

Rapport final PV Février 2003

DEMOSITE

Site de démonstration d'éléments de construction photovoltaïques intégrés au bâtiment

Elaboré par :
C. Roecker, P. Affolter, A.N. Muller, A. Ould-Henia
Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment
LESO-PB/ICARE-ENAC
EPFL -1015 Ecublens



Programme de recherche photovoltaïque

DEMOSITE

**Site de démonstration d'éléments de construction
photovoltaïques intégrés au bâtiment**

RAPPORT FINAL

(Phase IV)

Préparé par :

C. Roecker, P. Affolter, A.N. Muller, A. Ould-Henia

Ont également participé au projet :

J. Bonvin, F. Schaller, S. L'Eplattenier, P. Loesch, S. Renfer, B. Smith

Sur mandat de l'Office Fédéral de l'Energie

Février 2003

Table des matières

1.	Summary, Résumé	3
2.	Introduction	5
3.	Objectifs	6
4.	Conception.....	7
4.1	Choix des sites	
4.2	Stands	
4.3	Electricité et mesure	
4.4	www.demosite.ch	
5.	Exploitation	17
5.1	Les exposants	18
5.1.1	Schweizer	
5.1.2	Photowatt (démonté)	
5.1.3	EPV	
5.1.4	Newtec	
5.1.5	Elektrowatt-Siemens (démonté)	
5.1.6	Colt Solution	
5.1.7	USSC (démonté)	
5.1.8	Colt Solution "wings" (démonté)	
5.1.9	IT Power	
5.1.10	Sofrel (démonté)	
5.1.11	MSK	
5.1.12	UNI-SOLAR	
5.1.13	AMAX	
5.1.14	Sunny Tile	
5.1.15	Solbac	
5.1.16	Sunslates	
5.1.17	Console	
5.1.18	Sofrel	
5.1.19	Braas	
5.1.20	Powerlight	
5.1.21	Solrif	
5.1.22	Shell solar(démonté)	
5.1.23	Solgreen	
5.1.24	Solmax	
5.1.25	Pilsim (nouveau)	
5.1.26	Shadowvoltaic (nouveau)	
5.1.27	Solface (nouveau)	
5.1.28	SolgreenII (nouveau)	
5.1.29	Freestyle (nouveau)	
5.1.30	Kawneer (nouveau)	
5.2	Mesures et résultats	97
5.2.1	Généralités	
5.2.2	Grandeurs mesurées	
5.2.3	Forme des résultats	
5.2.4	Mesures thermographiques	
6.	Diffusion de l'information.....	102
6.1	Publications sur support papier	
6.2	Présentation sur Internet	
6.3	Présentations à des conférences	
6.4	Visites	
6.5	Visiophonie	
6.6	Données informatiques	
7.	Discussion.....	111
7.1	Remarques générales	
7.2	Remarques particulières	
8.	Conclusion	122
9.	Remerciements.....	123
10.	Publications.....	124

11. Annexes

- 11.1 Schémas (de principe, d'implantation, électriques)
- 11.2 Fiches d'information
- 11.3 Exemples de fiches de mesure
- 11.4 Projets non réalisés

1. Summary

To promote the use of photovoltaic technology and stimulate its development, architects, building owners and other actors of the building industry need to be informed about available photovoltaic construction systems. They need to see how such systems can be integrated into buildings and to know how much electricity they can expect from them.

Full architectural integration is recognised as one of the most promising outlets for photovoltaics; however, more technical research is necessary to develop and improve fixing systems, installation procedures, industrial production etc.

The motivation for the creation of the "DEMOSITE", an International Centre for the Exhibition of Photovoltaic Building Elements in 1992, was to further research, development and use of new photovoltaic integration systems. It was proposed by the countries involved in Task 16 'Photovoltaics in Buildings' of the Solar Heating and Cooling Programme (SHCP) of the International Energy Agency (IEA) and set up by the LESO-PB with the support of the Swiss Federal Office of Energy and the EPFL.

In 1997, the new IEA PVPS Task 7 'PV in the built environment' continued the studies and work done in the previous task. The activities of the DEMOSITE were then recognised as essential by all partner countries and reinforced.

The first DEMOSITE reports presented the set-up of the centre and the first years of activity. Numerous contacts were established during that time, 24 pavilions were constructed and their performance monitored, regular visits were organised, numerous articles were published, the Demosite was presented at several Conferences and the newsletter DEMONEWS was distributed at regular intervals. Part of that first stage was also a thermographic study carried out by the TISO.

This final report on DEMOSITE Phase 4 summarises and concludes 10 years of DEMOSITE activities. It presents stands and PV systems, visits and conferences, web site and graphic presentations. Furthermore, six new pavilions are presented in detail:

Facade systems:

- SHADOWVOLTAIC
- SOLFACE
- KAWNEER

Flat roof systems:

- SOLGREEN II

Sloped roof systems:

- PILSIM
- FREESTYLE

1. Résumé

Afin de promouvoir et stimuler le développement du photovoltaïque, il est important que les architectes, maîtres de l'ouvrage et autres acteurs du monde de la construction puissent découvrir les systèmes photovoltaïques existants, puissent voir de quelle manière ces éléments s'intègrent au bâtiment, et, finalement puissent être renseignés sur l'énergie électrique qu'ils peuvent en attendre ; l'intégration architecturale du PV étant admise comme une voie intéressante et prometteuse nécessite encore de grands efforts de recherches techniques (fixation, étanchéité, mise en œuvre, production industrielle, etc.)

C'est dans le but d'aider à la recherche de nouvelles voies que le Centre international d'exposition et de démonstration d'éléments de construction photovoltaïques "DEMOSITE" a été créé en 1992 sur proposition des pays associés à la tâche 16 (Photovoltaics in Buildings) du programme SHCP (Solar Heating and Cooling Programme) de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie), ceci en accord avec l'OFEN et la Direction de l'EPFL. En 1997, la nouvelle tâche 7 de l'AIE (PV in the built environment du programme PVPS) prolonge les études et travaux de la tâche précédente ; dès 1997, l'activité du DEMOSITE est reconnue comme essentielle par tous les pays partenaires et son action se trouve renforcée.

Les premiers rapports DEMOSITE présentaient la mise sur pied du centre et les premières années d'activité. Parmi ces activités, relevons plus spécialement les nombreux contacts établis, la réalisation de 24 pavillons originaux avec leurs mesures, l'organisation régulière de visites, la rédaction de nombreux articles, ainsi que leur présentation lors de congrès et de conférences, la diffusion du bulletin d'information DEMONEWS, et une étude thermographique réalisée par le TISO.

Ce rapport final DEMOSITE 4^{ème} étape finalise l'activité du DEMOSITE de ces 10 dernières années. Toutes les activités effectuées sont présentées : stands et systèmes PV, visites et conférences, site web et présentation graphique ; 6 nouveaux pavillons sont présentés :

En Facade:

- SHADOWVOLTAIC
- SOLFACE
- KAWNEER

En toiture plate:

- SOLGREEN II

En toiture inclinée:

- PILSIM
- FREESTYLE

2. Introduction

Dès le début des années 90, et avec le soutien de l'OFEN, le Laboratoire d'Energie SOlaire et de Physique du Bâtiment de l'EPFL a développé une activité importante dans le domaine de l'intégration architecturale d'éléments photovoltaïques de construction, avec un double objectif :

- faire progresser les connaissances, tant architecturales que techniques, propres à cette branche;
- faire connaître les possibilités nouvelles à toutes les personnes susceptibles d'en favoriser le développement (architectes, propriétaires, maîtres d'oeuvre, autorités).

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses réalisations ou études ont permis de montrer les avantages de l'intégration du photovoltaïque au bâtiment : une utilisation rationnelle du territoire, une économie sur l'achat et l'équipement du terrain, une production d'électricité proche des utilisateurs, et une économie de construction due à la structure des bâtiments.

De 1992 à 2002, le LESO-PB a développé ou aidé à réaliser 30 stands de démonstration dans le cadre du projet DEMOSITE, objet du présent rapport. En plus de DEMOSITE, il aura aussi été possible de visiter dans un environnement proche plusieurs installations d'importance; ceci a facilité la sensibilisation de professionnels disposant généralement de peu de temps.

De nombreuses présentations ont été effectuées au cours des ans lors de conférences internationales. Par ailleurs des séminaires sur des points particuliers du domaine (intégration sur toit plat, technique de collage) ont été mis sur pied directement à l'EPFL.

De plus, à ce jour, le laboratoire a également réalisé ou participé à 12 installations pilotes photovoltaïques.

3. Objectifs

Le développement de la production d'électricité intégrée au bâtiment passe par la mise sur le marché de systèmes de construction intégrant le photovoltaïque; il importe donc de promouvoir le développement de tels éléments.

DEMOSITE, site de démonstration pour éléments de construction PV assure cette promotion en permettant notamment à de nombreux concepteurs de systèmes de venir les présenter en vraie grandeur, et aux personnes intéressées de les découvrir et comparer. Ce site ne se veut pas un centre de test des caractéristiques photovoltaïques des éléments (cf ISPRA); à DEMOSITE, les mesures effectuées consistent en un suivi des installations en conditions réelles et servent avant tout à donner aux exposants des indications sur la manière dont leurs éléments se comportent.

L'activité de ces dix dernières années a consacré le Laboratoire d'Energie Solaire comme centre de compétence dans le domaine de l'intégration des éléments photovoltaïques dans la construction. Au final, de nombreux nouveaux produits ont été initiés, portés ou soutenus par le Laboratoire, citons en autres les produits en Suisse : SOFREL, SOLBAC, SOLMAX, SOLFACE et, au niveau international : COLT-PYRAMIDE, UNISOLAR, FREESTYLE.... etc...

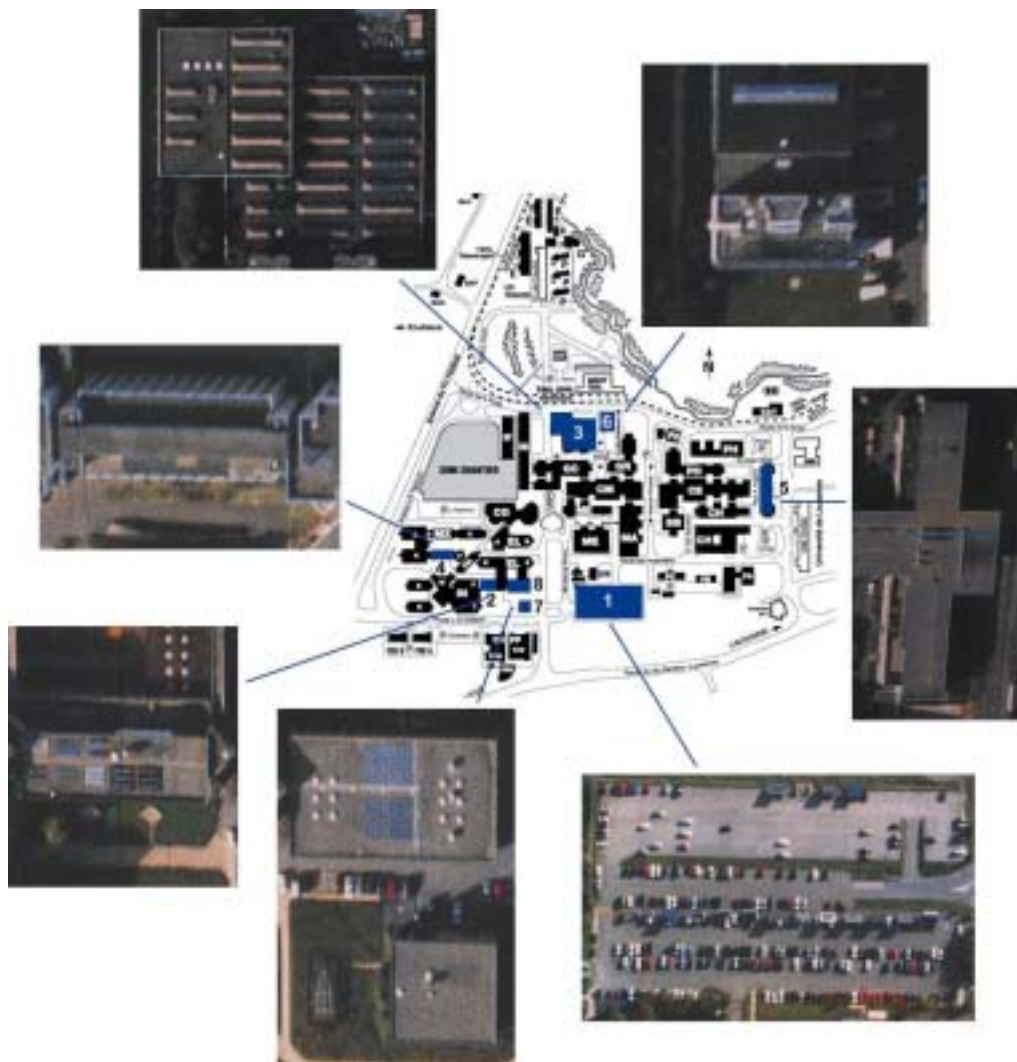
De par l'organisation et le suivi de nombreuses visites, de nombreux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre ont été initiés au « secret » de l'intégration du photovoltaïque.

4. Conception

4.1 Choix du site

La localisation géographique des deux sites, DEMOSITE I et DEMOSITE II revêt une grande importance, tant pour leurs fonctionnements techniques que pour leurs impacts auprès du public.

Par ailleurs, l'incorporation du DEMOSITE au sein de l'EPFL, institution ayant une mission large dans beaucoup de domaines techniques ayant trait à l'énergie permet des synergies fructueuses.



Légende :

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1- DEMOSITE 1 | 2- DEMOSITE 2 | 3- INSTALLATION PILOTE GC |
| 4- INSTALLATION PILOTE DMX | 5- INSTALLATION PILOTE BS | 7- INSTALLATION PILOTE LRE |
| 6- INSTALLATION PILOTE LESO | | |
| 8- INSTALLATION PILOTE EL | | |

Figure 1 : Situation générale, localisation de DEMOSITE 1 & 2 et différentes installations photovoltaïques pilotes. Voir légende ci dessus.

De plus, du fait de sa localisation au sein de l'Ecole Polytechnique, le DEMOSITE est l'un des maillons de la chaîne formée par les différents laboratoires étudiant les techniques qui touchent au photovoltaïque et à l'énergie en particulier.

