Rapport final PV P+D, DIS 17862 / 57447, novembre 2003

# Installation photovoltaïque IMT Neuchâtel silicium amorphe intégré dans toiture

élaboré par R. Tscharner, A.V. Shah Institut de Microtechnique de l'Université A.-L. Breguet 2, CH-2000 Neuchâtel





# Table des matières

Summary	2
Zusammenfassung	3
Résumé	4
Introduction / Buts du projet	5
Description de l'installation	5
Résultats	8
Puissance installée	9
Dégradation par la lumière	9
Influence de la température	10
Rendement spécifique	10
Conclusions et prévisions	11
Collaboration internationale	12
Publications	12
Annexe A Valeurs mensuelles de production et performance de l'installation IMT, 1996 – 2002	13
Annexe B Performance de l'installation photovoltaique « La Galère » à Auvernier NE	15
Annexe C Description du sytème d'acquisition et de stockage de données	17

## Summary

The grid-connected PV plant at the Institute of Microtechnology 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.

Highlights and characteristics of the plant:

- large-area modules of 0.6 m<sup>2</sup> directly replace roofing tiles, ensuring the function of a tight roof
- no rear side ventilation of the modules, resulting in high operation temperature of the modules
- 12 m<sup>2</sup> of semitransparent modules provide daylight to the library and a student's lab
- pilot plant for demonstration, education and research
- Nominal power 6.44 kW<sub>p</sub>
- Total array area 122.4 m<sup>2</sup>

The plant was implemented and commissioned in autumn 1996. A data logger monitored irradiation, energy production and module temperatures. During the seven years of operation the plant proved its **extreme reliability and excellent performance**:

- The availability since start-up remained at 100 %; not a single breakdown or interruption occurred.
- The annual production yield is still 960 kWh/kWp which compares favourably to the average yield of Swiss PV plants (800kWh/kWp).
- The loss of STC power, efficiency and performance due to light induced degradation (Staebler-Wronski Effect) is limited to –11 %.
- High operation temperatures of 60 to 70 °C during the summer periods do not affect the plant performance because the low temperature coefficient (about 0.12 %/K) is largely compensated by the annealing effect. This makes amorphous silicon modules particularly suitable for building integration (no rear side ventilation of the modules is required) and applications in warm climates.
- Amorphous silicon modules show a superior performance and energy yield of 15 to 25 % (depending on the climate) as compared to crystalline modules of identical nominal power rating.

The low overall conversion efficiency of only 3.7% (4.1 % module efficiency) remains the weak point of the amorphous plant whereas most of crystalline plants achieve 8 to 10 %. However, more recent amorphous silicon modules already show stable efficiencies above 6 %, and the development of new thin-film silicon technologies should lead to similar performance as crystalline silicon today.

With the combination of microcrystalline and amorphous silicon, the "micromorph" concept as we call it at IMT Neuchatel, stable lab cell efficiencies of 11,5 % have been achieved and a prototype module of the Japanese company Kaneka Corp. showed a stable module efficiency of 7.5 % after more than two years of operation. In spring 2003, a collaboration agreement between Unaxis Solar and IMT has been signed for the development of large-area production systems for thin-film silicon PV modules. Thus, thin-film silicon remains an excellent candidate for reliable, efficient and economical future PV plants and is particularly suitable for building integration.

# Zusammenfassung

Die netzgekoppelte Photovoltaikanlage des Instituts für Mikrotechnik in Neuchâtel war die erste Schweizer Anlage wo grossflächige amorphe Module in die Dachfläche des 60 Jahre alten Gebäudes integriert wurden.

Besondere Merkmale:

- Grossflächige Laminate von 0.6 m<sup>2</sup> ersetzen in Schindeltechnik direkt Dachziegel und übernehmen damit die Funktion eines dichten, energieproduzierenden Daches.
- Durch die vollständige Dachintegration ensteht ein esthetisches Erscheinungsbild des amorphen Solarzellenfeldes.
- Die halb-durchsichtigen Module (12 m<sup>2</sup>) lassen Tageslicht durch die Dachfläche in die Bibliothek und ein Labor eindringen (Grundbeleuchtung).
- Die Module sind nicht hinterlüftet, wodurch hohe Betriebstemperaturen entstehen.
- Mit der integrierten amorphen Anlage sollen Betriebserfahrungen gewonnen werden, ebenso soll sie zur Ausbildung und Forschung dienen.
- Nominale Leistung 6.44 kW<sub>p</sub>
- Fläche des Sorzellenfeldes 122.4 m<sup>2</sup>

Die Anlage wurde im Oktober 1996 in Betrieb genommen. Die Einstrahlung, Produktion und Modultemperaturen wurden durch ein Messystem regelmässig erfasst und aufgezeichnet. Während den sieben Betriebsjahren hat sich die Anlage durch eine **sehr gute Zuverlässigkeit und ein ausgezeichnetes Betriebsverhalten** ausgezeichnet:

- Es trat kein Betriebsunterbruch oder Störung seit der Inbetriebsetzung auf.
- Der hohe spezifische Jahresertrag von 960 kWh/kW<sub>p</sub> (nach sieben Betriebsjahren!) liegt deutlich über dem mittleren Ertrag von Schweizer Anlagen (800 kWh/kW<sub>p</sub>).
- Der Verlust von Leistung, Wirkungsgrad und Energieertrag durch die lichtinduzierte Degradation (Staebler-Wronski Effekt) hat sich bei –11 % stabilisiert.
- Im Gegensatz zu kristallinen Modulen wurde bei hohen Sommertemperaturen von 60 70 °C kein Rückgang (oder gar eine leichte Erhöhung) von Wirkungsgrad und Energieertrag beobachtet. Der sehr geringe Temperaturkoeffizient (etwa 0.12 %/K) wird saisonal durch das thermische Ausheilen eines Teiles der lichtinduzierten Degradation kompensiert.
- Amorphe Module benötigen keine Hinterlüftung zur Erreichung eines hohen Energieertrages und eignen sich deshalb hervorragend für die direkte Integration in die Gebäudehülle. Je nach Betriebstemperatur und Einstrahlung erreichen sie gegenüber kristallinen Modulen Mehr-Energieerträge von 15 – 25 %.

Der einzige Schwachpunkt der amorphen Anlage ist der niedrige Gesamtwirkungsgrad von nur 3.7 % (4.1 % Modulwirkungsgrad), wogegen kristalline Anlagen 8 – 10 % erreichen. Amorphe Module neueren Datums zeigen aber bereits heute stabile Wirkungsgrade von über 6 %, und mit der Entwicklung von neuen Dünnfilmsilizium-Technologien dürften in absehbarer Zeit gleiche flächenspezifische Erträge wie mit derzeitigen kristallinen Anlagen erreicht werden.

Mit dem am IMT entwickeltem « Micromorph »-Konzept, d.h. mit der Konbination von mikrokristallinem und amorphem Silizium wurden bereits stabile Laborwirkungsgrade von 11.5 % erreicht. Prototyp-Module des japanischen Herstellers Kaneka zeigen stabile Wirkungsgrade von 7.5 % nach mehr als zwei Jahren im Aussenbetrieb. Im Frühling 2003 wurde ein Vertrag über den Technologietransfer für Produktionsmaschinen für grossflächige Dünnfilmsilizium-Module mit Unaxis Solar unterzeichnet. In einigen Jahren dürfte eine neue Generation von leistungsfähigen und kostengünstigen Dünnfilmodulen zur Verfügung stehen, die sich speziell für die Bautenintegration eignen.

## Résumé

Il s'agit de la première installation photovoltaïque couplée au réseau en Suisse où sont mis en application des modules à couches minces en silicium amorphe de grande surface (0.6 m<sup>2</sup>).

L'installation se caractérise par

- une intégration totale des modules dans la toiture du bâtiment, remplissant en même temps la fonction de couverture étanche et de production d'énergie électrique;
- une apparence esthétique de la toiture par l'intégration totale et la teinte des modules (proche de celle des tuiles et de la ferblanterie),
- une ventilation arrière des modules très réduite ;
- un éclairage naturel de fond dans certains locaux (bibliothèque, laboratoire d'étudiants) grace à des modules semi-transparents de 12 m<sup>2</sup>;
- une utilisation à des fins d'enseignement et de recherche.
- puissance électrique nominale (DC) 6.44 kWp
- surface photovoltaïque totale 122.4 m<sup>2</sup>

L'installation a été mise en service le 10 octobre 1996 et se distingue par une **très haute fiabilité et une** excellente performance durant les sept années de service:

- Aucune panne ne s'est produite depuis la mise en service en octobre 1996.
- La production annuelle de l'installation atteint toujours 960 kWh/kWp et se situe bien au-dessus de la moyenne Suisse (800 kWh/kWp).
- La diminution du rendement dû à la dégradation par la lumière (effet Staebler-Wronski) se limite à –11 %.
- Contrairement aux panneaux cristallins, le rendement ne diminue pas (ou augmente même légèrement) à des fortes chaleures ; le faible coëfficient de température de la puissance (env. -0.12 %/K) est largement compensé par le recuit, rendant les panneaux amorphes particulièremnt apte pour fonctionner à des températures élevées.
- L'intégration des panneaux en silicium amorphe dans l'enveloppe du bâtiment (toiture, façade) sans ventilation arrière ne diminue pas la production annuelle; il est 15 à 20 % supérieur à celui d'une installation en silicium cristallin de puissance nominale égale.

Le point faible de l'installation en silicium amorphe reste le rendement moyen de conversion de 3.7 % seulement (4.1 % au niveau du module) par rapport à des installations en silicium cristallin qui atteignent des rendements de 8 à 10 %. Des modules récents en silicium amorphe montrent déjà des une améliorisation du rendement stabilisé qui se situe au-dessus de 6 %.

Avec une future génération de modules en silicium couche minces, telle microcristallin/ amorphe (appelé « micromorph » à l'IMT), on devrait arriver à des performances comparables au silicium cristallin d'aujourd'hui. Les rendements obtenus au laboratoire atteignent déjà 11.5 % et les mesures effectuées sur des prototypes industriels de modules hybrides du fabricant japonais Kaneka ont montré un rendement STC stabilisé de 7.5 % après plus de deux années de fonctionnement à l'extérieur. Avec l'accord de transfert de technologie signé en mars 2003 entre UNAXIS SOLAR et IMT pour le developpement des machines de production, des modules en silicium couches minces de grande surface, performants et bon marchés devraient voir le jour d'ici quelques annèes.

