai	141	133.2	15.7	638.2	4.55	4.30	3.20	0.74	0.039	100
juin	162.8	173.3	16.0	839.3	5.43	5.78	4.34	0.75	0.040	100
juillet	188.4	200.9	19.8	975.0	6.08	6.48	4.88	0.75	0.040	100
août	139.8	145.2	19.0	728.9	4.51	4.68	3.65	0.78	0.041	100
septembre	103.6	122.3	17.5	612.3	3.45	4.08	3.17	0.78	0.041	100
octobre	52.1	64.8	10.1	315.0	1.68	2.09	1.58	0.75	0.040	100
novembre	25	32.4	3.3	145.5	0.83	1.08	0.75	0.70	0.037	100
décembre	24.8	37.3	3.1	169.2	0.80	1.20	0.85	0.70	0.037	100
total	1,095.8	1,238.6	10.3	6,030.1	3.00	3.39	2.57	0.76	0.040	100
2000										
janvier	28.3	39.8	1.0	180.4	0.91	1.28	0.90	0.70	0.037	100
février	47.6	67.3	4.3	323.6	1.64	2.32	1.73	0.75	0.039	100
mars	91.4	123.6	6.8	602.0	2.95	3.99	3.02	0.76	0.040	100
avril	118.3	134.5	10.1	639.1	3.94	4.48	3.31	0.74	0.039	100
mai	158.5	163.0	15.6	781.4	5.11	5.26	3.91	0.74	0.039	100
juin	183.2	206.5	18.7	991.5	6.11	6.88	5.13	0.75	0.039	100
juillet	154.6	140.8	17.1	679.8	4.99	4.54	3.41	0.75	0.039	100
août	150.0	169.0	19.9	820.5	4.84	5.45	4.11	0.75	0.040	100
septembre	115.2	142.4	16.0	705.9	3.84	4.75	3.65	0.77	0.040	100
octobre	56.5	71.6	11.1	345.7	1.82	2.31	1.73	0.75	0.039	100
novembre	33.0	43.9	7.2	204.0	1.10	1.46	1.06	0.72	0.038	100
décembre 2)	23.2	34.4	2.5	155.4	0.75	1.11	0.78	0.70	0.037	100
total	1,159.8	1,336.8	10.9	6,429.3	3.18	3.66	2.74	0.75	0.039	100
1997-2000	1,133.1	1,318.0	10.5	25,998.4	3.10	3.61	2.77	0.77	0.040	100

1) mise en service 10.10.1996

2) moyenne 1997-99

Tableau 1: Valeurs mensuelles 1996 à 2000 de l'installation IMT-Neuchâtel

H_g	rayonnement solaire global sur une surface horizontale (ANETZ Neuchâtel)
H_l	rayonnement solaire dans le plan des panneaux
T_{am}	température ambiante moyenne (ANETZ Neuchâtel)
E_{lO+}	énergie produite de l'installation (à la sortie de l'onduleur)
$Y_{r,g}$	productivité solaire globale
Y_r	productivité solaire de référence
Y_f	productivité de l'installation
PR	indice de performance de l'installation
η_{tot}	rendement total de l'installation
Betr.	disponibilité de l'installation

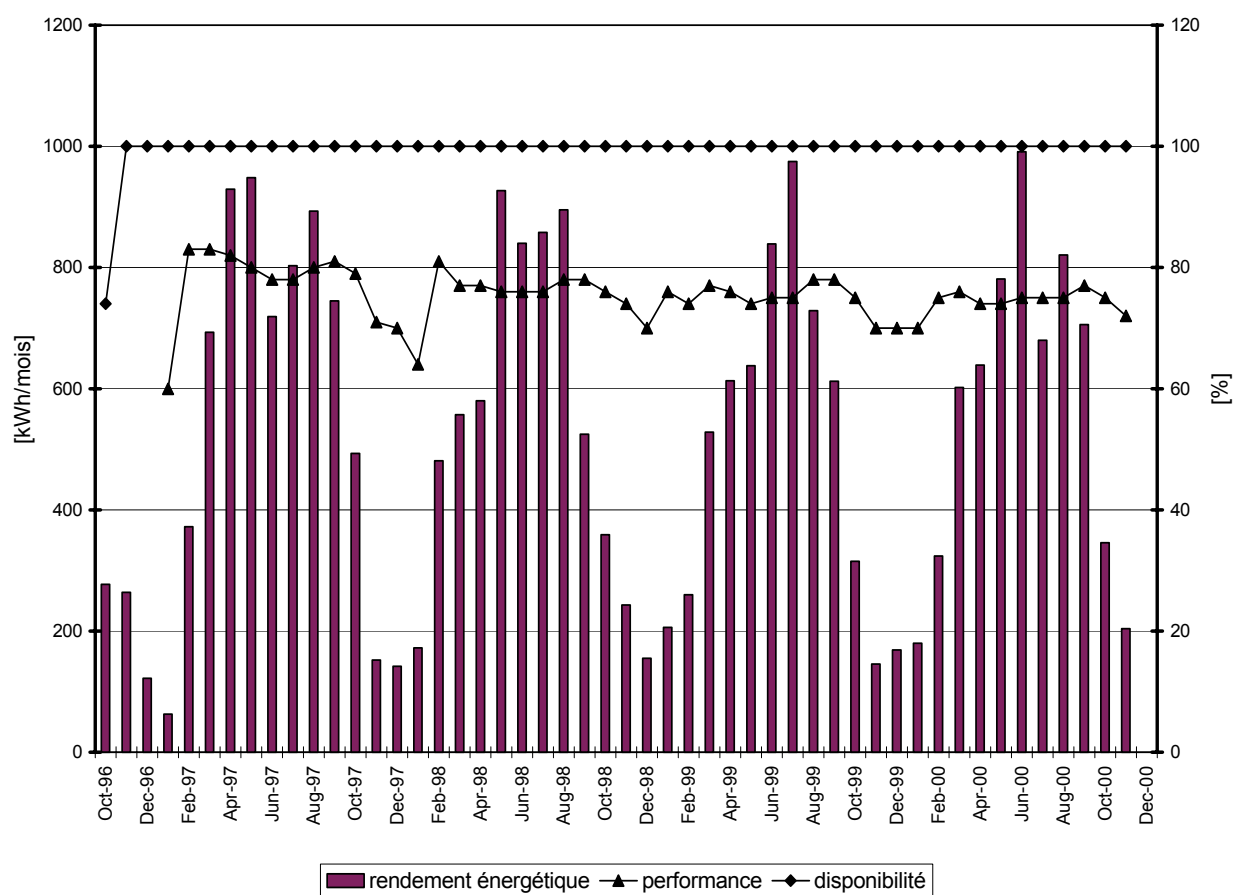


Figure 1: Production et performance de l'installation photovoltaïque IMT-Neuchâtel 1996-2000