Les critères suivants ont été déterminants lors de la sélection des sites :

Techniques

- orientation Sud, $\pm 15^\circ$;
- dégagement total par rapport à la course du soleil;
- albédo moyen, pas de surfaces miroirs (étendue d'eau p. ex.);
- accès (dans la mesure du possible) aisés aux véhicules de transport (camions);
- proximité des réseaux électrique et téléphonique;

Pratiques

- facilité d'accès pour les visiteurs (train, route);
- proximité des deux sites DEMOSITE afin de faciliter les visites
- proximité d'autres objets PV intéressants afin de grouper les visites;
- terrain appartenant à la Confédération (raisons administratives);
- distance raisonnable du LESO pour faciliter l'exploitation;
- proximité de la route cantonale Lausanne/Genève;

Extension

- possibilité d'extension en fonction du nombre de participants de chacun des sites

Sécurité

- terrain fréquenté, surveillé, pas isolé (vol, vandalisme).

L'ensemble de ces critères nous a amenés à choisir pour DEMOSITE I (toitures inclinées et façades) le parking Sud de l'EPFL sur lequel seule l'exigence de l'albédo moyen n'est pas toujours satisfaite, à cause de réflexions possibles sur les voitures.

Deux rangées de stands ont été construites afin de pouvoir répondre aux attentes des exposants. Erigés selon un système pavillonnaire, les rangées de stands sont dotées d'un trottoir ou d'un chemin de visite qui, grâce à leurs présences, permettent aux visiteurs d'avoir le recul nécessaire pour examiner dans leur globalité les différents produits.



Figure 2 : Vue générale de DEMOSITE I (toiture inclinée et façade)

DEMOSITE II (toiture plate) est situé à proximité de DEMOSITE I, sur le toit plat du bâtiment du département d'électricité. L'accès en toiture se fait directement par la cage d'escalier du bâtiment. Un chemin de visite principal en bois a été construit, séparant deux rangées de stands d'exposition. Les espaces d'exposition sont eux-mêmes divisés par des chemins de visite secondaires latéraux.



Figure 3 : Vue générale de DEMOSITE II (toiture plate)

4.2 Stands

L'élément de base des DEMOSITE I & II est le stand, sur lequel un exposant vient monter ses éléments PV en toiture inclinée, sur toit plat, ou en façade sur une structure mise à sa disposition.

Le choix des dimensions est établi selon 2 critères pratiques :

- disposer d'une surface de toiture ou de façade suffisante pour obtenir un effet répétitif;
- respecter la trame du parking (dans le cas de DEMOSITE I) afin de ne pas avoir à supprimer des places de parcage.

4.2.1 Version toiture inclinée (DEMOSITE I)

La structure de base mise à disposition des exposants pour des capteurs en toiture comporte 5 éléments :

- 2 murs en béton de 2,3 x 2,0 m;
- 1 poutre préfabriquée en béton;
- 2 colonnes arrières en éléments béton préfabriqués.

Le béton a été choisi comme matériau de base pour donner aux pavillons le côté "construit en dur" qui rend crédibles les exemples d'intégration présentés, et évite le syndrome du "stand d'essai", donnant l'impression d'un bricolage provisoire. Cette structure est détaillée sur la figure 4.

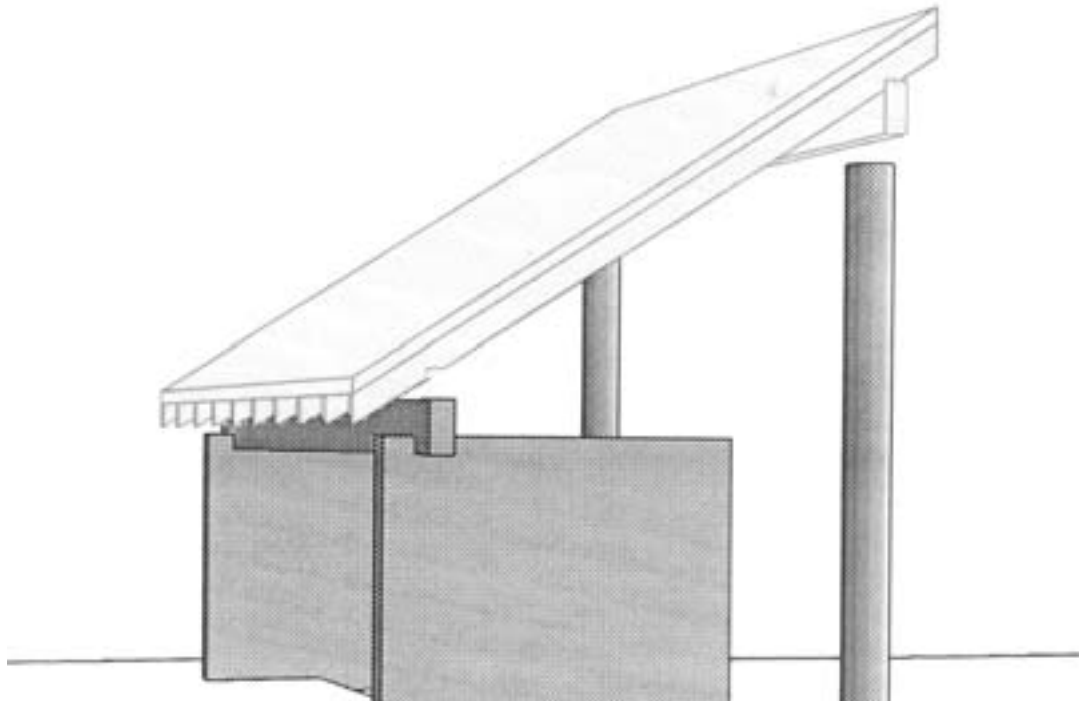


Figure 4 : Vue perspective de la version toiture.

4.2.2 Version façade (DEMOSITE I)

Pour les stands destinés à recevoir un élément de façade, les 2 piliers arrières sont supprimés. Les murs latéraux reçoivent deux triangles supplémentaires en béton armé permettant de présenter une façade d'une hauteur totale atteignant 3 m, dimension usuelle d'un vide d'étage.

La poutre préfabriquée transversale peut être déposée au besoin. L'allure générale du pavillon-façade est alors celle décrite par la figure 5.

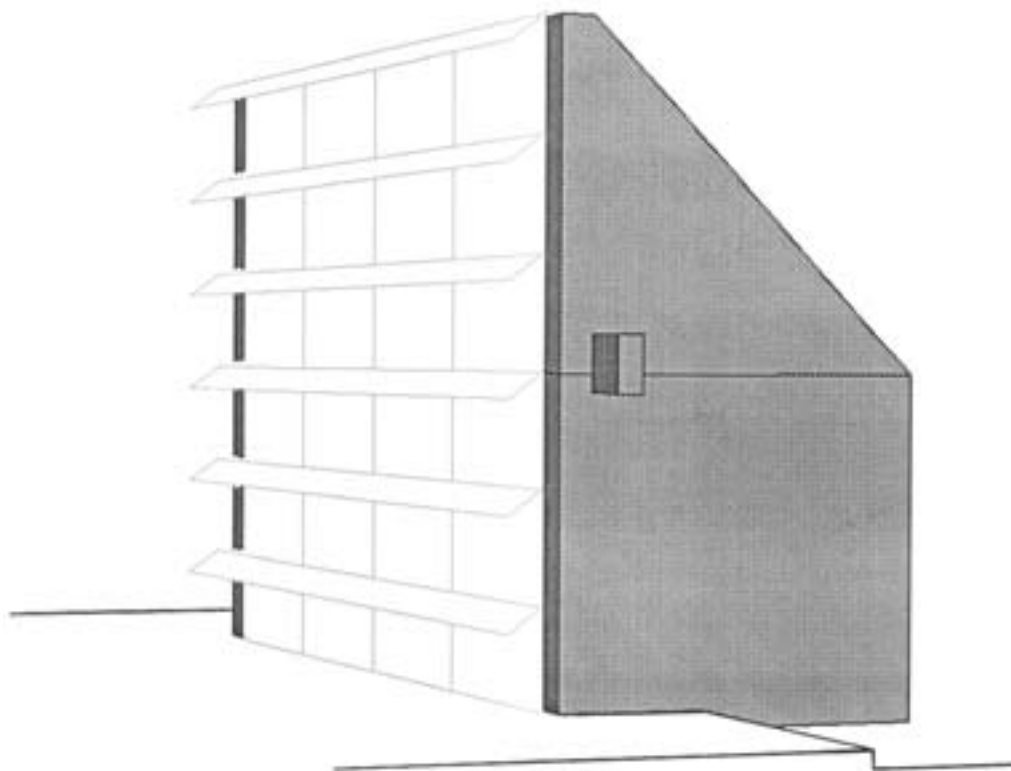


Figure 5 : Vue perspective d'un stand-façade.

4.2.3 Version toit plat (DEMOSITE II)

La toiture plate mise à disposition est divisée en plusieurs lots de 35 m² chacun environ. Sur la surface de chaque stand, deux à trois rangées de trois ou quatre panneaux permettent de présenter un système complet d'élément pour toiture plate; la répétition des rangées de panneaux permettant de donner l'illusion au visiteur de comprendre la continuité du système présenté.

Sur la couche étanche existante du bâtiment, différents type de revêtement de protection peuvent être installés, tel du gravier, des dalles préfabriquées, ou de la terre afin de créer des toitures végétalisées.

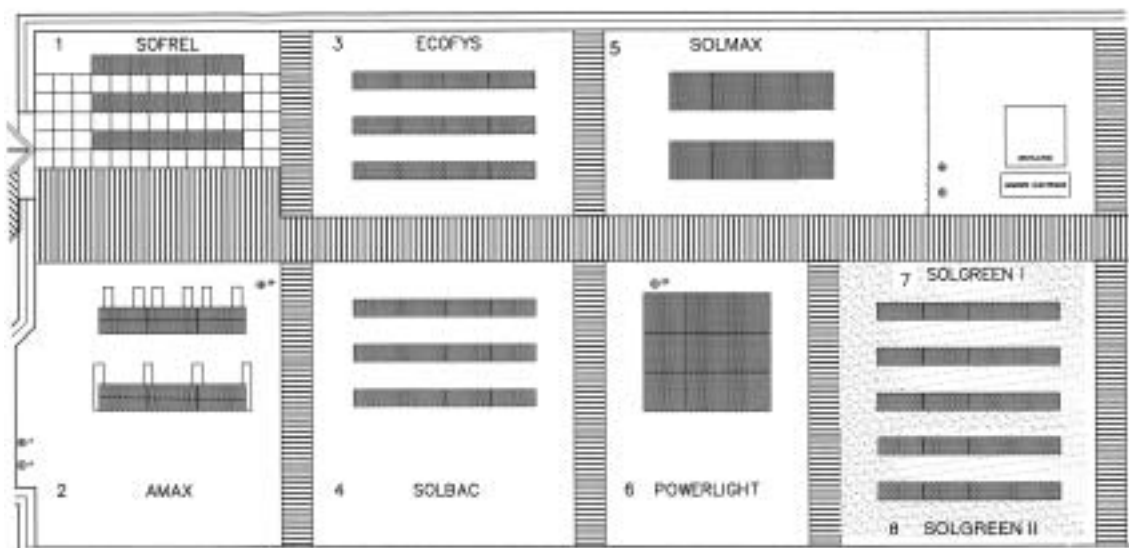


Figure 6 : Plan du DEMOSITE II

4.3 *Electricité et mesures*

Les prestations du DEMOSITE comprennent, pour chacun des stands, la connexion au réseau des modules photovoltaïques et la mesure de leurs performances pendant toute la durée d'exposition.

4.3.1 *Electricité*

Sur le DEMOSITE II, les stands sont nombreux, assez grands (jusqu'à 25 m²), et relativement dispersés. De ce fait, il est décidé de doter chaque stand de son propre onduleur. Comme les systèmes sur le DEMOSITE II (toiture plate) sont de puissance réduite, que la plupart des modules utilisés sont standard et que la place à disposition pour des tableaux électriques est limitée, plusieurs stands sont connectés à un des quatre onduleurs se trouvant sur le seul tableau électrique de la toiture plate (voir fig. 7). Les schéma blocs des figures 8 et 9 décrivent les concepts retenus pour les deux sites.



Figure 7 : vue du tableau électrique de la toiture plate

L'installation électrique du DEMOSITE est réalisée en collaboration avec le Service électrique de l'EPFL. S'agissant d'installations électriques extérieures, la sécurité des personnes est particulièrement soignée (utilisation de disjoncteurs à courant de défaut, mises à terre soignées, protection mécanique des conducteurs).

La capacité du réseau du DEMOSITE no1 est dimensionnée très largement de manière à pouvoir accepter l'injection de puissance de la configuration maximale du DEMOSITE (environ 30 kVA). Pour la toiture plate, il est possible d'installer jusqu'à quatre onduleurs dans le tableau électrique. Actuellement, deux onduleurs suffisent pour convertir le courant des 8 stands connectés. Les schémas de principe, schémas d'implantations et schémas électriques sont donnés en annexe 1.

4.3.2 Mesure

Le système de mesure est développé sur la base des appareils de la firme Campbell, pour trois raisons :

- l'évaluation et les tests des appareils par la communauté photovoltaïque suisse donnent satisfaction;
- le LESO les utilise avec succès dans ses installations-pilotes et dispose des logiciels et de l'expérience permettant un dépouillement rapide;
- les appareils standards (CR10) peuvent être facilement mis en réseau local et interrogés individuellement à travers un seul modem (moindre coût et immobilisation d'une seule ligne téléphonique de l'école).

La figure 8, resp. 9, décrivent également les concepts « mesures » retenus pour les DEMOSITE I et II.

Les données envoyées via le réseau téléphonique analogique pour le DEMOSITE I et via le réseau informatique (Ethernet) pour le DEMOSITE II sont collectées par le serveur PC se trouvant au LESO-PB. Les données sont régulièrement archivées et à disposition des exposants intéressés. Sur demande de l'exposant, le serveur est programmé pour produire une fiche de mesure mensuelle. Quelques exemples de fiches mensuelles de mesures se trouvent à l'annexe 3.