## Introduction / Buts du projet

Le groupe de recherche du Professeur Shah à l'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel travaille depuis 18 ans dans la technologie des cellules solaires à couches minces en silicium amorphe et microcristallin. Cette voie est très prometteuse car elle permet, à moyen terme, de fabriquer des modules de grande surface meilleur marché et plus écologiques (très peu de silicium et nettement 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 bientôt 20 ans. Mais à cause de leur faible rendement (rendement stabilisé entre 3 à 4%) et souvent de leur petite surface ils étaient peu utilisés dans les bâtiments pour la production d'énergie électrique. Depuis 8 ans on trouve sur le marché une seconde génération de modules ayant des surfaces de 0.5 à 1 m<sup>2</sup> et des rendements stabilisés améliorés (5 à 6 %). Certes, ces rendements sont toujours modestes mais ils évoluent constamment (en laboratoire on obtenait 13 %). Il était donc intéressant de réaliser une installation pilote pour analyser le comportement des modules en silicium amorphe intégrés dans un bâtiment sous des conditions réels.

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 %/K). Pour les panneaux amorphes, cette diminution est nettement plus faible (env. 0.15 %/K) et le rendement stabilisé augmente légèrement avec la température. Un des buts du projet était donc de savoir si des panneaux en silicium amorphe peuvent être intégrés dans l'enveloppe non-ventilé d'un bâtiment sans trop de pertes de la production électrique.

Les mesures prévues devaient permettre de

- suivre la production et le rendement énergétique de l'installation ;
- déterminer l'influence de la température de fonctionnement des modules et de la dégradation par l'intensité lumineuse (effet de Staebler-Wronski) ;
- démontrer le potentiel des panneaux solaires en silicium couches minces pour l'intégration dans les bâtiments et autres constructions.

## Description de l'installation

Lors de la transformation du bâtiment IMT en 1995/96, un projet d'une installation photovoltaïque intégrée dans la toiture du bâtiment central a été sousmis au Service de l'énergie du Canton de Neuchâtel. L'Etat de Neuchâtel par son programme d'assainissement énergétique des bâtiments et la Confédération par le bias du programme « Startprogramme pour écoles» s'étaient engagés à financer le projet au printemps 1996. Le mandat de la planification et de la surveillance de l'execution a été confié au bureau d'ingénieur Hostettler à Berne.

Le montage des panneaux, le câblage et le raccordement au réseau électrique ont été effectués en septembre 1996. L'installation a été mise en service le 10 octobre 1996.

Il s'agit de la première installation photovoltaïque couplée au réseau en Suisse où mis en application des modules à couches minces en silicium amorphe de grande surface (0.6 m<sup>2</sup>).

L'installation se caractérise par

- une intégration totale des modules dans la toiture du bâtiment, remplissant en même temps la fonction de couverture étanche et de production d'énergie électrique;
- une apparence esthétique de la toiture par l'intégration totale et la teinte des modules (proche de celle des tuiles et de la ferblanterie),
- une ventilation arrière des modules très réduite ;
- un éclairage naturel de fond dans certains locaux (bibliothèque, laboratoire d'étudiants) grace à des modules semi-transparents;
- une utilisation à des fins d'enseignement et de recherche.

Données techniques de l'installation	
Surface photovoltaïque totale	122.4 m <sup>2</sup>
Partie semi-transparente Orientation (deviation du sud) Inclinaison du toit	16 m <sup>2</sup> -25° (est) 33°
Puissance électrique nominale (DC)	6.44 kW <sub>p</sub>
Tension nominale du système	68 VDC
Panneaux photovoltaiqïques	
181 a-Si ASE PM 6008 A 068 N, opaque 26 a-Si ASE PM 6008 A 064 T, semi-transparent	P <sub>n</sub> = 32 W <sub>p</sub> P <sub>n</sub> = 25 W <sub>p</sub>
Fabricant : ASE-Phototronics, DE (aujourd'hui RWE Scho	ott Solar)
Onduleurs	
3 Top Class Grid II TCG 2500/4 Puissance nominale Fabricant : ASP, CH	3 x 2.2 kW
Système de montage des panneaux	
toit à bardeaux « Solardach III » Fabricant : RegEn Solartechnik, D	
Conception	

Ingenieurbüro Hostettler, Berne

**Montage** 

Zetter AG, Soleure

Tous les panneaux sont raccordés en parallèle, rendent ainsi l'installation peu sensible à l'ombrage partiel ou complet des panneaux.

L'installation est divisée en trois champs photovoltaïques d'une puissance de 2 à 2.2 kW<sub>p</sub>, chacun relié à un onduleur. La figure 1 montre le schéma de l'installation.



Figure1: Configuration de l'installation IMT Neuchâtel

Les parties semi-transparentes sur la bibliothèque et le laboratoire des étudiants de (4 x 2 m<sup>2</sup>) étaient une nouveauté intéressante de l'intégration du photovoltaïque dans le bâtiment: les panneaux laissent passer env. 10 % de lumière pour un éclairage naturel de fond de ces locaux et permettent en même temps de "voir" le photovoltaïque de l'intérieur. Vue de l'extérieur, les panneaux semi-tranparents ne se distinguent pas des panneaux opaques, garantissant ainsi une parfaite uniformité de la toiture photovoltaïque.



Figure 2 : Eclairage de fond par les panneaux semi-transparents

Un tableau d'affichage placé à l'entrée principale du bâtiment indique à tout moment le rayonnement solaire reçu par les panneaux, la puissance électrique injectée dans le réseau et l'énergie fournie (cummulée) depuis la mise en service de l'installation.

Le fonctionnement de l'installation fut suivi dès le départ par des relevés hebdomadaires de l'ensoleillement et de la production, enregistrés manuellement.

Depuis mars 1998, le système d'acquisition et de stockage de données, piloté par un PC, permet de suivre automatiquement et avec une bonne résolution temporelle le fonctionnement de l'installation. Le rayonnement, la puissance électrique (DC et AC), la production et les températures des modules sont mesurés tous les 15 secondes et une moyenne sur 10 minutes est enregistrée. Les détails du système de mesure est la structure des fichiers de stockage sont décrites dans l'annexe C.

## Résultats

L'installation fonctionne sans faille depuis sa mise en service il y a 7 ans. La production et la performance de l'installation sont représentées à la figure 3 ; le tableau 1 montre les valeurs annuelles selon la terminologie standard de l'Agence International de l'Energie (IEA).



Electronic A - Describer all setting	the state of the s	······································	-1 - 12	4000 3 1	0000
FIGURE 3 PRODUCTION	monelialia at	nomormanco	זאת מתוזבוובזפמו ו בר	100h a not	2003
				. 1990 a uui	2000

Year Availability of monitored data Calculated months	1997 1.0 12	1998 1.0 12	1999 1.0 12	2000 1.0 12	2001 1.0 12	2002 1.0 12	2003 <sup>2)</sup> 1.0 10	97-03 1.0 82	AMD	
Meteorology										
Glob. Irradiation, horizontal	1,144	1,133	1,096	1,155	1,106	1,120	1,200	7,954	H sum	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Irradiation, in array plane	1,355	1,341	1,239	1,331	1,260	1,248	1,348	9,122	HI sum	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Ambient air temperature	10.4	10.4	10.3	11.0	10.4	10.9	12.5	10.8	Tam avr	[°C]
System Energies										
Energy to utility grid	6,949	6,590	6,030	6,396	5,890	5,656	6,173	43,684	EIO sum	[kWh]
Energy yield	1,079	1,023	936	993	915	878	959	969.0		[kWh/kW <sub>p</sub> ]
Normalized energy yield <sup>1)</sup>	1,079	1,034	1,024	1,011	984	954	964			[kWh/kW <sub>□</sub> ]
0, 1		-4.2	-5.1	-6.3	-8.8	-11.6	-10.7			[%]
System Performance Indices										
Reference yield	3.71	3.67	3.39	3.64	3.45	3.42	3.69	3.57	Yr avr	[h/d]
Final yield	2.96	2.80	2.57	2.72	2.51	2.41	2.63	2.65	Yf avr	[h/d]
Performance Ratio	0.80	0.76	0.76	0.75	0.73	0.70	0.71	0.74	PR	
Overall plant efficiency	4.19	4.01	3.98	3.93	3.82	3.70	3.74	3.91	eta tot	[%]
System availability	100	100	100	100	100	100	100	100		[%]

1) normalized to irradiation in array plane 1997

2) January to October 2003

Tableau 1 : Météorologie, production d'énergie et performance annuelle 1997 à 2003

#### Puissance installée

La **puissance STC<sup>1</sup> initiale** n'a, malheureusement, pas pu être mesurée lors de la mise en service de l'installation, mais elle peut être estimée à 5.85 kWp. La puissance STC<sup>1</sup> initiale se situe donc déjà à -9 % de la **puissance nominale** de 6.44 kWp déclaréé par le fabricant (addition simple de la puissance nominale des modules).

Les modules amorphes ont ensuite subis une dégradation par la lumière (effet Staebler-Wronski). La figure 4 montre la diminution de la puissance STC pendant les sept ans de service. Tous les points de mesure de la puissance ont été pris à ciel clair, sans nuages, entre 11h et midi solaire et à des irradiations  $\geq$ 750 Wm<sup>-2</sup> ( $\geq$ 900 Wm<sup>-2</sup> d'avril à septembre). La puissance est ensuite normalisée aux conditions STC<sup>1</sup>.

La **puissance STC<sup>1</sup> stabilisée** après sept ans de service se situe vers 5.05 kWp; -14 % de la puissance initiale ou -22 % de la puissance nominale déclarée par le fabricant.

Il est une particularité des modules amorphes que leur **puissance STC dépend à tout moment de la dégradation par le rayonnement reçu et de la température de fonctionnement**. Or, au même taux de rayonnement reçu, la puissance STC d'une installation augmente si elle fonctionne à une températures plus élevées (climat chaud, intégration dans l'enveloppe d'un bâtiment).



Figure 4 : Evolution de la puissance STC 1997 - 2003

#### Dégradation par la lumière

La performance et le rendement énergétique total ont successivement baissé au cours des sept années de service. La baisse fût plus important pendant les premières années (4 % en 1998 par rapport à 1997) dû à la dégradation initiale des panneaux par la lumière (effet Staebler-Wronski). De 1999 à 2002, on observe une plus faible diminution de 1 à 2 % par an. Des telles dégradations sont également observées pour des installations photovoltaïques en silicium cristallin ; elles sont partiellement dûes au veillissement et à la pollution urbaine qui se fixe sur les panneaux sous forme de suie. Depuis 2002, la **dégradation se stabilise autours de –11 % du rendement initial**.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Standard Test Conditions (STC) : irradiation 1000 Wm<sup>-2</sup>, AM1.5, température du module 25 °C.

On remarque (comme il se doit pour le silicium amorphe!) une légère augmentation du rendement et de la performance pendant les mois chauds d'été (juillet à septembre) par rapport aux valeurs mesurées au printemps à rayonnement égal. Ce « recuit » qui réverse une partie de la dégradation par la lumière est particulièrement bien visible pendant l'été très chaud 2003 : la performance et le rendement énergétique ont légèrement augmentés (env. 1.3 %) entre août 2002 et août 2003.

