



ANNUAL REPORT 1999

Project Number : 17 862
Contract Number : 57 447

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

- availability since the start-up of 100 %,
- cummulated energy production of 20 MWh,
- annual production yield above 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.

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 – 31.12.1999

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
http : www.micromorph.unine.ch

Fax : +41 32 718 32 01
E-mail : reto.tscharner@i mt.unine.ch

Installation photovoltaïque intégrée en silicium amorphe Institut de Microtechnique de l'Université (IMT) Neuchâtel

1. Objectifs du projet pour 1999

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, en service depuis mars 1998 a permis de vérifier le bon fonctionnement de l'installation et de procéder à des analyses détaillées. La production et la performance du système sont présentées en chapitre 5. Des analyses supplémentaires (dégradation, effet Staebler-Wronski, comportement en température élevée etc.) seront traitées dans le rapport final.

5. Résultats obtenus

Les tableaux 1 et la figure 1 montrent les valeurs mensuelles 1996 à 1999 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	1999
ensoleillement	[kWh/m ²]	1'355	1'341 - 1 %	1'236 - 7.8 %
rendement spécifique	[kWh/kW _p]	1'079	1'020	933
rendement spécifique normalisé par rapport à l'ensoleillement 1997	[kWh/kW _p]	1355	1'033 - 4.3 %	1'006 - 6.8 %
indice de performance		0.80	0.76	0.76
rendement énergétique total	[%]	4.2	4.0	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. Par rapport à 1997, le rayonnement était 1% plus bas en 1998 et 7.8% plus bas en 1999. Pour pouvoir comparer les rendements d'une année à l'autre, on a normalisé les rendements 1998 et 1999 par rapport à l'ensoleillement 1997. On constate certainement encore une légère baisse d'environ 2.5 % du rendement spécifique normalisé en 1999, mais on ne peut pas l'attribuer simplement à une dégradation du système car l'indice de performance et le rendement énergétique total n'ont pas baissés en 1999 par rapport à 1998. Toutefois, le rendement spécifique normalisé se situe toujours au-dessus de 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 à la dégradation initiale des panneaux par la lumière (effet Staebler-Wronski) pendant la première année de service. En 1999, on observe cependant pas de diminution de ces valeurs, ce qui veut dire que l'installation est stable. Le comportement attendu d'une installation en silicium amorphe est confirmé par l'observation d'une légère augmentation des valeurs pendant les mois chauds d'été (juillet à septembre), par rapport aux valeurs mesurées au printemps à rayonnement égal. 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.

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 2000

Les activités suivantes sont envisagées pour 2000:

- continuer à surveiller le bon fonctionnement de l'installation;
- éditer le rapport final.

7. Publications

T. Hostettler, Expérience concluante dans le domaine de l'exploitation de cellules amorphes au silicium, Sonnen énergie solaire, 1999/4, 14/15.

mois	H _g [kWh/m ²]	H _i [kWh/m ²]	T _{am} [°C]	E _{IO+} [kWh]	Y _{r,g} [kWh/kW _{p,d}]]	Y _r [kWh/kW _{p,d}]]	Y _f [kWh/kW _{p,d}]]	PR	η _{tot}	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	29.0	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	141.0	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	25.0	32.4	3.3	145.5	0.83	1.08	0.75	0.70	0.037	100
Décembre ²⁾	23.8	34.4	1.2	154.5	0.77	1.11	0.77	0.70	0.037	100
total 1999	1094.8	1235.7	10.1	6015.4	3.00	3.39	2.56	0.76	0.040	100

1) mise en service 10.10.1996

2) valeurs 1998

H_g rayonnement solaire global sur une surface horizontale (ANETZ Neuchâtel)

H_i rayonnement solaire dans le plan des panneaux

T_{am} température ambiante moyenne (ANETZ Neuchâtel)