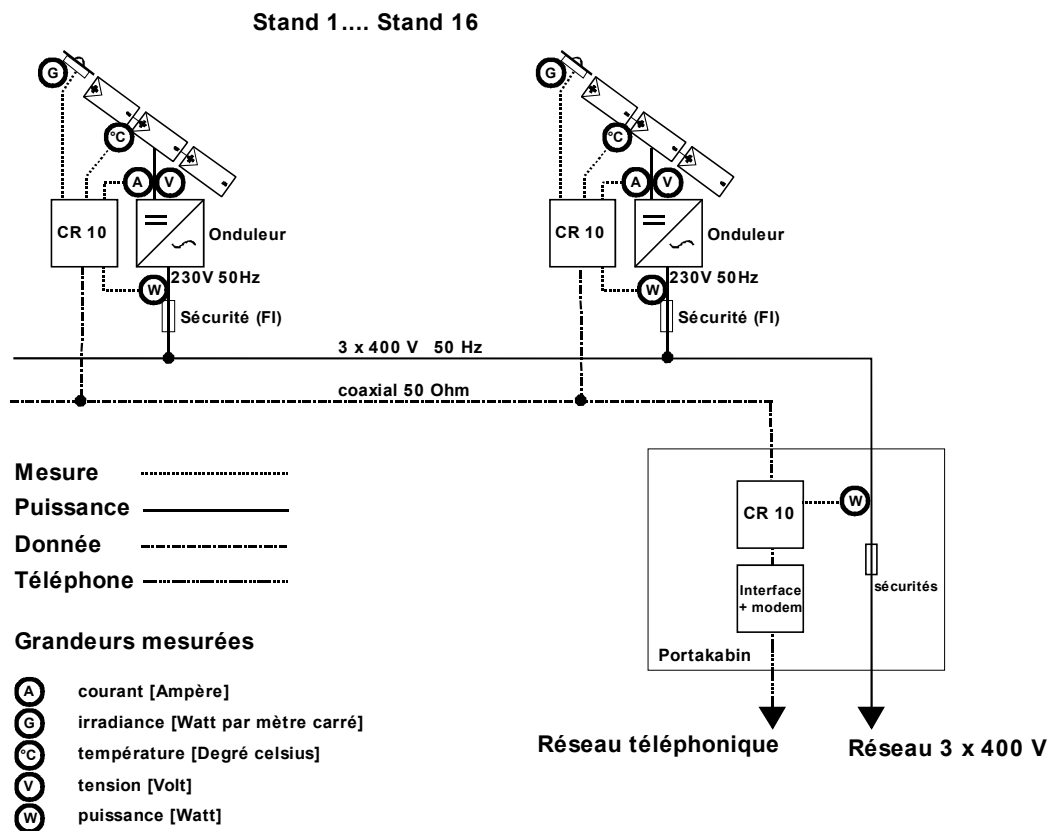


Figure 8: structure des réseaux puissance et mesure pour le site I (DEMOSITE toitures inclinées et façades)

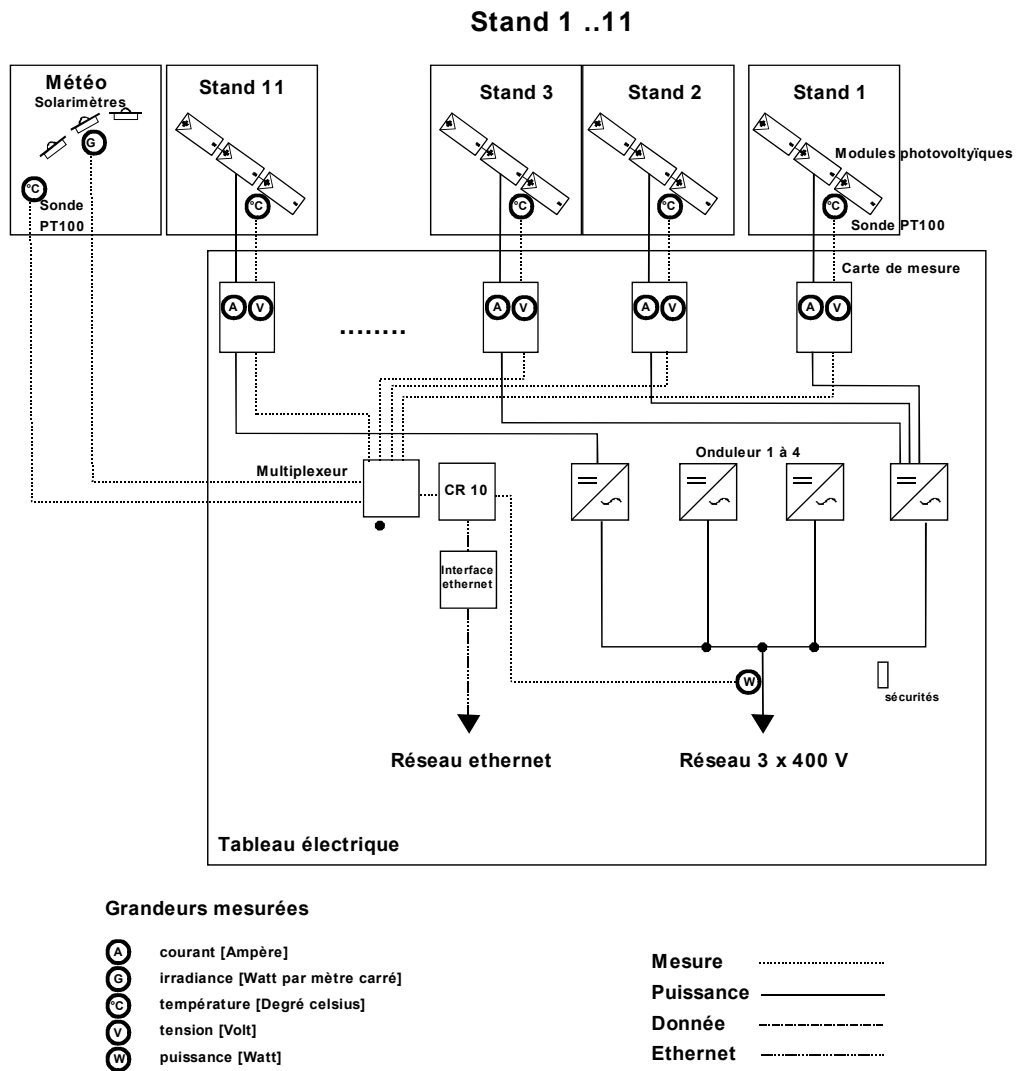


Figure9: structure des réseaux puissance et mesure pour le DEMOSITE II(systèmes toit plat)

La station météo disposée sur ce tableau remplace celle précédemment installée sur le Portakabin du DEMOSITE no1 (voir fig. 10).



Figure 10 : vue de la station météorologique (un pyranomètre et une cellule de référence mesurent l'irradiance globale horizontale, quatre autres cellules de référence mesurent l'irradiance pour des inclinaisons de 13°, resp. 21°, 24° et 30°, correspondant à l'inclinaison de la plupart des stands).

4.4 www.demosite.ch

Afin de diffuser au mieux l'information concernant le DEMOSITE, un site internet a été totalement créé dès 1998 et amélioré en continu. Ce site web permet une visite approfondie de DEMOSITE, typologie par typologie, exposant par exposant.

Développée dans l'environnement FLASH, le site a fait l'objet d'un effort particulier quant à sa présentation, qui reprend une partie des éléments graphiques présents sur les imprimés DEMOSITE. Dans une première partie, chaque stand est présenté par plusieurs photos, proches et lointaines, ainsi que par des descriptifs et des données techniques (montage, détails, explications).

En outre, sur ce site web, l'internaute a les possibilités :

- de télécharger les fichiers de présentation de chaque exposant,
- d'accéder à un dossier de nouvelles réactualisées,
- de laisser un message à l'équipe du LESO-PB.

Le matériel minimum requis pour avoir une connection correcte est un PC pentium 200 Mhz (ou son équivalent sur l'environnement Mac) avec une résolution d'affichage d'au moins 640 x 480 en 256 couleurs (800 x 600, 256 couleurs conseillé) ainsi qu'un modem 28000 bds (56 000 bds conseillé) .

5. Exploitation

Le projet du DEMOSITE comporte principalement deux volets complémentaires :

- la conception technique globale
- l'exploitation.

Le premier volet, décrit au chap. 4., a constitué une partie assez aisément maîtrisable puisque nous en contrôlions les éléments-clés (financement, locaux, personnel).

Le second volet par contre a nécessité une participation volontaire de plusieurs partenaires, la mise sur pied de collaborations bi ou multilatérales et enfin l'intérêt du public visé.

La première étape de ce volet a donc consisté à sensibiliser les firmes travaillant dans le domaine du PV et pouvant être intéressées au DEMOSITE puis à les convaincre qu'il valait la peine d'investir temps et argent dans ce projet.

Le concept général une fois établi et approuvé par les membres de la tâche 16 de l'AIE, respectivement de la tâche 7, nous avons réalisé une brochure décrivant le principe du site de démonstration, son implantation et des exemples de pavillons. Traduite en anglais et en allemand, cette brochure a été distribuée en Suisse à tous les fabricants et importateurs d'éléments PV, aux façadiers et à d'autres firmes susceptibles de travailler dans ce domaine.

A l'étranger, les représentants de la tâche 16, respectivement de la tâche 7, devraient effectuer le même travail. Cependant, nous avons constaté que cette contribution n'a pas été de la même qualité, et de loin dans tous les pays ; souvent, nous avons dû reprendre contact avec des compagnies étrangères qui n'avaient rien reçu de leurs représentants nationaux. Il faudrait donc recommander aux futurs initiateurs d'une telle opération de demander aux représentants de fournir la liste des entreprises contactées, de façon à avoir un certain contrôle !

En 1997, nous avons procédé à une deuxième campagne d'information nous permettant de contacter directement de nouvelles firmes. Cette campagne a constitué le point de départ de la recherche continue de nouveaux exposants, qui s'est poursuivie notamment à travers de précieux contacts effectués par des collaborateurs du LESO-PB présents à de nombreuses conférences ou séminaires.

5.1 Les exposants

Le succès du DEMOSITE dépendant pour une grande part de la venue d'exposants présentant des installations de qualité, il fallait pouvoir leur garantir un certain nombre de prestations.

Les éléments suivants font partie du "contrat" passé avec les exposants:

- la fourniture par le LESO-PB d'un stand (en structure béton ou en toit plat), adapté au cas par cas aux dimensions voulues par l'exposant ,
- l'aide à l'installation du système PV, voire l'installation complète pour le cas d'exposants d'outre-mer (USA, Japon),
- la fourniture et l'installation d'un onduleur et de tout le matériel électrique nécessaire au raccordement au réseau (boîtier, contacteurs, protection contre les surtensions, etc..),
- la fourniture et l'installation d'un système de mesure complet pour le pavillon et de mesures météorologiques générales pour le site :

ensoleillement température de l'air	général
ensoleillement dans le plan des capteurs température d'un des modules puissance électrique (DC) du champ PV puissance électrique AC réinjectée dans le réseau	spécifique
- le dépouillement et la transmission des données du stand (selon les demandes de chaque exposant),
- le service de promotion ; l'équipe qui anime le DEMOSITE faisant connaître et visiter tous les systèmes PV présentés, et à le présenter sur le site web,
- la confidentialité des données. Le DEMOSITE n'étant pas un site de test, du genre ISPRA, les mesures sont faites pour s'assurer du bon fonctionnement des installations présentées. Les données collectées ne peuvent donc en aucun cas être utilisées pour créer un "classement" quelconque des exposants. Les surfaces, inclinaisons, onduleurs, etc. étant par ailleurs tous différents, les données sont de toute manière difficilement comparables.

En contrepartie, les exposants s'engagent à :

- fournir une installation et une toiture/façade de qualité, innovatrice et correspondant aux dimensions des stands;
- laisser cette installation sur le DEMOSITE durant une année pleine au minimum.

Dans ces conditions, et dans l'ordre chronologique de leur installation, les pavillons suivants sont équipés :

5.1.1 STAND N° 1 : SCHWEIZER



Figure 11 : Pavillon Schweizer

EXPOSANT

ERNST SCHWEIZER AG

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Façade métallique avec allèges photovoltaïques 70° de pente.
Brise-soleil en acier chromé fixe.

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

3 modules photovoltaïques SOLUTION sur mesure avec cellules BP Solar monocristalline.

PUISSANCE, VOLTAGE

490 W à 90 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

INSTALLATION

1992

DESCRIPTION

Le façadier Schweizer a conçu, en collaboration avec le bureau d'architecte B. Winkler à Zurich, une façade où les modules photovoltaïques sont disposés en pente et intégrés à l'allège des fenêtres. A la base des modules photovoltaïques, des profilés pliés en acier chromé, disposés selon un ordre de percement précis, réfléchissent les rayons solaires vers les éléments photovoltaïques tout en ombrant les fenêtres de l'étage inférieur. A l'arrière des panneaux photovoltaïques, un courant d'air par convection est créé; il permet le refroidissement des modules (c.f. coupe technique).

La firme Schweizer a donné les coûts de son système : 400 FS de surcoût par m² lié au photovoltaïque en comparaison avec une façade de type conventionnel.

COMMENTAIRES

De nombreux visiteurs sont enthousiasmés par ce projet de façade, qui aborde d'une manière originale les contraintes, souvent contradictoires, induites par l'optimisation de la production d'électricité et l'esthétique. De plus, le choix des coloris : module anthracite, cadre jaune, brise-soleil chromé, apporte une note singulière bénéfique à ce projet.

Une réserve peut être formulée quant au surcoût des profilés spéciaux en acier chromé. Une campagne de mesure comparative, avec ou sans profilés métalliques, a été exécutée par le LESO durant l'été 1994; elle a permis de mettre en évidence les points suivants :

- calculé sur l'année, le gain de production est inférieur à 3%;
- par un jour estival à l'ensoleillement optimal, les gains de production sont d'environ 8%.

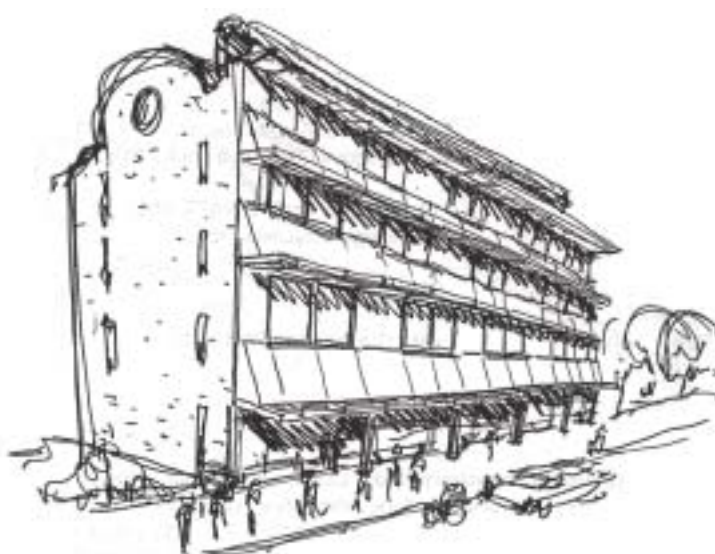
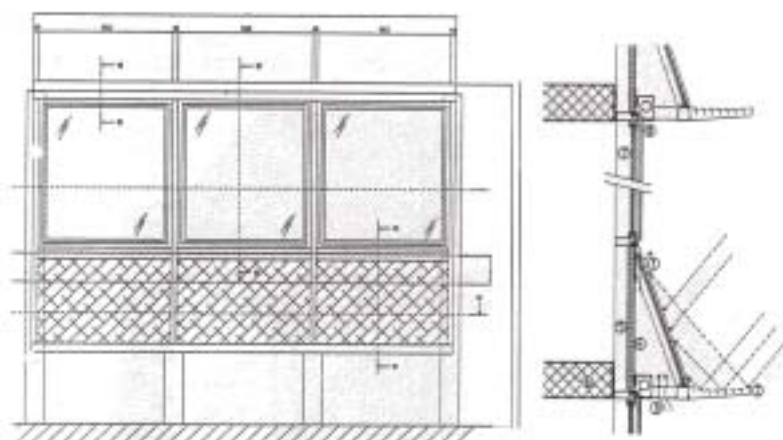
Afin de réduire les surcoûts liés au photovoltaïque, il serait intéressant de poursuivre le développement de cette façade prototype en étudiant un système d'allège permettant l'utilisation de modules photovoltaïques lamifiés standard.