#### Influence de la température

La puissance nominale d'une installation photovoltaïque est toujours donnée à des conditions STC (température des modules à 25 °C) mais la performance et la production dépendent de la température de fonctionnement des modules. Le coëfficient de température décrit l'influence de la température sur le rendement de l'installation; il a été déterminé à –0.12 %/K pour l'installation amorphe de l 'IMT, soit moins d'un tiers du coëfficient de température de –0.45 %/K d'un installation en silicium cristallin.

La partie la plus importante de la production électrique se fait pendant les mois d'été où les modules d'une installation intégrée fonctionnent souvent à des températures de 60 à 70 °C. Un simple calcul montre la diminution du rendement d'une installation si les modules fonctionnent à 65 °C (40 °C au-dessus de la température STC) :

technologie	silicium cristallin	silicium amorphe
coëfficient de température	-0.45 %/K	-0.12 %/K
diminution de rendement à 65 °C	-18 %	- 5 %

Pour une installation amorphe, la diminution du rendement par la température peut bien être observée pendant une journée, mais le rendement augmente en été par rapport à l'hiver à cause du recuit par des températures de fonctionnement supérieures. Vu sur une année, il en résulte un **coëfficient de température effectif légèrement positif**, dépendant de la température de fonctionnement des modules.

#### **Rendement spécifique**

Pour pouvoir directement comparer la productivité des installations (indépendament de leur puissance installée) on divise la production annuelle par la puissance nominale d'une installation. Le rendement spécifique indique en premier lieu la performance de l'installation, mais il dépend aussi d'autres facteurs tel l'inclinaison et l'orientation des modules, l'ombrage, la sitation géographique, l'ensoleillement annuel etc. Le rendement spécifique moyen des installations Suisses se situe vers 800 kWh/kW<sub>p</sub>.

Pour suivre l'évolution de la productivité de l'installation IMT, on a normalisé les rendements de 1998 à 2003 par rapport à l'ensoleillement de 1997. On constate que le rendement spécifique normalisé a baissé de 11 % par rapport à 1997 (voir « dégradation »), mais se situe **toujours à 960 kWh/kW**<sub>p</sub> **en 2003**. C'est une valeur excellente pour une installation localisée sur le plateau suisse (périodes fréquentes de brouillard hivernal) et pour des panneaux fonctionnant à des températures élevées.

Le rendement spécifique d'une installation se calcule toujours par rapport à sa **puissance nominale installée**. En réalité, la puissance STC initiale de l'installation IMT Neuchâtel se situait déjà à -9 % et la puissance STC stable (dégradée) à -22 % de la puissance nominale. Le rendement spécifique obtenue peut donc ètre consideré comme vraiement excellent.

Une autre installation en silicium amorphe, également intégrée dans la toiture d'un bâtiment à Auvernier NE montre également un rendement spécifique élevée de 965 kWh/kW<sub>p</sub> après plus de six ans de service. Les détails de cette installation sont données dans l'annexe B.

Des campagnes de mesure effectuées par d'autres institutions [3, 4] montrent des rendements spécifiques élevés pour des installations en silicium amorphe situées dans différentes zones climatiques. Le tableau 2 indique les rendements spécifiques mesurés à Majorque et à Oxford en 2000-01 pour des modules de divers technologies de silicium cristallin et de couches minces. Le même type de module ASE 30 DG-UT que nous avons installé à Neuchâtel donne un rendement supérieur d'environ 25 % par rapport à un bon module en silicium monocristallin.

Module	Technology	Annual Yield M	lallorca (Spain)	Annual Yield Oxford (UK)		
Module	leennology	kWh/ kW <sub>p</sub>	%	kWh/ kW <sub>p</sub>	%	
BP Solar 585	mono-Si	1341	(100)	774	(100)	
ASE 300 DG UT	poly-Si (EFG)	1352	+0.8	785	+1.4	
Evergreen ES 112	poly-Si (ribbon)	1265	-5.7	841	+8.7	
Solarex MSX 64	poly-Si	1201	-10.4	766	-1	
Astropower APX-80	poly-Si (APEX)	1036	-22.7	736	-5	
ASE 30 DG-UT	a-Si (double jonction)	1706	+27.2	969	+25.2	
Solarex Millennia	a-Si (double jonction)	1555	+16	904	+16.8	
Unisolar US 64	a-Si (triple jonction)	1429	+6.6	839	+8.4	
Siemens ST 40	CIS	1590	+18.6	1004	+29.7	
BP Solar Apollo	CdTe	1007	-25	559	-27.8	

Tableau 2 : Rendement spécifique annuel de modules à deux sites différents [4]

## **Conclusions et prévisions**

L'installation se distingue par une **très haute fiabilité**: aucune panne (même pas pour les onduleurs!) ne s'est produite depuis la mise en service en octobre 1996.

L'expérience de 7 années de service de l'installation démontre :

- La production annuelle de l'installation atteint toujours 960 kWh/kWp et se situe bien au-dessus de la moyenne Suisse.
- La diminution du rendement dû à la dégradation par la lumière (effet Staebler-Wronski) se limite à -12 %.
- Contrairement aux panneaux cristallins, le rendement ne diminue pas (ou augmente même légèrement) à des fortes chaleures ; le faible coëfficient de température de la puissance (env. -0.12 %/K) est largement compensé par le recuit, rendant les panneaux amorphes particulièremnt aptes pour fonctionner à des températures élevées.
- L'intégration des panneaux en silicium amorphe dans l'enveloppe du bâtiment (toiture, façade) sans ventilation arrière ne diminue pas leur rendement énergétique.

Après tous ces bon résultats il faut quand-même mentioner le point faible de l'installation en silicium amorphe : le rendement moyen de conversion de 3.7 % seulement (4.1 % au niveau module) par rapport à des installations en silicium cristallin qui atteignent des rendement de 8 à 10 %.

Des modules récents en silicium amorphe montrent déjà une améliorisation du rendement stabilisé qui se situe au-dessus de 6 %. Avec une future génération de modules en silicium couche minces microcristallin/ amorphe (appelé « micromorph » à l'IMT) on devrait arriver à des rendement STC des modules de 9 à 10 %. Les rendements stables obtenus au laboratoire atteignent 11.5 % et les mesures effectuées sur des prototypes industriels de modules hybrides du fabricant japonais Kaneka ont montré un rendement STC qui s'est stabilisé à 7.5 % après plus de deux années de fonctionnement à l'extérieur.

Avec l'accord de transfert de technologie signé en mars 2003 entre UNAXIS SOLAR et IMT pour le developpement des machines de production, des modules en silicium couches minces de grande surface, performants et bon marchés devraient voir le jour d'ici quelques annèes.

## **Collaboration internationale**

Depuis 2001, l'installation photovoltaïque IMT fait partie des installations de référence IEA-PV Task II (No. 167).

Un échange des données avec le Centre for Renewable Energy Systems Technology (CREST) de l'Université de Loughborough (GB) a permis d'analyser et de comparer le fonctionnement d'installations en Angleterre, au Bresil et en Suisse, utilisant le même type de module en silicium amorphe [3, 4].

## **Publications**

- [1] R.Tscharner: Roof integrated amorphous silicon photovoltaic plant IMT Neuchâtel, rapports annuels 1997-2001, OFEN/BFE, Berne.
- [2] R.Tscharner, A. Shah: Performance of two roof integrated amorphous silicon plants at Neuchâtel, Symposium photovoltaïque national, Lugano (2002).
- [3] R. Gottschalg et al: Performance of amorphous silicon double junction photovoltaic systems in different climatic zones, Poc. 29th IEEE PVSC, New Orleans (2002).
- [4] C.N. Jardine et al: PV-COMPARE Direct comparison of eleven PV technologies at two locations in Northern and Southern Europe, Proc. 17th EPSEC, Munich (2001).
- [5] R. Tscharner, A. Shah: Performance of the roof integrated amorphous silicon plant IMT Neuchâtel, Proc. 17th EPSEC, Munich (2001).
- [6] A. Luisier: Potentiel de différentes technologies photovoltaïques pour la production d'électricité, rapport intern IMT (travail de semestre), 2001
- [7] T. Hostettler: Expérience concluante dans le domaine de l'exploitation de cellules amorphes au silicium, Sonnen énergie solaire, 1999/4, 14/15.
- [8] R. Tscharner: Rendement énergétique des installations photovoltaïques intégrées en silicium amorphe, Symposium photovoltaïque national, Berne (1998).

## Annexes

- A Valeurs mensuelles de production et performance de l'installation IMT, 1996 2002
- B Performance et production de l'installation photovoltaique « La Galère » à Auvernier NE
- C Description du système d'acquisition et de stockage des données