E_{IO+} 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

Tableau 1: Valeurs mensuelles 1996 à 1999 de l'installation IMT-Neuchâtel

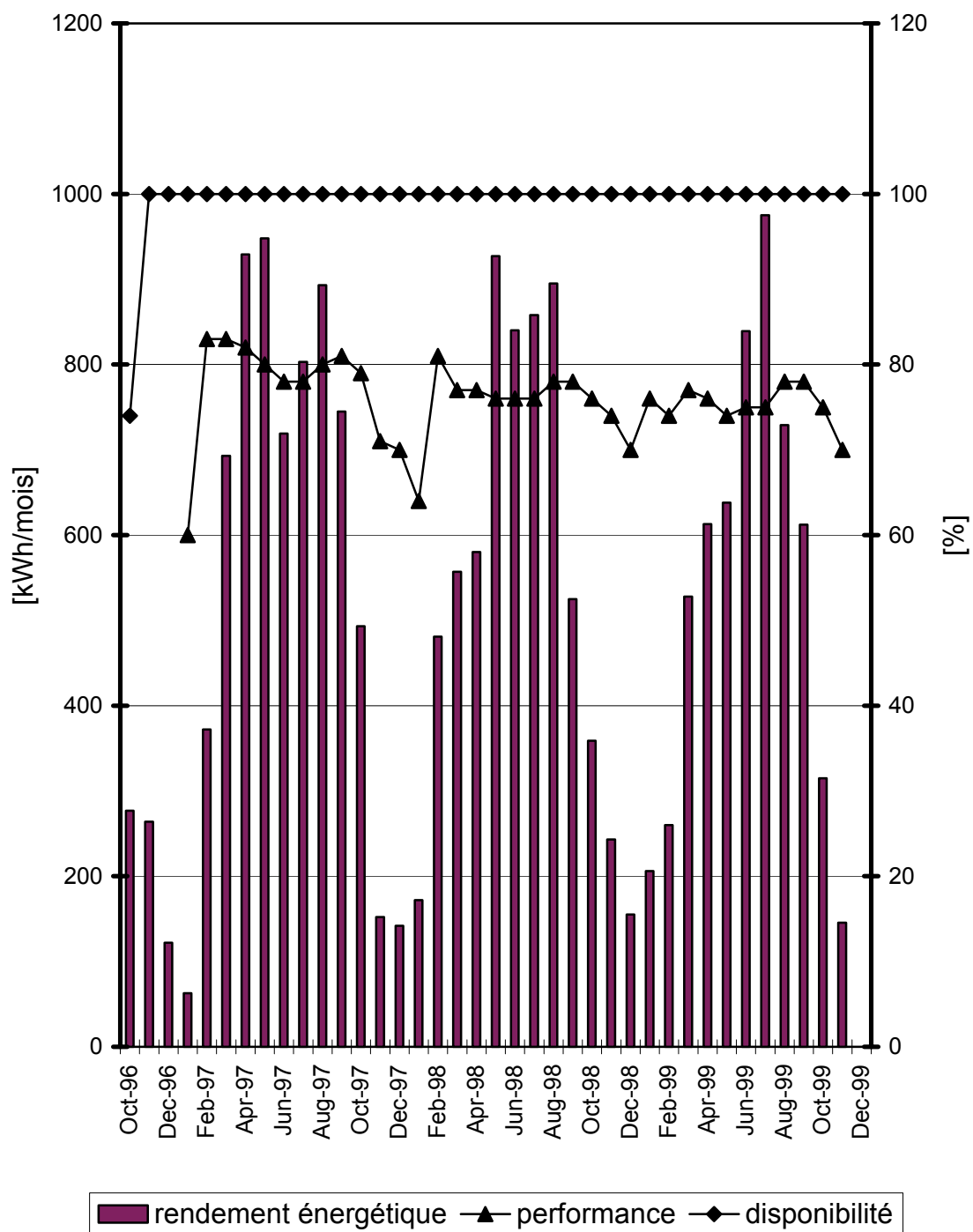


Figure 1: Production et performance de l'installation photovoltaïque IMT-Neuchâtel 1996-1999