Un autre axe de développement serait de perfectionner le réglage interne des apports de lumière naturelle, en remplaçant le brise-soleil existant par un anidolique. Cet appareil, composé de deux lames convexes en acier brillant concentre la lumière naturelle en un point pour la diriger à l'intérieur du bâtiment.

Ainsi, l'optimisation de l'apport de lumière naturelle interne additionnée à une production d'électricité photovoltaïque plus économe renforcera l'intérêt de ce système constructif innovant.



Figure 12 : Vue artistique d'un bâtiment utilisant ce système de façade.



Figures 13 et 14 : Elévation, coupe et croquis d'intention.

5.1.2 STAND N° 2 : PHOTOWATT (démonté)



Figures 15: Stand Photowatt.

EXPOSANT

PHOTOWATT
STUDER SOLAR TECHNIK
LA BONNE COMBINE S.A.

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Toiture traditionnelle (inclinaison 30°)
avec plaques Eternit et modules PV.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

10 modules PHOTOWATT standards,
technologie polycristalline

PUISSANCE, VOLTAGE

910 W à 85 V

ONDULEUR

SMA SUNKING PV-WR 1800

INSTALLATION/ DEMONTAGE

1992-2000

DESCRIPTION

Avec l'aide de l'équipe photovoltaïque du LESO, le fabricant français PHOTOWATT proposait le prototype d'une installation constituée de 10 modules photovoltaïques. Ces modules étaient montés dans un premier temps en usine, puis apportés pliés en un seul élément sur le chantier, câblés et enfin fixés sur la toiture.

Le collage des 10 modules photovoltaïques a été effectué chez un vitrier avec un mastic silicone selon un procédé unique breveté garanti 10 ans. Ce procédé

a l'avantage de noyer dans le joint silicone les câbles électriques sortant des modules. Ainsi, au contraire des panneaux standard PHOTOWATT, aucune boîte de connexion électrique n'était visible extérieurement.

Deux rigoles en tôles de cuivre pliées en forme de "U" récupéraient de part et d'autre des panneaux l'eau de pluie et l'évacuaient sur la gouttière.

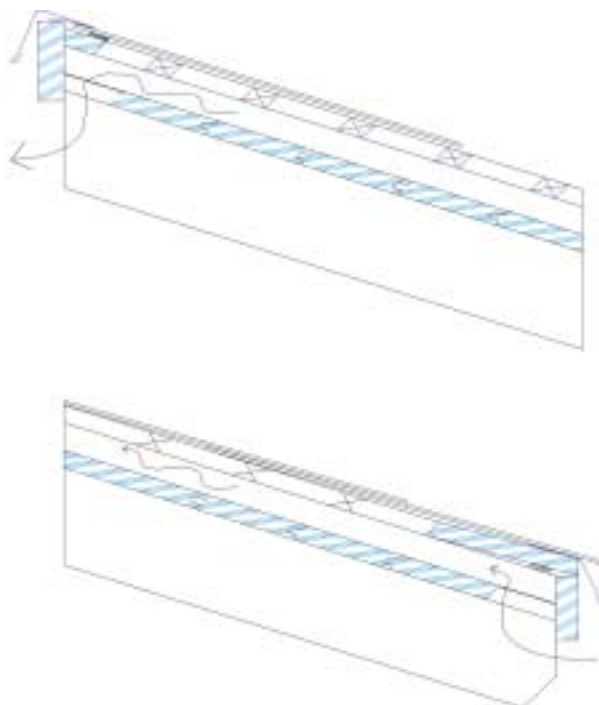
COMMENTAIRES

D'un point de vue esthétique, ce pavillon présentait un exemple très satisfaisant d'intégration plane en toiture. En effet, l'assemblage de modules polycristallins associé aux plaques Eternit planes permettait de fondre dans une même unité esthétique les éléments photovoltaïques.

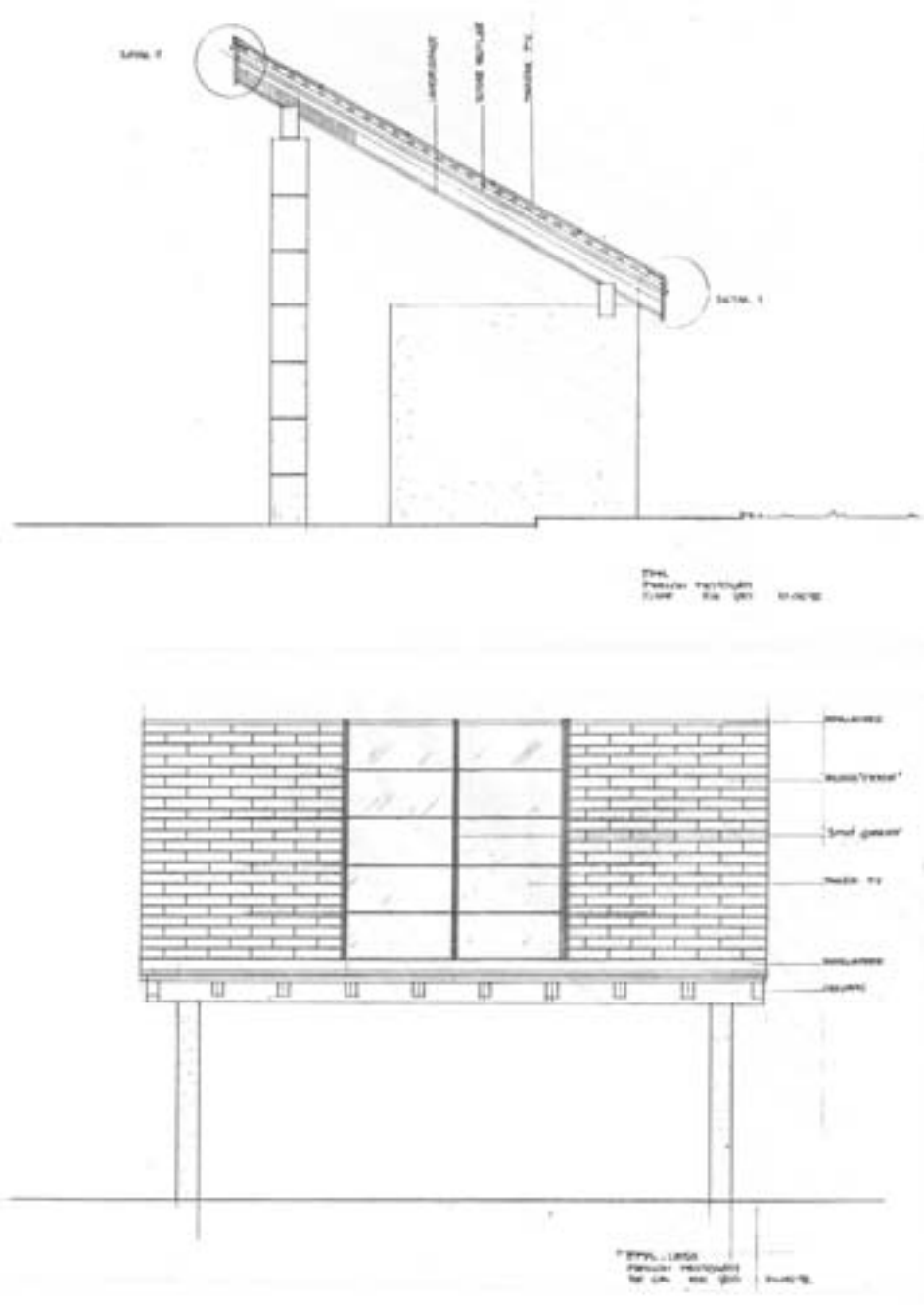
En revanche, le montage (hissage, puis dépliage) du méga-panneau pesant près de 200 kgs tenait de l'exploit sportif. Le montage de très grands panneaux est à proscrire sur toiture inclinée, à moins d'avoir à disposition des moyens de levages mécaniques importants.

La durabilité des joints silicones spéciaux a aussi suscité de nombreux commentaires de la part des visiteurs. En effet, dans le domaine de la construction, une durabilité de 30 années est attendue de tous les matériaux ou assemblages de matériaux. Malgré la spécificité de la mise en oeuvre de ce silicone, une durée de vie de ce joint supérieure à 15 ans nous paraît bien aléatoire.

Lors du démontage, 8 années après la construction, l'état de surface des joints était parfait, seul l'aspect de surface du silicone étant légèrement altéré par les UV.



Figures 16 et 17 : Détails constructifs.



Figures 18 et 19 : Elévation et coupe.

5.1.3 STAND N° 3 : EPV



Figure 20 : stand EPV.

EXPOSANT	EPV (anciennement APS)
THEME INTEGRATION ARCHITECTURALE	Toiture (inclinaison 30°) type verrière formée par des profilés aluminium à rupture de pont thermique soutenant les modules photovoltaïques standard.
INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	21 modules standard, technologie amorphe, modules bi-verre.
PUISSANCE, VOLTAGE	1050 W, 114 V
ONDULEUR	SMA SUNKING PV-WR 1800
INSTALLATION	1992

DESCRIPTION

Le fabricant de modules photovoltaïques EPV a construit une toiture verrière sur la base d'un système de structure métallique industrialisé. Les profilés aluminium, couramment utilisés en Amérique pour la construction de verrière, prennent en sandwich les modules amorphes et permettent l'intégration de certains câbles électriques. Des bandes de Néoporène garantissent l'étanchéité et protègent, lors de la pose, les modules photovoltaïques en verre feuilleté des chocs avec des structures métalliques.



Figure 21 : Détails.

COMMENTAIRES

Tous les visiteurs - et en particulier les architectes, sont impressionnés par l'aspect esthétique des modules : côté extérieur brun monochrome, côté intérieur réfléchissant avec un léger effet de transparence.

De plus, cette réalisation a permis à de nombreux visiteurs de découvrir de visu la nouvelle technologie amorphe intégrée à un élément de construction.

Suite à l'érection de ce pavillon, le constructeur a modifié ses modules en intégrant à l'intérieur du lamifié les câbles reliant les boîtes électriques positives et négatives. De plus, devant le succès rencontré par le léger effet de transparence des modules (1% de transmission lumineuse), les découpes au laser ont permis de porter à 4% la transmission lumineuse sur certains des panneaux commercialisés.

En 1996, la société APS a déposé son bilan. Une équipe d'ingénieurs a créé, sous le nom d'EPV, une société qui réutilise le savoir-faire de l'ancienne compagnie. Les panneaux amorphes décrits ci-dessus ne sont plus disponibles actuellement dans cette taille et dans ces caractéristiques.

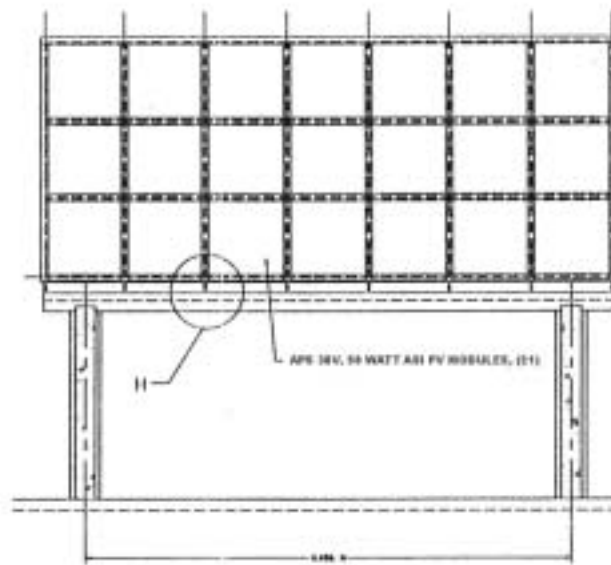


Figure 22 : Elévation.

TRUE PLAN VIEW OF ARRAY

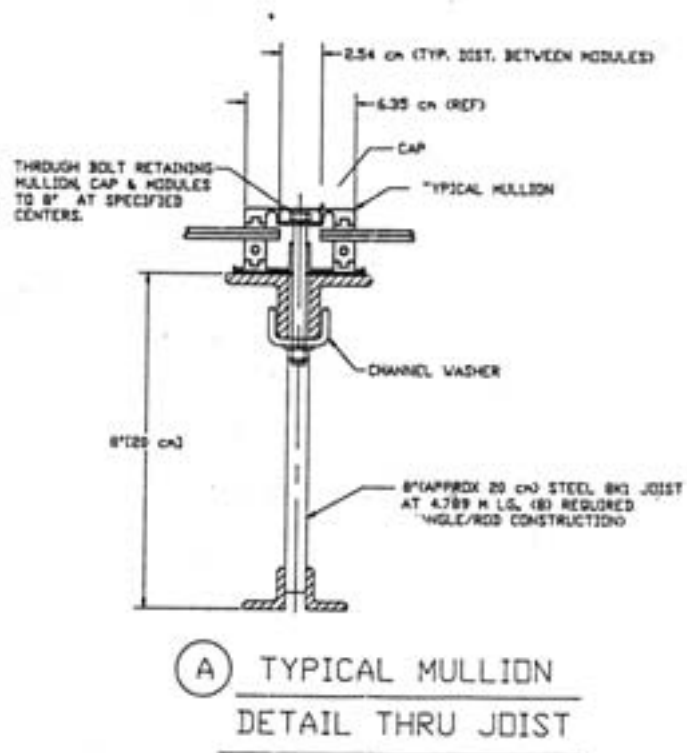


Figure 23 : Détail d'assemblage des modules PV.