#### Annexe A Valeurs mensuelles de production et performance de l'installation IMT, 1996 – 2002

India         India <th< th=""><th></th><th>11</th><th>11</th><th>т</th><th></th><th>V</th><th>V</th><th>V</th><th></th><th></th><th>Onerat</th></th<>		11	11	т		V	V	V			Onerat
Instructure         [PNIIIIAN]         [PNIIIANT]         [PNIII	mois	$\Pi_g$	$\Pi_{\rm I}$			T <sub>r,g</sub>	۲ <sub>۲</sub> [اد/۸/b/اد/م/b/l	I <sub>f</sub>	PR	$\eta_{tot}$	
1999         00         100         277.1         182         196         196         100           decembre         199         0.0         1217         0.64         0.61         100           iola         102         1237         0.64         0.81         100         100           isparse         90.7         0.642.5         0.09         1.24         -         100           isparse         15.8         16.2         0.62.6         0.51         0.52         0.31         0.60         0.037         100           février         46.9         69.4         4.7         372.0         1.68         2.48         0.43         0.0438         100           avril         149.7         175.7         9.3         928.6         4.99         5.86         4.81         0.82         0.0412         100           avril         149.7         175.7         9.3         802.6         4.84         5.60         4.47         0.80         0.0420         100           ipilet         11.3         15.9         7.45         3.90         3.17         3.24         0.0411         100           ipilet         14.33         15.4         4.25	4000			Įυ	נגעעון	[κννη/κννρα]	[κννη/κννρα]	[κννη/κννρα]			[%]
October 1)         40.0         10.0         2/7 / 1         1.82         1.95         100           Observice         19.9         0.9         121.7         0.64         0.61         100           Observice         19.9         0.9         121.7         0.64         0.61         0.61         100           Description         168.2         1.09         1.24         0.61         0.01         100           Brivier         168.9         1.62         1.64         1.83         0.031         100           mars         97.9         129.5         8.2         692.6         3.16         4.18         3.47         0.83         0.0432         1000           main         166.7         184.3         14.0         948.0         5.38         6.56         4.75         8.0         0.0420         100           sold         144.9         173.3         142.8         14.8         1.73         8.02.6         4.79         6.13         0.0412         100           sold         144.9         173.3         17.3         8.02.6         4.84         7.6         0.0416         100           sold         144.3         149.9         14.4         14.	1996	40.0		10.0	077.4	1.00		4.00			100
novembre         30.8         5.3         26.3.7         1.0.3         1.3.6         1000           cbell 1996         90.7         662.5         1.0.9         1.2.4         0.61         1000           parvier         15.8         16.2         -0.6         522.8         0.51         0.52         0.31         0.60         0.0317         1000           parvier         15.8         16.2         -0.6         522.8         0.51         0.52         0.31         0.418         0.433         0.0437         1000           meni         1467         715.7         8.3         928.6         3.49         6.48         3.47         0.0432         1000           pine         135.7         142.8         154.4         748.5         4.58         4.76         3.72         7.76         0.0412         1000           aott         149.9         173.5         20.3         822.6         4.84         6.60         4.47         9.80         0.0425         1000           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.99         3.71         2.46         0.337         1000           octobre         24.6         41.4         2.5	octobre 1)	40.0		10.0	277.1	1.82		1.96			100
discentifye         19.9         0.9         12.1         0.84         0.81         0.81         100           igar/er         662.5         1.09         1.24         100           igar/er         15.8         16.2         -0.6         62.8         0.51         0.52         0.31         0.60         0.0317         100           fewrler         46.9         68.4         4.7         372.0         1.68         2.48         2.06         0.33         0.0438         100           avril         146.7         175.7         9.3         228.6         4.98         5.86         4.81         0.22         0.0432         100           avril         146.7         115.5         17.3         802.6         4.49         5.00         4.70         0.80         0.412         100           avelation         145.9         174.2         15.8         4.50         4.77         0.37         0.0416         100           avelation         64.8         66.8         10.1         4.71         0.70         0.0371         100           avelation         64.8         536         5.73         2.89         3.61         2.77         0.0407         100	novembre	30.8		5.3	263.7	1.03		1.36			100
Iola 1996         007         662.5         1.09         1.24          100           ignvier         15.8         16.2         -0.6         62.8         0.51         0.52         0.31         0.60         0.0317         100           mars         97.9         128.5         8.2         692.6         3.16         4.18         3.47         0.83         0.0437         100           mars         97.9         128.5         8.2         692.6         3.16         4.18         3.47         0.83         0.0432         100           mar         163.7         168.2         4.93         5.65         4.57         0.023         0.0441         100           act         149.5         173.5         502.3         892.6         4.84         560         4.47         0.86         0.0420         100           ochembre         24.8         96.8         10.1         493.2         2.99         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           ochembre         24.8         96.8         10.1         0.71         0.70         0.037         100           ochembre         24.8         43.4         3.40         0.44	décembre	19.9		0.9	121.7	0.64		0.61			100
1997         15.8         16.2         0.6         6.2.8         0.51         0.52         0.31         0.60         0.0317         100           ferrier         46.9         68.4         4.7         372.0         1.68         2.48         2.06         0.83         0.0438         100           avril         149.7         175.7         9.3         928.6         4.99         5.86         4.81         0.83         0.0432         100           avril         148.7         175.7         9.3         928.6         4.89         5.86         4.81         0.82         0.0432         100           avril         147.3         142.8         16.4         171.8         4.85         16.7         3.80         4.47         0.35         0.81         0.0420         100           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.08         3.12         2.47         0.78         0.0416         100           octobre         24.8         95.6         15.4         15.4         0.98         1.01         0.71         0.77         0.0417         100           octobre         24.8         95.4         14.4         2.5         77	total 1996	90.7			662.5	1.09		1.24			100
janvier         15.8         16.2         0.61         0.52         0.31         0.60         0.0317         100           mars         97.9         129.5         8.2         692.6         3.16         4.18         3.47         0.83         0.0433         100           mai         166.7         175.7         9.3         92.8         4.99         5.86         4.76         0.83         0.0432         100           mai         166.7         174.2         16.4         718.5         4.58         4.76         3.72         0.76         0.0411         100           juliet         1449.5         159.1         17.3         802.6         4.79         6.13         4.02         0.76         0.0412         100           soctbare         66.8         10.1         49.32         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0371         100           colaber         66.8         10.1         49.3         3.71         2.69         0.64         0.0331         100           colaber         66.8         14.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0331         100           iderivier	1997										
février         46.9         69.9         19.25         8.2         692.6         3.16         4.48         2.06         0.83         0.0437         100           avril         149.7         175.7         9.3         928.6         4.49         5.86         4.41         0.82         0.0432         100           juin         137.3         142.8         16.4         718.5         4.58         4.76         3.72         0.78         0.0412         100           aout         149.9         173.5         20.3         882.6         4.49         5.60         4.47         0.80         0.0420         100           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           octobre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.77         0.0371         100           binovert         21.3         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.77         0.0471         100           innil         99.9         17.3         8.6         55.7         1.11         0.76         0.77         0.444	janvier	15.8	16.2	-0.6	62.8	0.51	0.52	0.31	0.60	0.0317	100
mars         97.9         129.5         8.2         692.6         3.16         4.18         3.47         0.03         0.0432         100           mai         166.7         114.3         14.0         948.0         5.38         5.95         4.75         0.80         0.0422         100           juile         137.3         1142.8         16.4         718.5         4.58         4.76         5.13         4.02         0.78         0.0412         100           solt         149.9         173.5         20.3         892.6         4.79         5.13         4.02         0.78         0.041         0.0422         100           octobre         64.8         60.6         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           octobre         64.8         60.6         10.4         6949.4         3.13         3.71         2.96         0.64         0.0337         100           bial         1197         14.8         4.8         500.3         3.33         3.71         2.96         0.64         0.0337         100           bial         1118         6.8         573         2.89         3.61	février	46.9	69.4	4.7	372.0	1.68	2.48	2.06	0.83	0.0438	100
aivil         1437         175.7         9.3         928.6         4.99         5.86         4.81         0.82         0.0420         100           juin         137.3         142.8         164.4         718.5         4.58         4.76         3.72         0.78         0.0411         100           aout         149.9         173.5         20.3         892.6         4.49         5.60         4.47         0.80         0.0422         100           octbore         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           octbore         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.77         0.0371         100           desverter         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.77         0.047         100           isnvier         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         100           avrier         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.44         0.77	mars	97.9	129.5	8.2	692.6	3.16	4.18	3.47	0.83	0.0437	100
mai         166.7         142.8         140.6         948.0         6.38         5.95         4.78         0.80         0.0420         100           juliet         148.5         159.1         17.3         802.6         4.79         5.13         4.02         0.78         0.0412         100           soptembre         117.1         143.1         15.9         744.6         3.90         4.77         3.85         0.81         0.0425         100           octobre         28.0         3.32         5.4         151.6         0.83         111         0.78         0.71         0.0373         100           octobre         28.0         3.32         5.4         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0333         100           octobre         58.9         9.11.8         6.84         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           avriar         99.9         117.3         8.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           avriar         99.9         117.3         8.8         557.5         5.42         5.6         6.1	avril	149.7	175.7	9.3	928.6	4.99	5.86	4.81	0.82	0.0432	100
juin         137.3         142.8         16.4         718.5         4.58         4.76         3.72         0.78         0.0411         100           aout         148.9         173.5         20.3         882.6         4.84         560         4.47         0.80         0.0420         100           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0316         100           octobre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.71         0.037         1000           lotal 1997         1143.8         1355         10.4         6949.4         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0419         100           lotal 1997         141.8         6.8         557.3         2.89         3.61         2.77         0.940         100           mari         172.2         178.8         680.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0400         100           mari         199.9         117.3         8.86         5.55         5.74         4.35         0.76         0.0402         100           mari	mai	166.7	184.3	14.0	948.0	5.38	5.95	4.75	0.80	0.0420	100
juilet         148.5         150.1         17.3         802.6         4.70         5.13         4.04         0.0412         100           septembre         117.1         143.1         15.9         744.5         3.90         4.77         3.85         0.81         0.0425         100           orcebbre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           occebbre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.08         1.01         0.71         0.70         0.0371         100           decembre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.88         1.01         0.77         0.0412         100           fervier         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         100           anvia         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0407         100           anvia         99.9         117.3         8.8         580.5         5.45         5.42         5.62         4.40         0.	iuin	137.3	142.8	16.4	718.5	4.58	4.76	3.72	0.78	0.0411	100
and:         149.9         173.5         20.3         892.6         4.84         5.60         4.47         0.80         0.0420         100           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           orctobre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.71         0.0371         100           focamire         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.71         0.371         100           focamire         24.6         41.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0339         100           maris         89.7         111.8         6.8         557.3         2.89         3.61         2.77         0.404         100           maini         172.2         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.4040         100           maini         172.2         179.1         19.8         684.6         5.10         5.74         4.35         0.76         0.4040         100 <td>iuillet</td> <td>148 5</td> <td>159.1</td> <td>17.3</td> <td>802.6</td> <td>4 79</td> <td>5 13</td> <td>4 02</td> <td>0.78</td> <td>0.0412</td> <td>100</td>	iuillet	148 5	159.1	17.3	802.6	4 79	5 13	4 02	0.78	0.0412	100
septembre         117.1         143.1         15.9         744.5         3.90         4.77         3.85         0.81         0.0425         100           octobre         64.8         96.8         10.1         493.2         2.09         3.12         2.47         0.79         0.0416         100           octobre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.71         0.737         100           total 1997         114.3.8         1355.0         10.4         694.4         3.13         3.71         2.96         0.60         0.0449         100           total 1997         114.8         1355.0         10.4         694.44         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0447         100           total 1997         114.8         6.8         57.3         2.89         3.61         2.70         0.77         0.0407         100           avril         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0404         100           avril         196.1         174.2         177.6         6.542         5.62         4.30         0.76         0.0402<	août	149.9	173.5	20.3	892.6	4 84	5.60	4 47	0.80	0.0420	100
Dependence         11.1         10.1         149.2         2.00         3.12         2.47         0.79         0.0446         100           novembre         28.0         33.2         5.4         151.6         0.93         1.11         0.77         0.71         0.0373         100           decembre         21.2         31.4         3.2         14.24         0.68         1.01         0.71         0.70         0.0371         100           total 1997         1143.8         1355.0         10.4         6649.4         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0419         100           jarvier         24.6         41.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0339         100           mari         199.7         118.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0407         100           mari         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0402         100           aoùt         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76	sentembre	117 1	143.1	15.0	744 5	3 90	4 77	3 85	0.00	0.0425	100
October         OP-16         30.2         10.1         49.5.6         2.0.9         3.1.2         2.77         0.77         0.0371         1000           decembre         21.2         31.4         3.2         142.4         0.68         1.01         0.71         0.70         0.0371         1000           total 1997         114.38         1355.0         10.4         6849.4         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0419         1000           farvier         59.9         52.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         1000           avriar         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0407         1000           mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.66         6.10         4.64         0.76         0.0400         1000           juilet         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0399         100           octobre         55.0         7.3.4         10.7         358.8         1.77         2.30	octobro	64.9	06.9	10.0	402.2	3.30	7.11	2.47	0.01	0.0425	100
Intermining         28.0         3.2         3.4         13.6         0.93         1.11         0.75         0.71         0.0373         100           total 1997         114.8         1355.0         10.4         6649.4         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0419         100           janvier         24.6         41.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0339         100           mars         89.7         111.8         6.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           marii         172.5         188.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0398         100           juin         166.172.2         177.7         839.6         5.35         5.74         4.35         0.76         0.0398         100           aoùt         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0408         100           aoùt         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30 <t< td=""><td>ociobre</td><td>04.0</td><td>90.0</td><td>10.1</td><td>493.2</td><td>2.09</td><td>3.12</td><td>2.47</td><td>0.79</td><td>0.0410</td><td>100</td></t<>	ociobre	04.0	90.0	10.1	493.2	2.09	3.12	2.47	0.79	0.0410	100
Obscentrore         21.2         31.4         3.2         142.4         0.88         1.01         0.71         0.70         0.0371         100           1998         1         1         2.96         0.80         0.0419         100           invier         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         100           avriar         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0407         100           avriar         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0407         100           main         172.5         189.0         15.4         92.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           gain         160.6         172.2         17.7         839.8         5.35         5.74         4.35         0.76         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100         100	novembre	28.0	33.2	5.4	151.0	0.93	1.11	0.78	0.71	0.0373	100
total 1997         1143.8         135.0         10.4         6949.4         3.13         3.71         2.96         0.80         0.0419         100           janvier         24.6         41.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.64         0.0339         100           mars         89.7         111.8         6.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           avrii         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0404         100           juin         160.6         172.2         17.7         839.6         5.35         5.74         4.35         0.76         0.0402         100           aoùt         158.2         179.1         19.6         894.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           octobre         55.0         73.4         10.7         358.8         1.77         2.37         18.0         0.76         0.0387         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.111         0.7	decembre	21.2	31.4	3.2	142.4	0.68	1.01	0.71	0.70	0.0371	100
1998         avvier         24.6         41.4         2.5         171.6         0.79         1.34         0.86         0.84         0.0339         100           février         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         100           avril         99.9         1117.3         8.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           juilet         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100           octobre         55.0         7.3.4         10.7         356.8         1.77         2.37         180         0.76         0.0401         100           totbre         53.0         51.4         3.0         2.67         3.16         3.17 <td>total 1997</td> <td>1143.8</td> <td>1355.0</td> <td>10.4</td> <td>6949.4</td> <td>3.13</td> <td>3.71</td> <td>2.96</td> <td>0.80</td> <td>0.0419</td> <td>100</td>	total 1997	1143.8	1355.0	10.4	6949.4	3.13	3.71	2.96	0.80	0.0419	100
jarvier 24.6 41.4 2.5 171.6 0.79 1.34 0.86 0.64 0.0339 100 mars 89.7 111.8 6.8 557.3 2.89 3.61 2.79 0.77 0.0407 100 mai 172.5 189.0 15.4 926.5 5.56 6.10 4.64 0.76 0.0400 100 mai 172.5 189.0 15.4 926.5 5.56 6.10 4.64 0.76 0.0400 100 juin 160.6 172.2 17.7 839.6 5.35 5.74 4.35 0.76 0.0398 100 août 168.2 179.1 19.6 894.6 5.10 5.78 4.43 0.76 0.0408 100 septembre 86.9 105.1 14.2 524.6 2.90 3.50 2.72 0.78 0.0408 100 cotobre 55.0 73.4 10.7 358.8 1.77 2.33 1.80 0.76 0.0399 100 decembre 23.7 34.4 1.2 154.5 0.76 1.111 0.77 0.70 0.0367 100 total 1998 1133.1 1341.4 10.4 6589.6 3.10 3.68 2.80 0.76 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 4.30 0.76 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.44 1.03 0.76 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0403 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0403 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0397 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0398 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0399 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.77 0.0391 100 mars 82.7 107.1 6.4 527.9 2.67 3.45 2.64 0.75 0.0396 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141 133.2 15.7 638.2 4.55 4.30 3.20 0.74 0.0391 100 mari 141.3 15.0 1.88 2.09 1.58 0.75 0.0397 100 mari 15.8 0.75 0.70 0.0367 100 mari 16.8 1.23.8 1.00 1.89 1.28 0.90 1.50 0.399 1.00 mari 16.8 1.23.8 1.00 1.89 1.28 0.90 1.50 0.399 1.00 mari 118.5 1.26.6 1.8 0.00 1.300 3.39 2.57 0.76 0.0398 100	1998										
février         59.9         92.1         4.3         480.9         2.14         3.29         2.67         0.81         0.0427         100           avril         99.9         111.3         6.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           juile         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.56         4.43         0.76         0.0402         100           aoùt         158.2         179.1         19.6         894.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.77         0.78         0.0408         100           octobre         530         73.4         10.7         386.8         1.77         2.37         1.80         0.76         0.0399         100           total 1998         133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68	janvier	24.6	41.4	2.5	171.6	0.79	1.34	0.86	0.64	0.0339	100
mars         89.7         111.8         6.8         557.3         2.89         3.61         2.79         0.77         0.0407         100           mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           juin         160.6         172.2         17.7         839.6         5.55         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           août         158.2         179.1         19.6         887.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0398         100           octobre         55.0         73.4         10.7         358.8         177         2.37         1.80         0.76         0.0399         100           novembre         34.0         51.4         3.0         243.3         1.13         1.71         1.26         0.74         0.0387         100           decembre         23.7         34.4         1.2         1545         0.76         1.11         0.77         0.0367         100           forter         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44	février	59.9	92.1	4.3	480.9	2.14	3.29	2.67	0.81	0.0427	100
avrii         99.9         117.3         8.8         580.3         3.33         3.91         3.00         0.77         0.0404         100           mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0398         100           juilet         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100           octbbre         55.0         73.4         10.7         358.8         1.77         2.37         1.80         0.76         0.0397         100           octbar         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.367         100           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0392         100           fevrier         39.1         5.42         2.99         2.67         3.45         2.64 <td< td=""><td>mars</td><td>89.7</td><td>111.8</td><td>6.8</td><td>557.3</td><td>2.89</td><td>3.61</td><td>2.79</td><td>0.77</td><td>0.0407</td><td>100</td></td<>	mars	89.7	111.8	6.8	557.3	2.89	3.61	2.79	0.77	0.0407	100
mai         172.5         189.0         15.4         926.5         5.56         6.10         4.64         0.76         0.0400         100           juin         166.6         172.2         17.7         839.6         5.35         5.74         4.35         0.76         0.0400         100           août         158.2         179.1         19.6         834.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           acott         158.2         179.1         19.6         834.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           octobre         55.0         73.4         10.7         358.8         1.77         2.37         1.80         0.76         0.0397         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0367         100           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         6527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           marker         32.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45	avril	99.9	117.3	8.8	580.3	3.33	3.91	3.00	0.77	0.0404	100
juin         160.6         172.2         17.7         839.6         5.35         5.74         4.35         0.76         0.0398         100           acùt         158.2         179.1         19.6         894.6         5.10         5.72         5.62         4.30         0.76         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100           octobre         55.0         73.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.0387         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.0387         100           fevrier         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0398         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           mari         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74	mai	172.5	189.0	15.4	926.5	5.56	6.10	4.64	0.76	0.0400	100
juillet         168.1         174.2         20.2         857.6         5.42         5.62         4.30         0.76         0.0402         100           août         158.2         179.1         19.6         894.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           août         55.0         73.4         10.7         358.8         1.77         2.37         1.80         0.76         0.0399         100           novembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0387         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0387         100           fevrier         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0382         100           mars         82.7         107.1         6.4         52.7         2.67         3.45         2.64         0.76         0.0399         100           mars         82.7         107.1         6.4         52.7         2.64         1.33         3.20	iuin	160.6	172.2	17.7	839.6	5.35	5.74	4.35	0.76	0.0398	100
août         158.2         179.1         19.6         894.6         5.10         5.78         4.48         0.78         0.0408         100           septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100           novembre         34.0         51.4         3.0         243.3         1.13         1.71         1.26         0.74         0.0387         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0367         100           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0401         100           février         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.77         0.0399         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           mari         107.5         125.8         9.2         613.1         3.55         3.0	iuillet	168.1	174.2	20.2	857.6	5.42	5.62	4.30	0.76	0.0402	100
septembre         86.9         105.1         14.2         524.6         2.90         3.50         2.72         0.78         0.0408         100           octobre         55.0         73.4         10.7         358.8         1.77         2.37         1.80         0.76         0.0389         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0387         100           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         689.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0401         100           février         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0392         100           avril         107.5         125.8         9.2         613.1         3.58         4.19         3.17         0.76         0.0398         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         <	août	158.2	179 1	19.6	894.6	5 10	5 78	4 48	0.78	0.0408	100
Columbo         Columbo <t< td=""><td>septembre</td><td>86.9</td><td>105.1</td><td>14.2</td><td>524.6</td><td>2 90</td><td>3 50</td><td>2 72</td><td>0.78</td><td>0.0408</td><td>100</td></t<>	septembre	86.9	105.1	14.2	524.6	2 90	3 50	2 72	0.78	0.0408	100
October         53.5         15.4         30.1         15.4         30.2         15.4         30.2         11.1         1.11         1.11         0.77         0.0367         100           decembre         23.7         34.4         1.2         154.5         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0367         100           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0401         100           1999	octobre	55.0	73.4	10.7	358.8	1 77	2 37	1.80	0.76	0.0300	100
International decembre         23.3         31.4         1.3         1.13         1.11         1.22         0.74         0.0301         1000           total 1998         1133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0307         100           1999         1         29         42.1         2.3         205.7         0.94         1.36         1.03         0.76         0.0399         100           mars         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0392         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           mari         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0391         100           mari         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         1000           pullet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48 <td< td=""><td>novombro</td><td>34.0</td><td>73.4 51.4</td><td>3.0</td><td>243.3</td><td>1.17</td><td>1 71</td><td>1.00</td><td>0.70</td><td>0.0393</td><td>100</td></td<>	novombro	34.0	73.4 51.4	3.0	243.3	1.17	1 71	1.00	0.70	0.0393	100
UdeCentrole         23.7         34.4         1.2         134.3         0.76         1.11         0.77         0.70         0.0387         100           1999         1133.1         1341.4         10.4         6589.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0401         100           1999	décembre	34.0	31.4	3.0	243.3	1.13	1.71	0.77	0.74	0.0367	100
Introduct 1998         1133.1         1341.4         10.4         6588.6         3.10         3.68         2.80         0.76         0.0401         100           janvier         29         42.1         2.3         205.7         0.94         1.36         1.03         0.76         0.0399         100           mars         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0392         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           mari         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0391         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0397         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58 </td <td></td> <td>23.7</td> <td>34.4</td> <td>1.2</td> <td>104.0</td> <td>0.70</td> <td>1.11</td> <td>0.77</td> <td>0.70</td> <td>0.0307</td> <td>100</td>		23.7	34.4	1.2	104.0	0.70	1.11	0.77	0.70	0.0307	100
1999 janvier         29         42.1         2.3         205.7         0.94         1.36         1.03         0.76         0.0399         100           février         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0392         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           avril         107.5         125.8         9.2         613.1         3.58         4.19         3.17         0.76         0.0398         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0391         100           juillet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.88         0.75         0.0397         100           aoùt         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58 </td <td>total 1998</td> <td>1133.1</td> <td>1341.4</td> <td>10.4</td> <td>6589.6</td> <td>3.10</td> <td>3.68</td> <td>2.80</td> <td>0.76</td> <td>0.0401</td> <td>100</td>	total 1998	1133.1	1341.4	10.4	6589.6	3.10	3.68	2.80	0.76	0.0401	100
janvier         29         42.1         2.3         205.7         0.94         1.36         1.03         0.76         0.0399         100           février         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0399         100           avril         107.5         125.8         9.2         613.1         3.58         4.19         3.17         0.76         0.0398         100           mai         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0391         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0397         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           octobre         52.1         64.8         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57	1999		10.1		005 7		1.00	4.00	0 70		400
février         39.1         54.2         0.9         260.0         1.40         1.94         1.44         0.74         0.0392         100           mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           mai         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0396         100           juil         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         100           juillet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.88         0.75         0.0397         100           aoùt         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0367         100           octobre         52.1         64.8         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57	janvier	29	42.1	2.3	205.7	0.94	1.36	1.03	0.76	0.0399	100
mars         82.7         107.1         6.4         527.9         2.67         3.45         2.64         0.77         0.0403         100           avril         107.5         125.8         9.2         613.1         3.58         4.19         3.17         0.76         0.0398         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         100           juillet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.88         0.75         0.0397         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.00         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1.095.8         1.238.6         10.3         6.030.1         3.00         3.39	février	39.1	54.2	0.9	260.0	1.40	1.94	1.44	0.74	0.0392	100
avril         107.5         125.8         9.2         613.1         3.58         4.19         3.17         0.76         0.0398         100           mai         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0391         100           juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           septembre         103.6         122.3         17.5         612.3         3.45         4.08         3.17         0.76         0.0397         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           octobre         22.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.70         0.0371         100           dccembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85 </td <td>mars</td> <td>82.7</td> <td>107.1</td> <td>6.4</td> <td>527.9</td> <td>2.67</td> <td>3.45</td> <td>2.64</td> <td>0.77</td> <td>0.0403</td> <td>100</td>	mars	82.7	107.1	6.4	527.9	2.67	3.45	2.64	0.77	0.0403	100
mai         141         133.2         15.7         638.2         4.55         4.30         3.20         0.74         0.0391         100           juilet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.84         0.75         0.0396         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           septembre         103.6         122.3         17.5         612.3         3.45         4.08         3.17         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.0371         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           janvier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90         0.70 </td <td>avril</td> <td>107.5</td> <td>125.8</td> <td>9.2</td> <td>613.1</td> <td>3.58</td> <td>4.19</td> <td>3.17</td> <td>0.76</td> <td>0.0398</td> <td>100</td>	avril	107.5	125.8	9.2	613.1	3.58	4.19	3.17	0.76	0.0398	100
juin         162.8         173.3         16.0         839.3         5.43         5.78         4.34         0.75         0.0396         100           juillet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.88         0.75         0.0397         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.0377         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1.095.8         1.238.6         10.3         6.030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0398         100           ganvier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90	mai	141	133.2	15.7	638.2	4.55	4.30	3.20	0.74	0.0391	100
juillet         188.4         200.9         19.8         975.0         6.08         6.48         4.88         0.75         0.0397         100           août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           septembre         103.6         122.3         17.5         612.3         3.45         4.08         3.17         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.70         0.0367         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0398         100           gavier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28	juin	162.8	173.3	16.0	839.3	5.43	5.78	4.34	0.75	0.0396	100
août         139.8         145.2         19.0         728.9         4.51         4.68         3.65         0.78         0.0410         100           septembre         103.6         122.3         17.5         612.3         3.45         4.08         3.17         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0370         100           zono         mars         91.4         123.6         6.8         602.0         2.95         3.99         3.02         0.76         0.0393         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48         3.31         0.74         0.0388         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94	juillet	188.4	200.9	19.8	975.0	6.08	6.48	4.88	0.75	0.0397	100
septembre         103.6         122.3         17.5         612.3         3.45         4.08         3.17         0.78         0.0409         100           octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.70         0.0367         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0370         100           ganvier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90         0.70         0.0370         100           février         47.6         67.3         4.3         323.6         1.64         2.32         1.73         0.75         0.0398         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48	août	139.8	145.2	19.0	728.9	4.51	4.68	3.65	0.78	0.0410	100
octobre         52.1         64.8         10.1         315.0         1.68         2.09         1.58         0.75         0.0397         100           novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.70         0.0367         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0398         100           2000	septembre	103.6	122.3	17.5	612.3	3.45	4.08	3.17	0.78	0.0409	100
novembre         25         32.4         3.3         145.5         0.83         1.08         0.75         0.70         0.0367         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           total 1999         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0371         100           2000	octobre	52.1	64.8	10.1	315.0	1.68	2.09	1.58	0.75	0.0397	100
décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           décembre         24.8         37.3         3.1         169.2         0.80         1.20         0.85         0.70         0.0371         100           décembre         1,095.8         1,238.6         10.3         6,030.1         3.00         3.39         2.57         0.76         0.0371         100           zono         2000         128.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90         0.70         0.0370         100           janvier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90         0.70         0.0370         100           février         47.6         67.3         4.3         323.6         1.64         2.32         1.73         0.75         0.0393         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48         3.31         0.74         0.0388         100           juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11	novembre	25	32.4	3.3	145.5	0.83	1.08	0.75	0.70	0.0367	100
International         Interna         International         International<	décembre	24.8	37.3	31	169.2	0.80	1 20	0.85	0 70	0.0371	100
Interview         Interview <thinterview< th=""> <thinterview< th=""> <thi< td=""><td>total 1999</td><td>1 095 8</td><td>1 238 6</td><td>10.3</td><td>6 030 1</td><td>3.00</td><td>3 30</td><td>2 57</td><td>0.76</td><td>0.0398</td><td>100</td></thi<></thinterview<></thinterview<>	total 1999	1 095 8	1 238 6	10.3	6 030 1	3.00	3 30	2 57	0.76	0.0398	100
janvier         28.3         39.8         1.0         180.4         0.91         1.28         0.90         0.70         0.0370         100           février         47.6         67.3         4.3         323.6         1.64         2.32         1.73         0.75         0.0393         100           mars         91.4         123.6         6.8         602.0         2.95         3.99         3.02         0.76         0.0398         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48         3.31         0.74         0.0388         100           mai         158.5         163.0         15.6         781.4         5.11         5.26         3.91         0.74         0.0392         100           juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11         6.88         5.13         0.75         0.0392         100           juillet         154.6         140.8         17.1         679.8         4.99         4.54         3.41         0.75         0.0397         100           août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11	2000	1,000.0	1,200.0	10.0	0,000.1	0.00	0.00	2.01	0.70	0.0000	100
Jainvier       20.3       39.6       1.0       100       100.4       0.91       1.26       0.90       0.70       0.0370       100         février       47.6       67.3       4.3       323.6       1.64       2.32       1.73       0.75       0.0393       100         mars       91.4       123.6       6.8       602.0       2.95       3.99       3.02       0.76       0.0398       100         avril       118.3       134.5       10.1       639.1       3.94       4.48       3.31       0.74       0.0392       100         mai       158.5       163.0       15.6       781.4       5.11       5.26       3.91       0.74       0.0392       100         juin       183.2       206.5       18.7       991.5       6.11       6.88       5.13       0.75       0.0392       100         juillet       154.6       140.8       17.1       679.8       4.99       4.54       3.41       0.75       0.0397       100         août       15.0       16.0       705.9       3.84       4.75       3.65       0.77       0.0405       100         octobre       56.5       71.6       11.1	ionvior	20.2	20.0	1.0	100.4	0.01	1.00	0.00	0 70	0.0270	100
Tevner47.667.34.3323.61.642.321.730.750.0393100mars91.4123.66.8602.02.953.993.020.760.0398100avril118.3134.510.1639.13.944.483.310.740.0388100mai158.5163.015.6781.45.115.263.910.740.0392100juin183.2206.518.7991.56.116.885.130.750.0392100juillet154.6140.817.1679.84.994.543.410.750.0397100août150.0169.019.9820.54.845.454.110.750.0397100septembre115.2142.416.0705.93.844.753.650.770.0405100octobre56.571.611.1345.71.822.311.730.750.0394100décembre19.328.64.6121.90.620.920.610.660.0348100total 20001154.61.331.011.06.395.83.153.642.710.750.0393100	janvier	28.3	39.8	1.0	180.4	0.91	1.28	0.90	0.70	0.0370	100
Imars         91.4         123.6         6.8         602.0         2.95         3.99         3.02         0.76         0.0398         100           avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48         3.31         0.74         0.0388         100           mai         158.5         163.0         15.6         781.4         5.11         5.26         3.91         0.74         0.0392         100           juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11         6.88         5.13         0.75         0.0392         100           juillet         154.6         140.8         17.1         679.8         4.99         4.54         3.41         0.75         0.0394         100           août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11         0.75         0.0397         100           septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.7	levrier	47.6	67.3	4.3	323.0	1.64	2.32	1.73	0.75	0.0393	100
avril         118.3         134.5         10.1         639.1         3.94         4.48         3.31         0.74         0.0388         100           mai         158.5         163.0         15.6         781.4         5.11         5.26         3.91         0.74         0.0392         100           juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11         6.88         5.13         0.75         0.0392         100           juillet         154.6         140.8         17.1         679.8         4.99         4.54         3.41         0.75         0.0392         100           août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11         0.75         0.0397         100           septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1	mars	91.4	123.6	6.8	602.0	2.95	3.99	3.02	0.76	0.0398	100
mai         158.5         163.0         15.6         781.4         5.11         5.26         3.91         0.74         0.0392         100           juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11         6.88         5.13         0.75         0.0392         100           juillet         154.6         140.8         17.1         679.8         4.99         4.54         3.41         0.75         0.0392         100           août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11         0.75         0.0397         100           septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0	avril	118.3	134.5	10.1	639.1	3.94	4.48	3.31	0.74	0.0388	100
juin         183.2         206.5         18.7         991.5         6.11         6.88         5.13         0.75         0.0392         100           juillet         154.6         140.8         17.1         679.8         4.99         4.54         3.41         0.75         0.0392         100           août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11         0.75         0.0397         100           septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         110         6.395.8         3.15         3.64	mai	158.5	163.0	15.6	781.4	5.11	5.26	3.91	0.74	0.0392	100
juillet154.6140.817.1679.84.994.543.410.750.0394100août150.0169.019.9820.54.845.454.110.750.0397100septembre115.2142.416.0705.93.844.753.650.770.0405100octobre56.571.611.1345.71.822.311.730.750.0394100novembre31.743.96.4204.01.061.461.060.720.0380100décembre19.328.64.6121.90.620.920.610.660.0348100total 20001154.61.331.011.06.395.83.153.642.710.750.0393100	juin	183.2	206.5	18.7	991.5	6.11	6.88	5.13	0.75	0.0392	100
août         150.0         169.0         19.9         820.5         4.84         5.45         4.11         0.75         0.0397         100           septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         11.0         6.395.8         3.15         3.64         2.71         0.75         0.0393         100	juillet	154.6	140.8	17.1	679.8	4.99	4.54	3.41	0.75	0.0394	100
septembre         115.2         142.4         16.0         705.9         3.84         4.75         3.65         0.77         0.0405         100           octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         11.0         6.395.8         3.15         3.64         2.71         0.75         0.0393         100	août	150.0	169.0	19.9	820.5	4.84	5.45	4.11	0.75	0.0397	100
octobre         56.5         71.6         11.1         345.7         1.82         2.31         1.73         0.75         0.0394         100           novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         11.0         6.395.8         3.15         3.64         2.71         0.75         0.0393         100	septembre	115.2	142.4	16.0	705.9	3.84	4.75	3.65	0.77	0.0405	100
novembre         31.7         43.9         6.4         204.0         1.06         1.46         1.06         0.72         0.0380         100           décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         11.0         6.395.8         3.15         3.64         2.71         0.75         0.0393         100	octobre	56.5	71.6	11.1	345.7	1.82	2.31	1.73	0.75	0.0394	100
décembre         19.3         28.6         4.6         121.9         0.62         0.92         0.61         0.66         0.0348         100           total 2000         1154.6         1.331.0         11.0         6.395.8         3.15         3.64         2.71         0.75         0.0393         100	novembre	31.7	43.9	6.4	204.0	1.06	1.46	1.06	0.72	0.0380	100
total 2000 1154.6 1 331.0 11.0 6 395.8 3 15 3 64 2 71 0 75 0 0393 100	décembre	19.3	28.6	46	121.9	0.62	0.92	0.61	0.66	0.0348	100
	total 2000	1154.6	1 331 0	11.0	6 395 8	3 15	3.64	2 71	0.75	0 0393	100