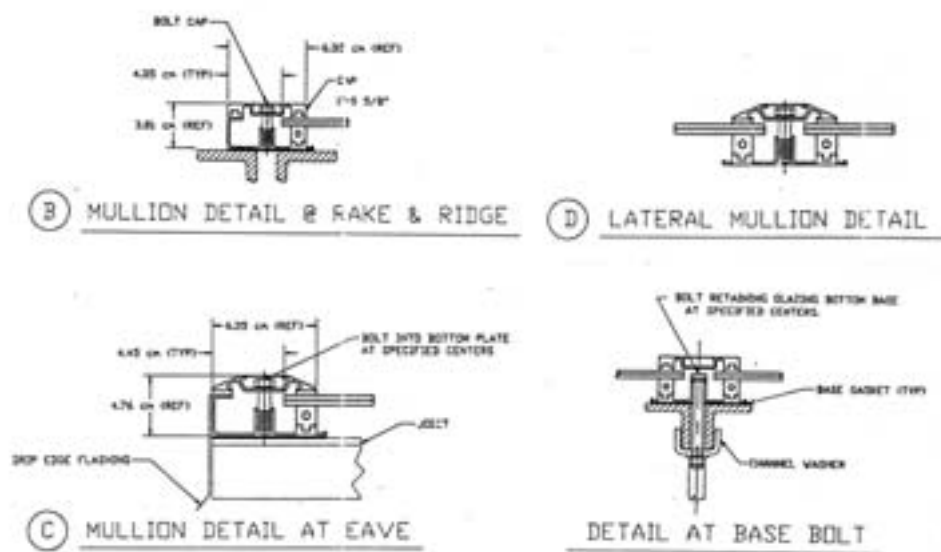


Figure 24 : Plusieurs détails d'assemblage.

5.1.4 STAND N° 4 : NEWTEC

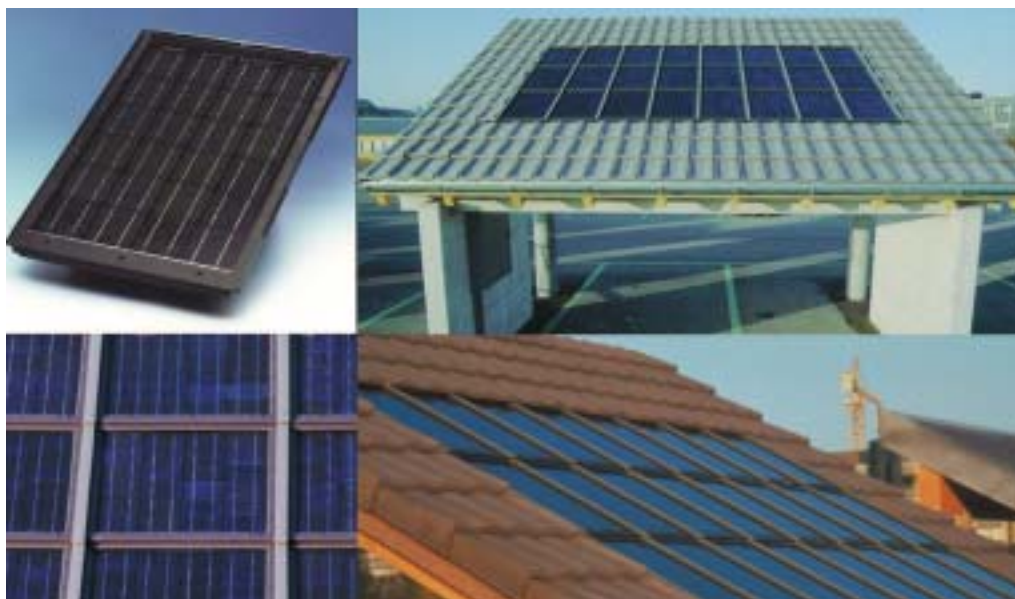


Figure 24 : Pavillon Newtec.

EXPOSANT

NEWTEC

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Tuile photovoltaïque (verre/Tedlar avec cadre plastique) installé sur toiture traditionnelle inclinée à 30°

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

24 modules sur mesure avec cellules SIEMENS SOLAR

PUISSANCE, VOLTAGE

864 W , 92 V

ONDULEUR

SMA SUNKING PV-WR 1800

INSTALLATION

1992

DESCRIPTION

Cette tuile photovoltaïque, commercialisée par la firme NEWTEC, a été développée conjointement par les firmes ALPHA REAL, MULLER AG et PLASTON AG.

Occupant la surface d'environ 4 tuiles mécaniques conventionnelles, cette nouvelle tuile photovoltaïque est fixée très simplement par un couvreur, sans l'aide d'un électricien, grâce à un système original de raccordement électrique enfichable et à des éléments en plastique garantissant l'étanchéité. Ce système de couverture peut s'intégrer aussi bien à une toiture neuve qu'à une toiture existante.

COMMENTAIRES

Ce pavillon présente un système d'élément de construction photovoltaïque intéressant et innovateur. En effet, il représente le premier système commercialisé d'un élément de construction photovoltaïque pour toiture inclinée. De nombreux visiteurs sont intéressés en particulier par :

- **le découplage des corps de métier**, couvreur seul pour la toiture, électricien pour les raccordements au réseau, permettant un montage rapide et économique de ce type d'installation.
- **le système de connexion électrique entre panneaux**, mis au point spécialement pour ce projet, se présentant sous la forme d'un jack enfichable par simple clips directement sur la boîte électrique du panneau.

De nombreux architectes nous ont fait part de leur doute quant à l'allure de l'installation : disposer des modules photovoltaïques sur le même plan qu'une toiture traditionnelle ne suffit pas à intégrer les éléments photovoltaïques. Les matériaux, les dimensions et les couleurs sont trop dissemblables des tuiles mécaniques traditionnelles pour former un ensemble unitaire.

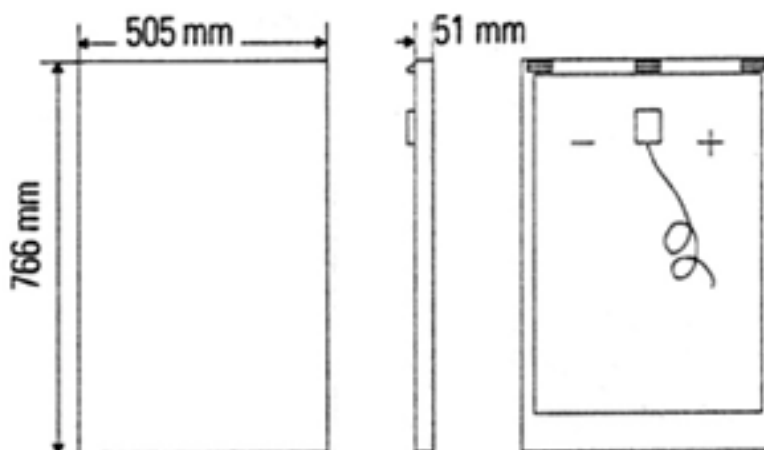
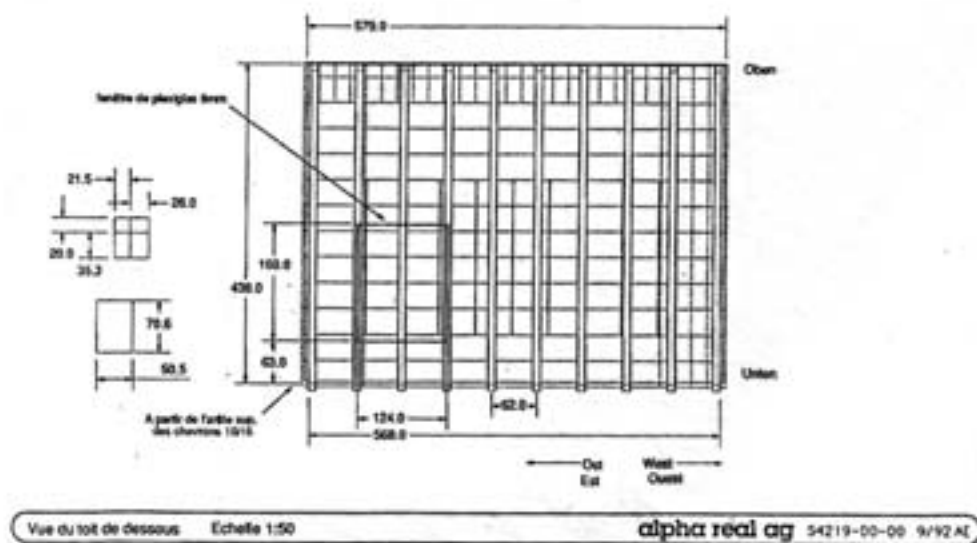


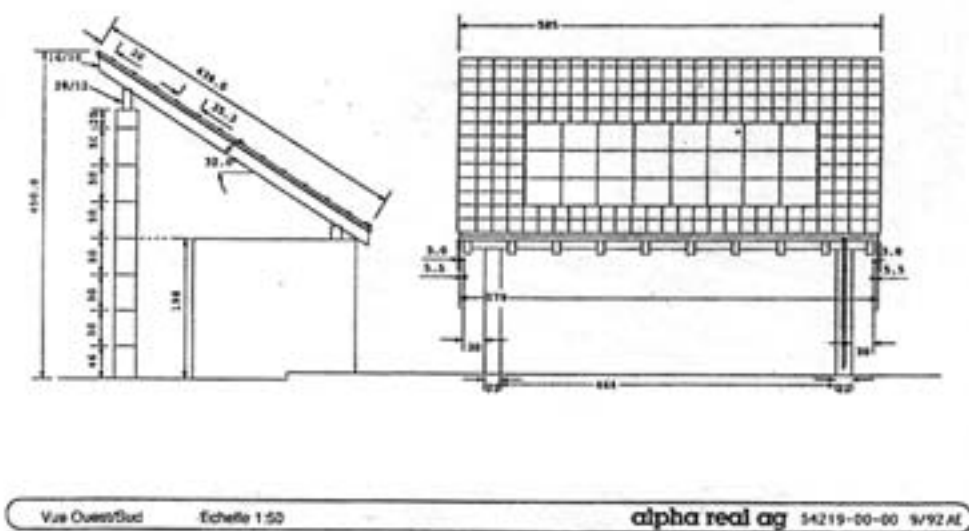
Figure 26 : Détail d'une tuile Newtec.

Depuis environ 5 ans, nous constatons une délamination partielle de la plupart des modules photovoltaïques, cette délamination est probablement due à un défaut de fabrication des panneaux (choix du polymère, silicone de protection).

Stand Solar - Dach - Ziegel an der DEMO SITE



Stand Solar - Dach - Ziegel an der DEMOSITE



Figures 27 : Plan vue de dessous, élévation et coupe.

5.1.5 STAND N° 5 : EWI, ALUSUISSE, SIEMENS (démonté)



Figure 28 : Pavillon EWI, ALUSUISSE et SIEMENS.

EXPOSANT

EWI
ALU SUISSE - LONZA
SIEMENS

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Façade opaque avec intégration de modules photovoltaïques standards et de panneaux Alucobond avec structure métallique et couvre-joint aluminium.
Toiture (inclinaison 30°) composée de modules photovoltaïques disposés entre deux types de couverture (plaque fibro-ciment et tuile mécanique).

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

Façade :
12 modules monocristallins SIEMENS M-50-L.

Toiture :
20 modules monocristallins SIEMENS M-55-L.

PUISSANCE, VOLTAGE

Façade : 636 W, 70 V
Toiture : 1060 W, 70 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID.

INSTALLATION, DEMONTAGE

1992, 1998

DESCRIPTION

En façade, les modules photovoltaïques ont été intégrés sur le même plan que les panneaux ALUCOBOND ; ils étaient glissés entre des profilés aluminium. Verticalement, des couvre-joints aluminium garantissaient leur tenue.

En toiture, sur une charpente traditionnelle, les panneaux photovoltaïques se superposaient afin de garantir l'étanchéité. Le chevauchement étant minimum, l'étanchéité était renforcée par un joint silicone solidarissant les panneaux entre eux. Verticalement, des profilés usuels de ferblanterie en forme de "u" récoltaient l'eau de pluie et l'évacuaient vers la gouttière.

COMMENTAIRES

En toiture, le recouvrement des modules photovoltaïques présentait une alternative constructive simple et intéressante; mais l'emploi de silicone afin de garantir une étanchéité optimum n'a pas été une solution adéquate à long terme; à plusieurs endroits, le silicone, mis en oeuvre de manière classique, s'était totalement décollé.

Plusieurs façadiers nous ont fait part du manque de crédibilité de la façade présentée : profilé aluminium choisis non conforme à la réalité, dimensions des panneaux (photovoltaïques et ALUCO-BOND) trop petits comparé à une façade conventionnelle.

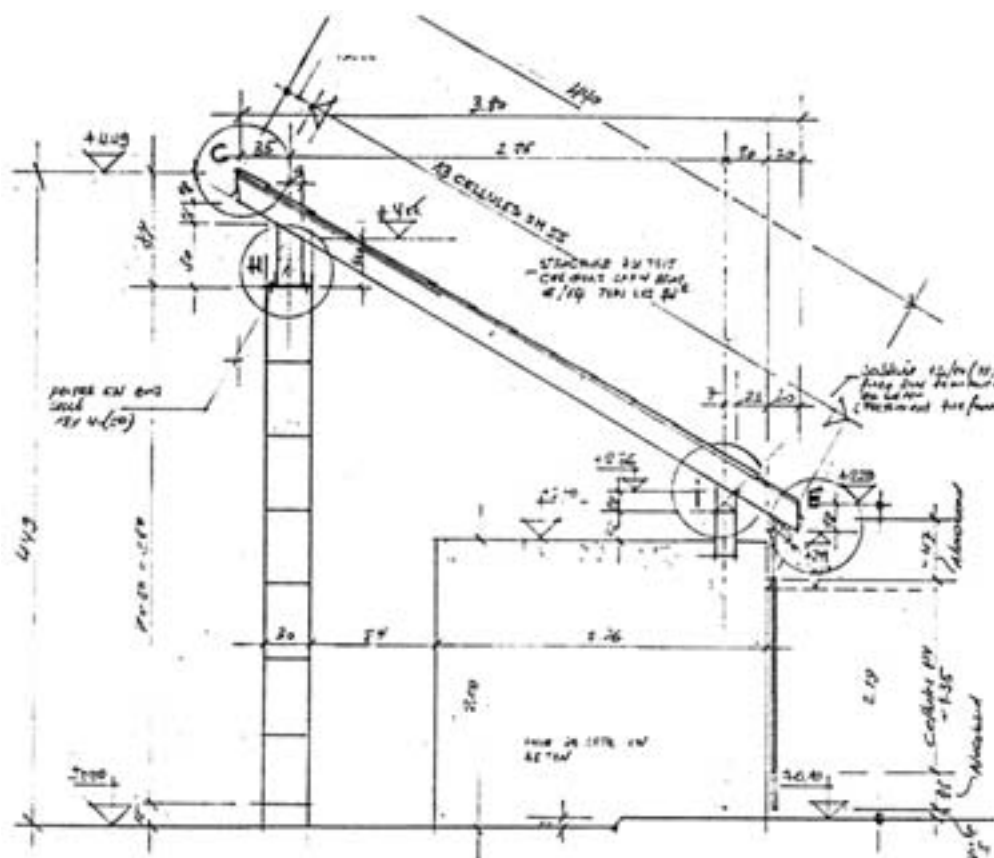


Figure 29 : Coupe.