mois	H <sub>g</sub> [kWh/m²]	H <sub>I</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	T <sub>am</sub> [°C]	EIO+ [kWh]	Y <sub>r,g</sub> [kWh/kWpd]	Y <sub>r</sub> [kWh/kWpd]	Y <sub>f</sub> [kWh/kWpd]	PR	$\eta_{\text{tot}}$	Operat. [%]
2001										
janvier	24.9	35.6	2.5	157.6	0.80	1.15	0.79	0.69	0.0362	100
février	49.3	67.7	4.0	320.0	1.76	2.42	1.77	0.73	0.0386	100
mars	58.4	63.2	7.6	292.6	1.88	2.04	1.47	0.72	0.0378	100
avril	99.3	117.9	7.8	548.9	3.31	3.93	2.84	0.72	0.0380	100
mai	162.3	173.1	16.2	807.5	5.24	5.58	4.04	0.72	0.0381	100
juin	166.3	168.8	16.3	784.6	5.54	5.63	4.06	0.72	0.0380	100
juillet	171.2	171.9	19.7	813.4	5.52	5.55	4.07	0.73	0.0387	100
août	154.4	174.7	20.2	835.4	4.98	5.64	4.18	0.74	0.0391	100
septembre	87.2	98.2	12.6	463.1	2.91	3.27	2.40	0.73	0.0385	100
octobre	72.3	91.9	13.5	435.9	2.33	2.96	2.18	0.74	0.0388	100
novembre	33.7	46.7	3.9	211.7	1.12	1.56	1.10	0.70	0.0370	100
décembre	26.7	49.8	1.0	219.5	0.86	1.61	1.10	0.68	0.0360	100
total 2001	1106.0	1,259.5	10.4	5,890.2	3.03	3.45	2.51	0.73	0.0382	100
2002										
janvier	28.7	34.2	1.2	145.9	0.93	1.10	0.73	0.66	0.0349	100
février	42.8	55.0	5.8	248.1	1.53	1.96	1.38	0.70	0.0369	100
mars	100.3	122.6	7.4	564.6	3.24	3.95	2.83	0.72	0.0376	100
avril	129.8	145.1	10.0	662.2	4.33	4.84	3.43	0.71	0.0373	100
mai	138.0	142.2	13.0	633.8	4.45	4.59	3.17	0.69	0.0364	100
juin	184.1	185.2	19.8	844.0	6.14	6.17	4.37	0.71	0.0372	100
juillet	161.0	164.8	19.0	753.7	5.37	5.49	3.90	0.71	0.0374	100
août	137.9	152.8	18.3	707.7	4.60	5.09	3.66	0.72	0.0378	100
septembre	99.5	118.7	14.2	549.9	3.32	3.96	2.85	0.72	0.0378	100
octobre	63.8	84.6	10.8	387.6	2.13	2.82	2.01	0.71	0.0374	100
novembre	22.3	28.0	7.2	108.6	0.74	0.93	0.56	0.60	0.0317	100
décembre	11.7	15.1	4.5	49.5	0.39	0.50	0.26	0.51	0.0268	100
total 2002	1119.9	1248.3	10.9	5,655.6	3.07	3.42	2.41	0.70	0.0370	100
2003										
janvier	25.3	30.2	0.9	121.8	0.82	0.97	0.61	0.63	0.0330	100
février	49	60.3	-0.4	261.9	1.75	2.15	1.45	0.67	0.0355	100
mars	119.1	152.1	8.3	693	3.84	4.91	3.47	0.71	0.0372	100
avril	136.2	155.3	10.4	705.6	4.54	5.18	3.65	0.71	0.0371	100
mai	148	157.5	14.9	712.7	4.77	5.08	3.57	0.70	0.0370	100
juin	199.2	206.7	23.1	945.9	6.64	6.89	4.90	0.71	0.0374	100
juillet	173.8	182	21.3	839.2	5.61	5.87	4.20	0.72	0.0377	100
août	163.7	185.4	23.4	869.9	5.28	5.98	4.36	0.73	0.0383	100
septembre	126.9	148.7	15.5	703.4	4.23	4.96	3.64	0.73	0.0386	100
octobre	58.5	70	7.6	319.4	1.89	2.26	1.60	0.71	0.0373	100
total 2003 2)	1199.7	1348.2	12.5	6,172.8	3.95	4.43	3.15	0.71	0.0374	100
1997-2003	7952.9	9122.0	10.6	43683.5	3.21	3.67	2.73	0.74	0.0391	100