5.1.6 STAND N° 6 : COLT-SOLUTION

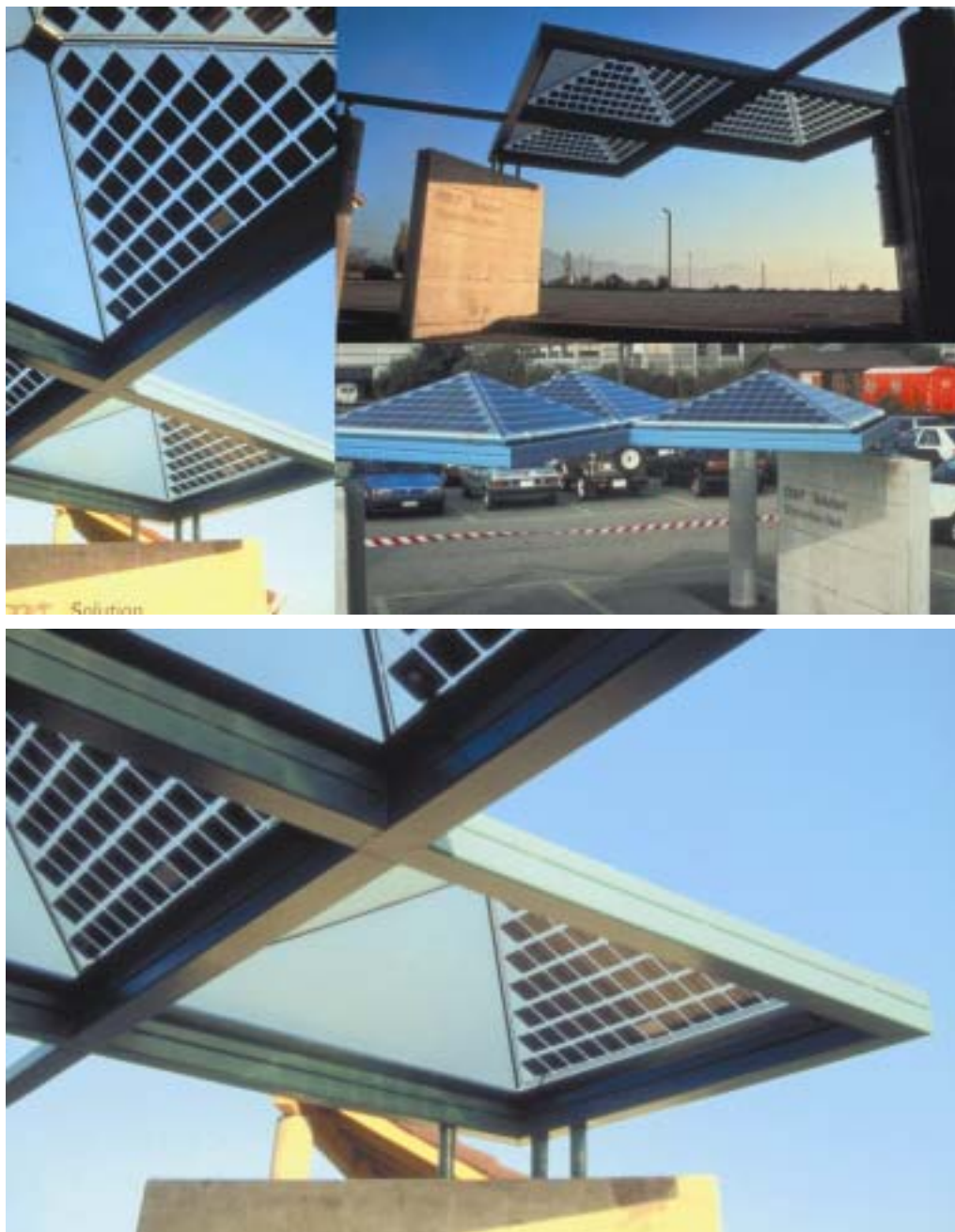


Figure 30 : Pavillon Colt et Solution.

EXPOSANT	COLT INTERNATIONAL AG SOLUTION AG
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Verrières pyramidales combinant translucidité et photovoltaïque pour toiture plate.
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	Modules (sur mesure) photovoltaïques triangulaires translucides (verre/Tedlar) avec cellules monocristallines SIEMENS.
PUISSANCE, VOLTAGE	414 W, 69 V
ONDULEUR	ASP TOPCLASS 1500 GRID.
INSTALLATION	1992

DESCRIPTION

Ce pavillon a été conçu conjointement par les firmes précitées. Il est composé de trois pyramides de verre fixées sur une structure métallique de base. Il offre une combinaison réussie de trois fonctions : étanchéité, lumière naturelle et production d'électricité.

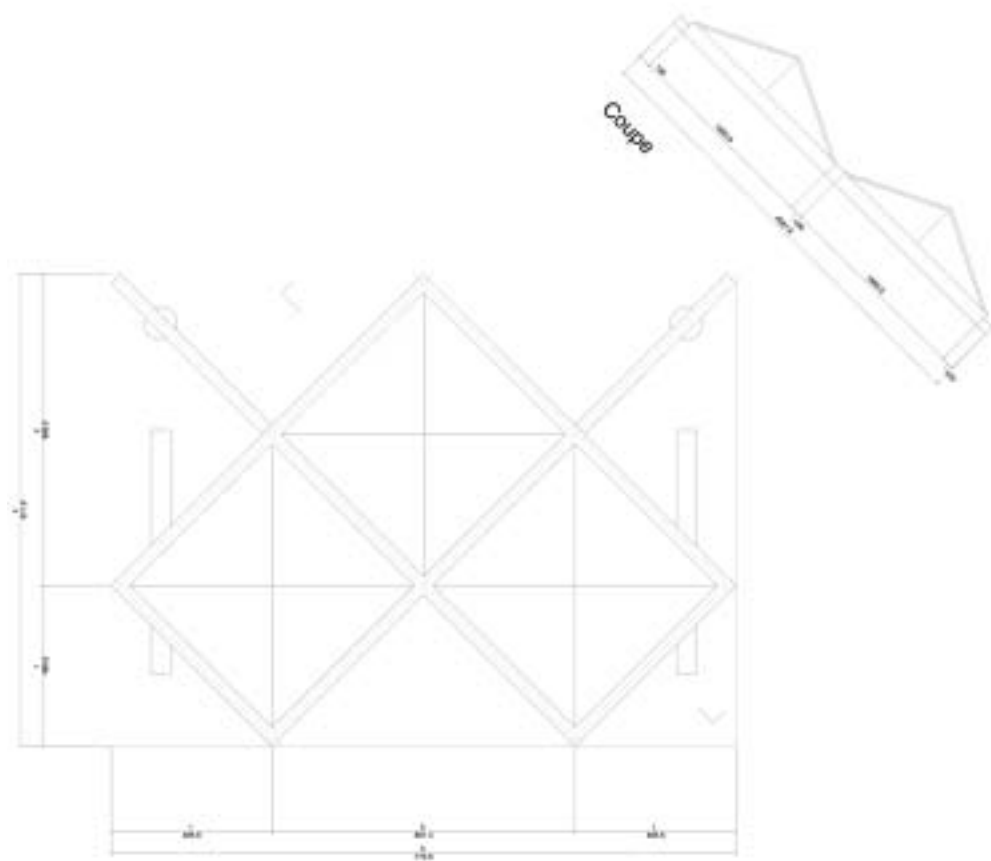
Quatre modules photovoltaïques translucides triangulaires formant pyramide sont maintenus entre eux par du silicone, sans aucune tenue mécanique. Collés en atelier, ils sont ensuite amenés sur le chantier et fixés sur une structure d'accueil composée de profilés acier laqués en forme de "U".

COMMENTAIRES

Le concept de base de ce pavillon suscite l'enthousiasme de nombreux visiteurs. La forme originale des modules photovoltaïques et leur exposition sud-est et sud-ouest permettent aux Maîtres d'œuvres et architectes de rêver à toutes les possibilités offertes par une fabrication sur mesure de modules photovoltaïques.

Des doutes peuvent être émis quant aux options constructives : à nouveau le silicone pourrait ne pas avoir une longévité adéquate en rapport à la durée de vie espérée du bâtiment (comme le pavillon PHOTOWATT, ce silicone a été mis en œuvre en atelier selon une technique particulière brevetée). Après 9 années de mise en place, le silicone conserve toutes les caractéristiques d'un silicone neuf, hormis l'état de surface superficiel un peu malmené par les UV.

Certains détails constructifs de la structure porteuse métallique (emboîtement et soudage des pièces, rigoles de récupération de l'eau pluviale, absence de canaux électriques) sont mal maîtrisés et obligent à faire exécuter des travaux d'entretien de manière répétée.



Vue en plan



Elévation

Figure 31 : Elévation, plan et coupe.

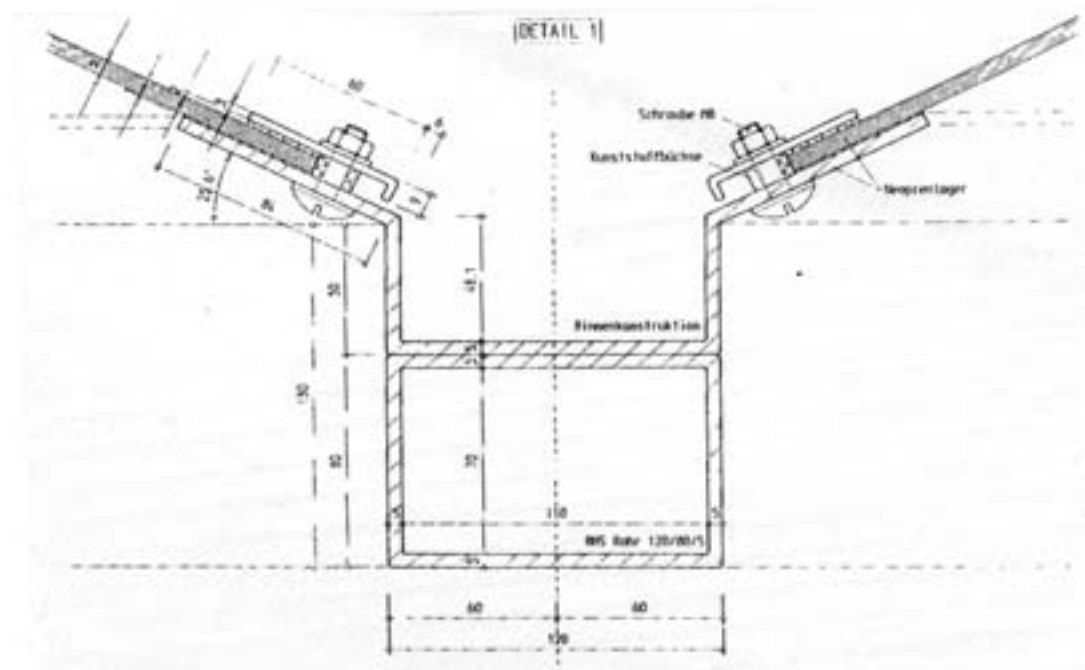
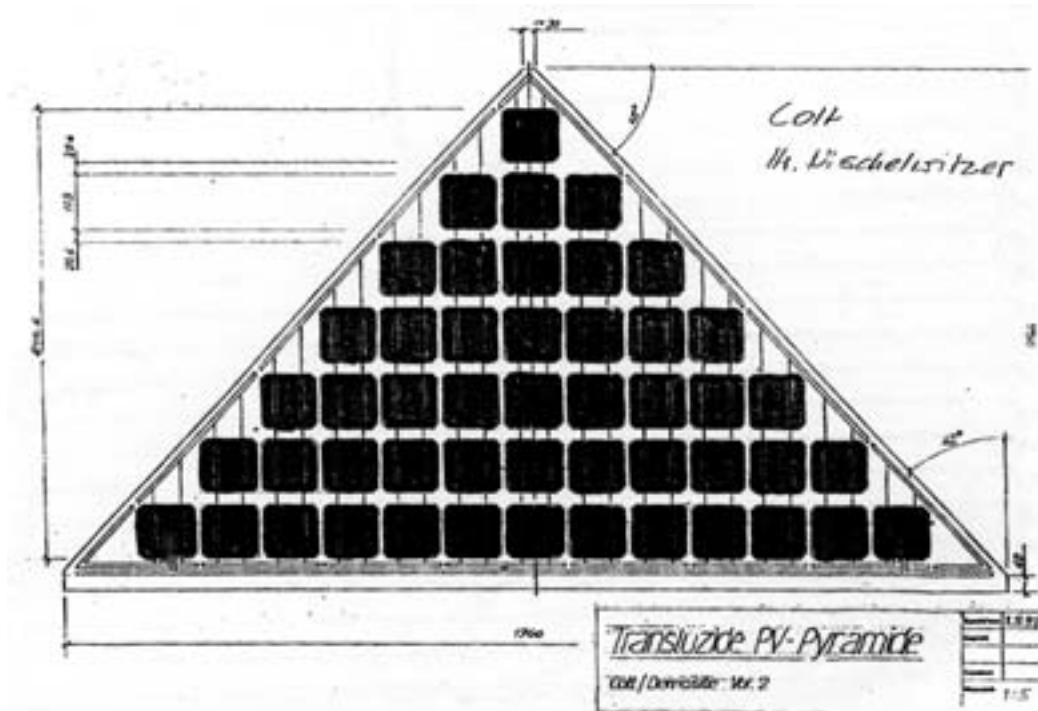


Figure 32 : Détails.

5.1.7 STAND N° 7 UNI-SOLAR (démonté)



Figure 33 : Toiture inclinée USSC.

EXPOSANT	UNITED SOLAR SYSTEMS CORP.
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Intégration sur toiture traditionnelle (inclinaison 30°) de panneaux photovoltaïques souples métal/TEFZEL
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	24 modules USSC photovoltaïques technologie amorphe tandem
PUISSANCE, VOLTAGE	400 W, 86 V
ONDULEUR	ASP TOPCLASS 1500 GRID
INSTALLATION, DEMONTAGE	1992, 1994
DESCRIPTION	

L'élément de toiture présenté au DEMOSITE a été développé spécialement par la firme américaine. Les techniciens ont conçu et réalisé un module prototype spécial en acier thermolaqué plié en forme de rigole sur lequel étaient lamifiées les cellules photovoltaïques avec de l'EVA. Un film de TEFZEL assurait le rôle de protection frontale.