1) mise en service 10.10.1996

2) janvier à octobre 2003

Liste des symboles

- $H_{g}$ rayonnement solaire global sur une surface horizontale (ANETZ Neuchâtel)
- Ηľ rayonnement solaire dans le plan des panneaux
- température ambiante moyenne (ANETZ Neuchâtel)
- T<sub>am</sub> EIO+ énergie produite de l'installation (à la sortie de l'onduleur)
- Y<sub>r,g</sub> Y<sub>r</sub> Y<sub>f</sub> productivité solaire globale
- productivité solaire de référence
- productivité de l'installation
- PR indice de performance de l'installation
- rendement total de l'installation η
- Operat. disponibilité de l'installation

#### Annexe B Performance de l'installation photovoltaique « La Galère » à Auvernier NE

Données techniques de l'installation	0
Surface photovoltaïque totale Puissance électrique nominale (DC)	60 m <sup>2</sup> 2.74 kW <sub>p</sub>
Tension nominale du système	100 VDĊ
Panneaux photovoltaiqïques	
148 modules Type : silicium amorphe tandem (double jonction) Fabricant : Unisolar, USA	P <sub>n</sub> = 18.5 W <sub>p</sub>
Onduleur	
Top Class Grid III TCG 2500/6 Puissance nominale AC Fabricant : ASP, CH	2.25 kW
Système de montage des panneaux	
toit à bardeaux	
Conception	

Pascal Affolter, LESO-EPFL

#### Montage

Nissil Electricité, La Cibourg NE



Installation amorphe intégrée « La Galère » Auvernier NE

Year	Irradiation [kWh/m <sup>2</sup> ]	Production [kWh]	Performance [%]	Availability [%]	Yield [kWh/kWp]	norm. Yield <sup>3)</sup> [kWh/kWp]
1997 <sup>1)</sup>	595	1,270	78	47	464	1,045
1998	1,341	2,805	76	100	1,024	1,024
1999	1,239	2,580	76	100	942	1,019
2000	1,331	2,784	76	100	1,016	1,024
2001	1,260	2,424	70	100	885	942
2002	1,251	2,533	74	100	924	991
2003 <sup>2)</sup>	1,368	2,701	72	100	986	966
Total 1997-2003	8,385	17,097	74	100	963	1,001

#### Production et performance de l'installation « La Galère » à Auvernier NE

1) mise en service: 09.07.97

2) jusqu'au 09.11.03

3) normalisé par l'irradiation 1998



#### Annexe C Description du système d'acquisition et de stockage des données Detail-Spezifikationen Erfassungs-SW

1) Konfiguration des Systems



Kopf, Record 1 bis 5 des zweiten Datensatzes (10-Minutenmittelwert) alle 10 Minuten einen Datensatz

Kopf, Record 1 bis 5 des letzten Datensatzes (10-Minutenmittelwert) 21.00 Uhr

ev. Zusammenfassungsblock

#### 3) Aufbau eines Datensatzes

Für die PV-Anlage auf dem IMT in Neuenburg weisen die Records folgende Belegung auf:

Record 1Meteo, UmweltRecord 2Daten GesamtanlageRecord 3Daten Anlageteil 1Record 4Daten Anlageteil 2Record 5Daten Anlageteil 3

Format eines Datensatzes, wie er alle 10 Minuten in das laufende Tagesfile abgespeichert wird:

Kopf %IMT\_NE%DD-MM-YYYY, HH.MM <CR>

	Fortlaufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	
Record	1	Nr.	G_l1	G_l2	H_I1	H_l2	T_am	Res.	Res.	<cr></cr>
_	Einheit	-	W/m^2	W/m^2	kWh/m^2	kWh/m^2	°C			-
-	Fortlaufende Nummer	9	10	11	12	13	14	15	16	_
Record	2	Nr.	V_A	I_A	P_10	E_IO	T_pm	Res.	Res.	<cr></cr>
	Einheit	-	V	А	W	kWh	°C			
_	Fortlaufende Nummer	17	18	19	20	21	22	23	24	_
Record	3	Nr.	V_A1	I_A1	P_I01	E_I01	Т_р8	Т_р9	T_p10	<cr></cr>
_	Einheit	-	V	А	W	kWh	°C	°C	°C	-
	Fortlaufende Nummer	25	26	27	28	29	30	31	32	_
Record	4	Nr.	V_A2	I_A2	P_102	E_IO2	T_p46	T_p57	Res.	<cr></cr>
-	Einheit	-	V	А	W	kWh	°C	°C		-
	Fortlaufende Nummer	33	34	35	36	37	38	39	40	_
Record	5	Nr.	V_A3	I_A3	P_103	E_IO3	T_p1	T_p2	T_p3	<cr></cr>
_	Einheit	-	V	A	W	Wh	°C	°C	°C	-

4.10 Uhr

Feldoperator ist ein <Komma> Zeilenende = <CR> oder <CR, LF>

#### 4) Aufbau der einzelnen Werte (Datensatz intern alle 15 Sekunden)

Nummer	Bezeichnung	Kürzel	Einheit	Quelle	Format	Unt. EW	Ob. EW	Berechnungsformel	Bemerkungen
1	Recordnummer	Nr.	-	-	Integer	1	1		Immer Wert 1
2	Strahlung Arrayebene 1	G_l1	W/m^2	AD-K12	Integer	0	1500		
3	Strahlung Arrayebene 2	G_l2	W/m^2	AD-K13	Integer	0	1500		
4	Energieeinstrahlung 1	H_I1	Wh/m^2	Ber.	Real	0	6.25	Nr. 2 * Abtastrate (15s) / 3600	laufend integrieren
5	Energieeinstrahlung 2	H_l2	Wh/m^2	Ber.	Real	0	6.25	Nr. 3 * Abtastrate (15s) / 3600	laufend integrieren
6	Aussentemperatur	T_am	°C	AD-K11	Real	- 50	100		
7	Reserve	Res.	-	AD-K14	-	-	-		
8	Reserve	Res.	-	AD-K15	-	-	-		
17	Recordnummer	Nr.	-	-	Integer	3	3		Immer Wert 3
18	Spannung Array 1	V_A1	V	COM 2	Integer	0	150		
19	Strom Array 1	I_A1	Α	COM 2	Integer	0	50		
20	AC-Leistung Array 1	P_I01	W	COM 2	Integer	0	2500		
21	AC-Energie Array 1	E_I01	Wh	COM 2	Integer	-	-	laufende Werte verwerfen	keine EW-Kontrolle
22	Paneltemperatur 8	T_p8	°C	AD-K8	Real	- 50	100		
23	Paneltemperatur 9	T_p9	°C	AD-K9	Real	- 50	100		
24	Paneltemperatur 10	T_p10	°C	AD-K10	Real	- 50	100		
25	Recordnummer	Nr.	-	-	Integer	4	4		Immer Wert 4
26	Spannung Array 2	V_A2	V	COM 3	Integer	0	150		
27	Strom Array 2	I_A2	A	COM 3	Integer	0	50		
28	AC-Leistung Array 2	P_102	W	COM 3	Integer	0	2500		
29	AC-Energie Array 2	E_IO2	Wh	COM 3	Integer	-	-	laufende Werte verwerfen	keine EW-Kontrolle
30	Paneltemperatur 46	T_p46	°C	AD-K4,6	Real	- 50	100	MW von Kanal 4 + Kanal 6	
31	Paneltemperatur 57	T_p57	°C	AD-K5,7	Real	- 50	100	MW von Kanal 5 + Kanal 7	
32	Reserve	Res.	-	AD-K16	-	-	-		
33	Recordnummer	Nr.	-	-	Integer	5	5		Immer Wert 5
34	Spannung Array 3	V_A3	V	COM 4	Integer	0	150		
35	Strom Array 3	I_A3	Α	COM 4	Integer	0	50		
36	AC-Leistung Array 3	P_103	W	COM 4	Integer	0	2500		
37	AC-Energie Array 3	E_IO3	Wh	COM 4	Integer	-	-	laufende Werte verwerfen	keine EW-Kontrolle
38	Paneltemperatur 1	T_p1	°C	AD-K1	Real	- 50	100		
39	Paneltemperatur 2	T_p2	°C	AD-K2	Real	- 50	100		
40	Paneltemperatur 3	T_p3	°C	AD-K3	Real	- 50	100		

Bemerkungen:

AD-KX bedeutet AD-Karte, Kanal X

Ber.

bedeutet Abfrage der Schnittstelle COM X COM X

bedeutet Wert kann als Ganzzahl abgefragt werden Integer

Real bedeutet Wert kann als Fliesskommazahl abgefragt werden

Wichtig:

- Record 2 (Nr. 9 bis 16) werden für die 15-Sekundenwerte nicht berücksichtigt
- Die aufgeführten Extremwerte beziehen sich auf Zahlenwerte bei einer Abfrage alle 15 Sekunden
- Fehlerbehandlung: ungültige Messwerte mit # kennzeichnen

#### 5) Aufbau der einzelnen Werte (Datensatz in File alle 10 Minuten)

Nummer	Bezeichnung	Kürzel	Einheit	Quelle	Format	Berechnungsformel / Bemerkung
1	Recordnummer	Nr.	-	-	0000	Immer Wert 1
2	Strahlung Arrayebene 1	G_I1	W/m^2	Tabelle	0000	MW 10
3	Strahlung Arrayebene 2	G_l2	W/m^2	Tabelle	0000	MW 10
4	Energieeinstrahlung 1	H I1	kWh/m^2	Tabelle	0.000	IW 10 / 1000 laufend integrieren
5	Energieeinstrahlung 2	H 12	kWh/m^2	Tabelle	0.000	IW 10 / 1000 laufend integrieren
6	Aussentemperatur	Tam	°C	Tabelle	0.000	MW 10
7	Reserve	Res.	-		-	
8	Reserve	Res.	-		-	
9	Recordnummer	Nr.	-	-	0000	Immer Wert 2
10	Spannung Array gesamt	VΑ	V	Ber.	0000	MW von (Nr. 18 + Nr. 26 + Nr. 34)
11	Strom Arrray gesamt	ΙA	Α	Ber.	0000	Summe von (Nr. 19 + Nr. 27 + Nr. 35)
12	AC-Leistung gesamt	P IO	W	Ber.	0000	Summe von (Nr. 20 + Nr. 28 + Nr. 36)
13	AC-Energie gesamt	E IO	kWh	Ber.	00.00	Summe von (Nr. 21 + Nr. 29 + Nr. 37)
14	Paneltemperatur (Mittel)	Tpm	°C	Ber.	0.000	MW von (Nr. 22, 23, 24, 30, 31, 38, 39, 40)
15	Reserve	Res.	-	-		
16	Reserve	Res.	-	-		
17	Recordnummer	Nr.	-	-	0000	Immer Wert 3
18	Spannung Array 1	V A1	V	Tabelle	0000	MW 10
19	Strom Array 1	I A1	Α	Tabelle	0000	MW 10
20	AC-Leistung Array 1	P_I01	W	Tabelle	0000	MW 10
21	AC-Energie Array 1	E_I01	kWh	Com1/Ber.	00.00	letzter Wert auslesen / 1000
22	Paneltemperatur 8	T_p8	°C	Tabelle	0.000	MW 10
23	Paneltemperatur 9	T_p9	°C	Tabelle	0.000	MW 10
24	Paneltemperatur 10	T_p10	°C	Tabelle	0.000	MW 10
25	Recordnummer	Nr.	-	-	0000	Immer Wert 4
26	Spannung Array 2	V_A2	V	Tabelle	0000	MW 10
27	Strom Array 2	I_A2	Α	Tabelle	0000	MW 10
28	AC-Leistung Array 2	P_102	W	Tabelle	0000	MW 10
29	AC-Energie Array 2	E_IO2	kWh	Com2/Ber.	00.00	letzter Wert auslesen / 1000
30	Paneltemperatur 46	T_p46	°C	Tabelle	0.000	MW 10
31	Paneltemperatur 57	T_p57	°C	Tabelle	0.000	MW 10
32	Reserve	Res.	-	-	-	
33	Recordnummer	Nr.	-	-	0000	Immer Wert 5
34	Spannung Array 3	V_A3	V	Tabelle	0000	MW 10
35	Strom Array 3	I_A3	Α	Tabelle	0000	MW 10
36	AC-Leistung Array 3	P_103	W	Tabelle	0000	MW 10
37	AC-Energie Array 3	E_IO3	kWh	Com4/Ber	00.00	letzter Wert auslesen / 1000
38	Paneltemperatur 1	T_p1	°C	Tabelle	0.000	MW 10
39	Paneltemperatur 2	T_p2	°C	Tabelle	0.000	MW 10
40	Paneltemperatur 3	T_p3	°C	Tabelle	0.000	MW 10

Bemerkungen:

Tabelle bedeutet Auslesen der Tabelle mit den 15-Sekunden-Messwerten um den Mittelwert zu bilden

Ber.

bedeutet Berechnung bedeutet Abfrage der Schnittstelle COM X COM X

MW bedeutet Mittelwert mit den angegebenen Nummern bilden

MW 10 bedeutet Mittelwert über 10 Minuten bilden

IW 10 bedeutet Wert über 10 Minuten aufintegrieren

Wichtig: - Die Werte für die AC-Energie werden direkt vor der Abspeicherung ausgelesen

- Fehlerbehandlung:

- wenn Anzahl # > 20 => ganzer Mittelwert ungültig und mit # markieren - wenn Anzahl # < 20 => Mittelwertbildung anpassen; z.B. 2 # bedeutet Mittelwert über 38 Werte