Ces nouveaux éléments de couverture étaient disposés les uns sur les autres (c.f. coupe technique) sur un rang afin de permettre l'écoulement des eaux pluviales. L'étanchéité entre les rangées de panneaux était assurée par un profil de recouvrement en acier thermolaqué.

Ces éléments nous ont amenés à proposer à l'exposant de revoir son produit, avec l'assistance technique du LESO.

Les résultats de ce nouveau développement sont décrites en annexe 11.4.

COMMENTAIRES

Ce produit photovoltaïque a été - pour l'époque, révolutionnaire. Comparativement à tous les autres modules verre/verre ou verre/Tedlar existant, cet élément photovoltaïque était souple, léger et pouvait être mis en forme par pliage.

En revanche, la concrétisation de ce pavillon comme toiture inclinée à DEMOSITE a laissé plus d'un visiteur sceptique. En effet, esthétiquement, les profilés de recouvrement en métal thermolaqué étaient trop saillants, trop rapprochés et donc trop voyants. De plus, les modules PV ont été exposés malencontreusement à côté de tuiles mécaniques banales ayant une tout autre apparence.

D'un point de vue technique, suite au laminage industriel subis par les éléments photovoltaïques, ceux-ci n'étaient pas plans ; ils se cintraient légèrement et donnaient à l'ensemble de ce système de toiture une apparence peu crédible.

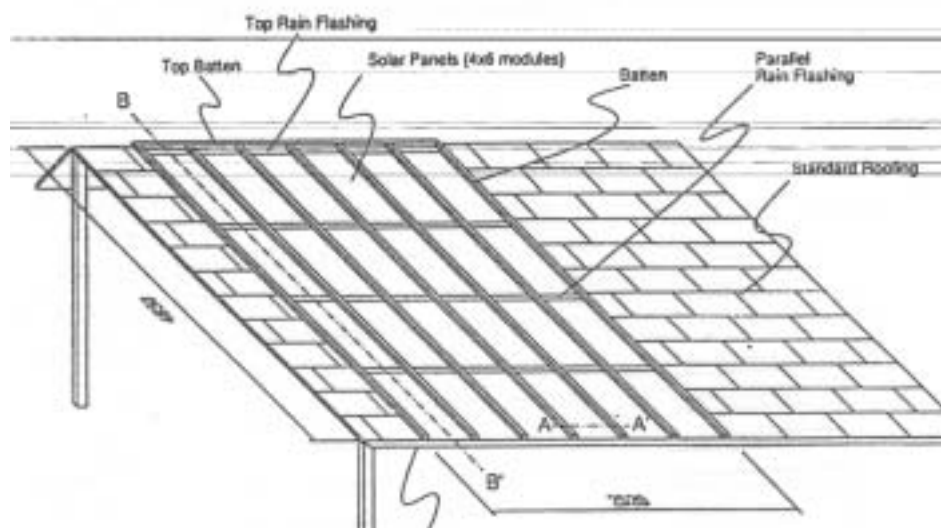
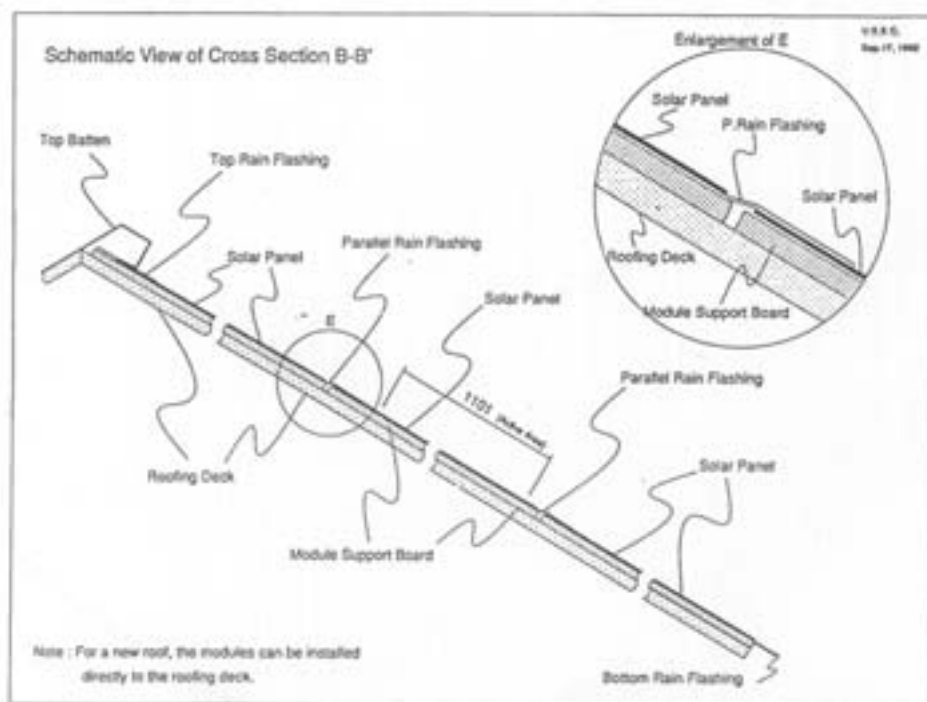
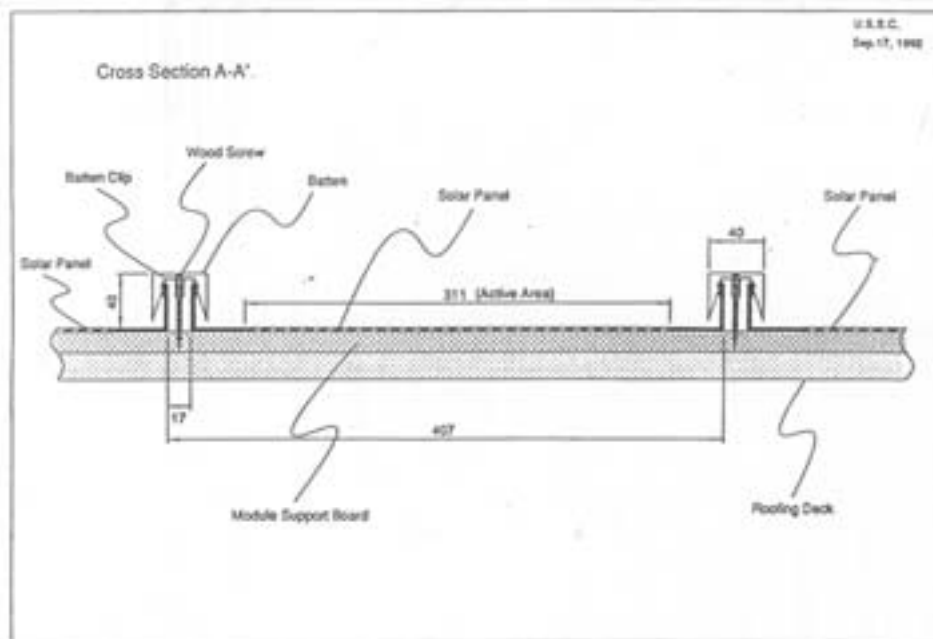


Figure 34 : Axonométrie.



Figures 35 : Détails

5.1.8 STAND N° 8 : COLT SOLUTION (démonté)



Figure 36 : Pavillon Colt, Solution.

EXPOSANT

COLT INT. AG
SOLUTION AG

INTEGRATION

Façade en verre pour bâtiments administratifs avec éléments de protection solaire "WINGS" mobiles disposés devant le vitrage, avec position commandée par informatique.

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

14 modules photovoltaïques translucides sur mesure, cellules monocristallines SIEMENS.

PUISSANCE, VOLTAGE

756 W, 67 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

INSTALLATION, DEMONTAGE

1992, 1998

DESCRIPTION

La firme COLT a conçu ce prototype spécialement pour DEMOSITE. Sept lamelles en verre/TEDLAR étaient disposées devant une portion de façade vitrée de 3 mètres de hauteur. Ces lamelles étaient orientables de la position verticale à la position horizontale; les positions étant commandées toutes les 15 minutes par un logiciel selon les paramètres suivants: luminosité, température, protection solaire, transmission optimale de lumière.

Chaque lamelle brise-soleil photovoltaïque était boulonnée sur deux corbeaux métalliques emboutis dans un tube acier mobile sur un axe (c.f. coupe technique), les câblages étant entièrement intégrés à la structure métallique. Une motorisation hydraulique permettait la mobilité de l'ensemble des lamelles brise-soleil.

COMMENTAIRES

D'emblée, ce pavillon a connu un vif succès parmi les visiteurs.

Depuis l'élaboration de ce prototype, les deux firmes concernées ont étudié et réalisé de nouvelles versions simplifiées et plus fiables. Aujourd'hui, diverses grandes installations de ce système ont été inspirées ou réalisées par ce prototype : sur le nouveau siège de l'Organisation Mondiale de la Météorologie à Genève (architectes Roulet & Brodbeck), pour un nouveau bâtiment municipal (architecte Théo Hotz) à Winterthur, au siège de Daimler-Benz à Berlin (architecte Renzo Piano).

Il est à noter que sur ce prototype, lors de la première année, des éléments de mécanique et d'informatique ont dû être modifiés ou remplacés. L'usure de certaines pièces a donc permis de tirer des enseignements et d'étudier d'autres variantes pour les modèles futurs. Actuellement, la façade photovoltaïque commercialisée par Colt est un produit tout à fait fiable.

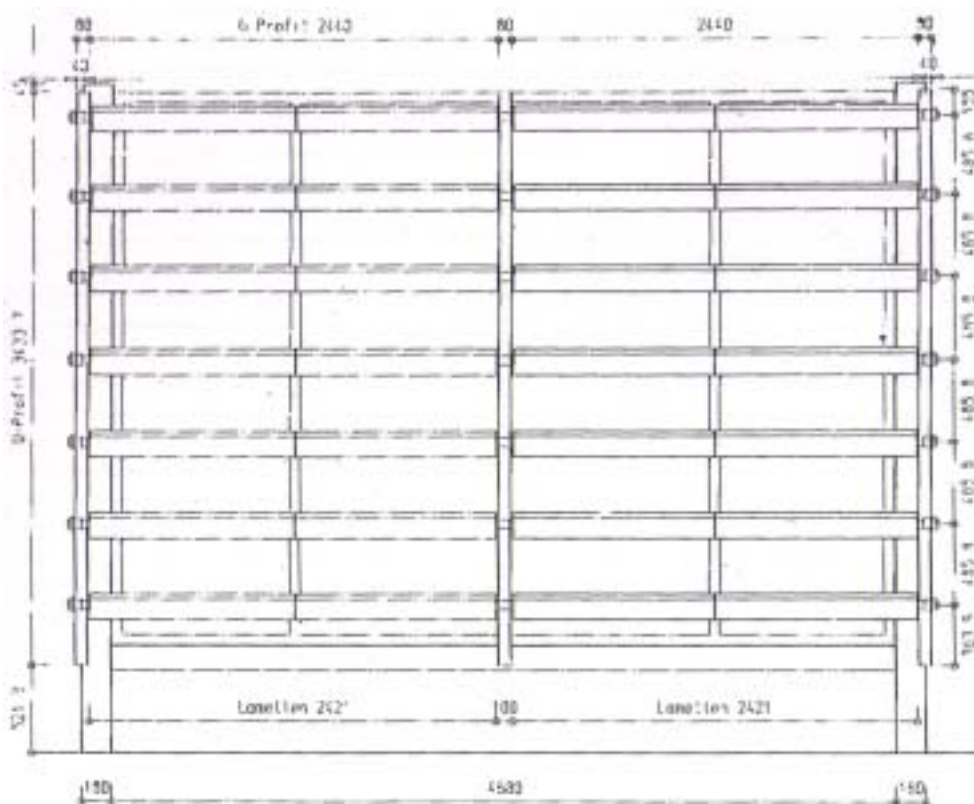
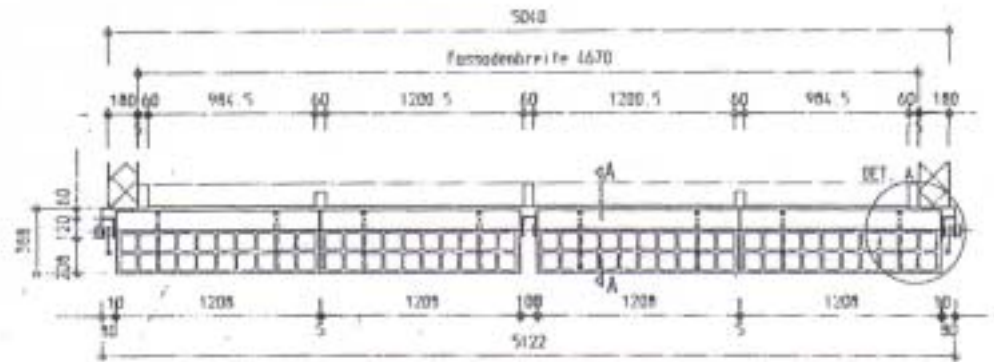


Figure 37 : Vue en plan de l'élément de façade.

GRUNDRISS LAMELLENKONSTRUKTION UND FASSADE



DETAIL A

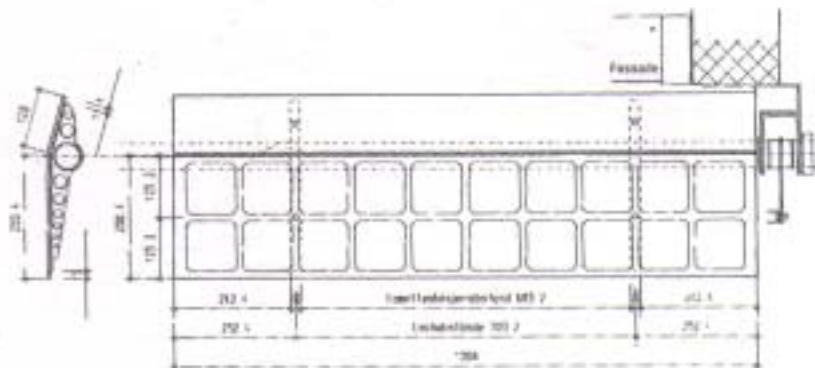


Figure 38 : Détail d'un élément brise-soleil photovoltaïque.

5.1.9 STAND 9 : IT POWER



Figure 39 : façade IT POWER

EXPOSANT

IT POWER

INTEGRATION

Façade avec allèges photovoltaïques 68° de pente

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

7 modules photovoltaïques BP Solar 585

PUISSANCE, VOLTAGE

595 Wp, 126 V

ONDULEUR

SMA Sunny Boy

INSTALLATION

1996

DESCRIPTION

Ce système de façade a été développé spécialement pour la rénovation de la façade d'un bâtiment construit dans les années soixante de l'Université de Northumbria (Newcastle-upon-Tyne en Angleterre). Le projet a été réalisé conjointement par les entreprises IT Power, BP Solar, le bureau d'ingénieur OVE ARUP et par le centre de recherche sur le photovoltaïque de l'université de Newcastle.

Toute la façade sud a été déposée et remplacée par des menuiseries PVC avec vitrages isolants et par des allèges photovoltaïques. Celles-ci sont composées d'une structure cadre en acier thermolaqué sur lequel sont fixés par

collage au silicone les panneaux photovoltaïques standards -type BP Saturn- ayant un angle de 65°. Les longueurs d'allèges sont tramées par rapport à la structure porteuse du bâtiment. Chaque cadre métallique est construit et équipé des panneaux PV en usine. Les cadres sont ensuite montés et fixés sur des consoles à la façade à l'aide d'une grue. Le temps de montage sur le chantier est donc réduit au minimum.

COMMENTAIRES

Ce nouveau concept d'allège photovoltaïque présente plusieurs innovations; citons en outre :

- une utilisation de modules PV aux dimensions standards, permettant ainsi d'obtenir les modules au meilleur prix;
- un montage optimisé des éléments de façade occasionnant un minimum d'interventions sur le chantier.

Plusieurs visiteurs nous ont fait part de leur désappointement concernant les détails réalisés. En effet, vu de près, les allèges paraissent épaisses et de facture grossière. Si l'aspect général de la façade paraît convaincant, en revanche plus d'un détail constructif mériterait d'être mieux ouvragé.

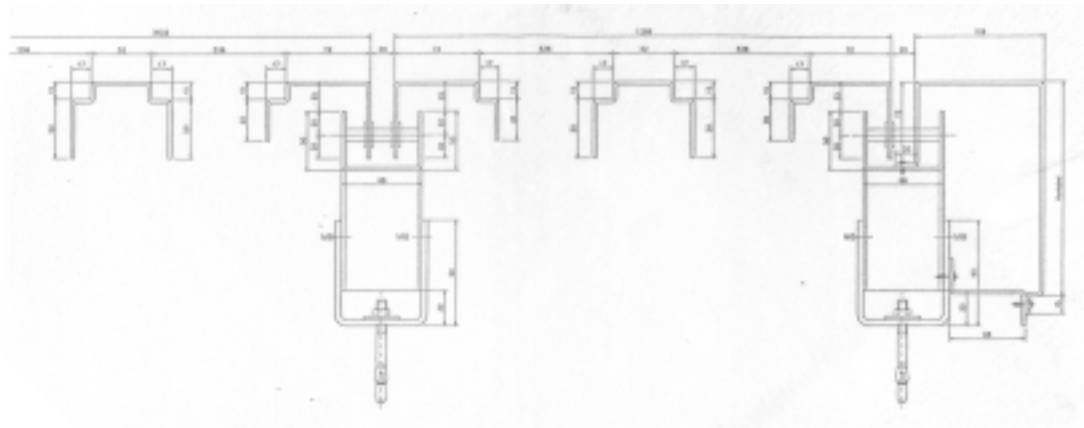


Figure 40 : Détail des allèges

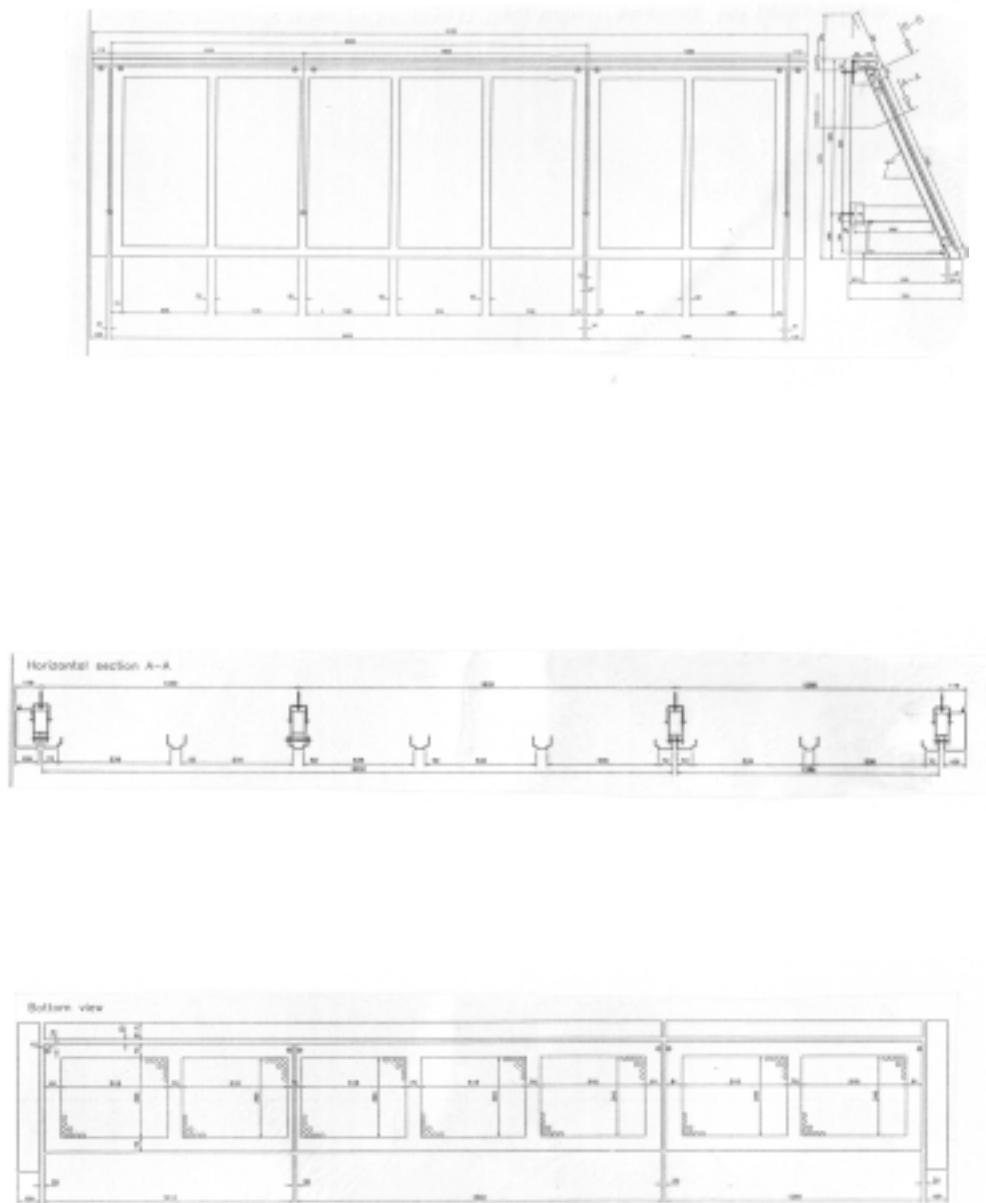


Figure 41 : Vue , coupe et plan des allèges



Figure 42 : Vue de la façade du bâtiment de l'université de Northumbria

5.1.10 STAND N° 10 : SOFREL (démonté)



Figure 43 : Pavillon SOFREL.

EXPOSANT	SOFREL
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Système d'élément pour toiture plate en métal assurant tout à la fois l'étanchéité et la production d'électricité.
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	24 modules monocristallins BP-SOLAR standard sans cadre métallique.
PUISSANCE, VOLTAGE	936 W, 102 V
ONDULEUR	SMA SUNKING PV-WR 1800
INSTALLATION, DEMONTAGE	1995, 1999
DESCRIPTION	<p>Ce pavillon a été développé conjointement par les firmes ALPHA REAL et PMS ENERGIE en collaboration avec l'UBS et le LESO-PB.</p> <p>Une tôle en acier thermolaqué, pliée selon une forme particulière (c.f. coupe Fig. 40), permettait de réaliser une étanchéité totale de la toiture. Les éléments photovoltaïques étaient ensuite collés (bande autocollante) sur des profilés métalliques rivetés à la face inclinée. Des rigoles placées transversalement récupéraient les eaux pluviales pour les évacuer à l'extérieur de la construction ou dans un chéneau.</p>
COMMENTAIRES	

Pour la plupart des constructeurs visitant DEMOSITE, ce pavillon présentait un concept constructif intéressant, quoique non encore totalement abouti : poids démesuré des éléments, étanchéité aléatoire, mauvais bilan écologique des matériaux employés.

La trop grande épaisseur de tôle requise pour la couverture (raisons statiques), le mode de fixation des modules peu pratique, l'absence d'isolation thermique intégrée à ce produit sont autant d'éléments qui autorisent à penser que ce système constructif, une toiture photovoltaïque plate et étanche, n'a pas encore atteint sa pleine maturité.

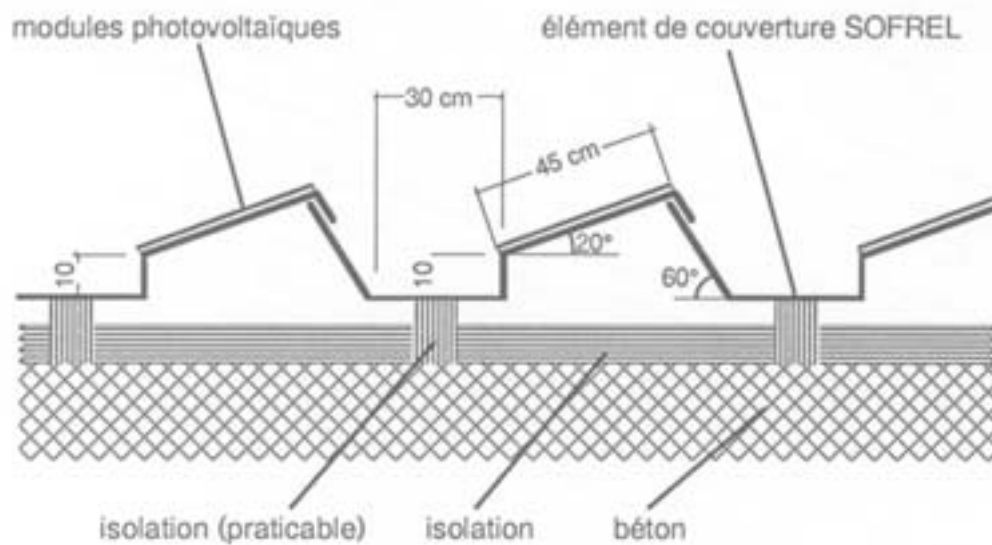


Figure 44 : Coupe-type.

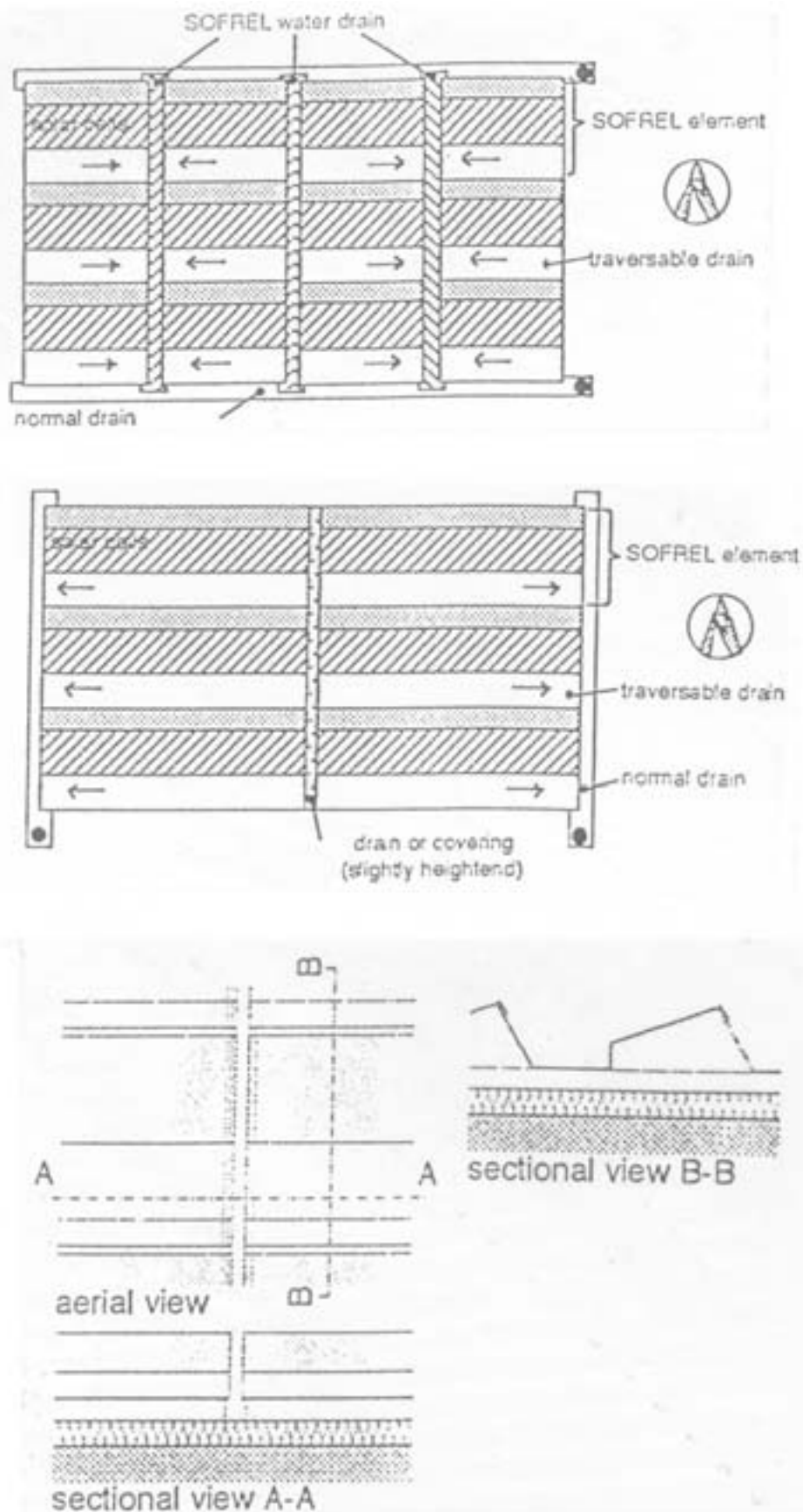


Figure 45 : Plan, détail et coupe avec système de récupération des eaux de pluie.

5.1.11. STAND N° 11 : MSK



Figure 46 : Pavillon MSK

EXPOSANT	MSK
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Système de toiture photovoltaïque étanche
INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	10 séries de 3 modules SOLAREX (910 x 910 mm)
PUISSANCE, VOLTAGE	2460 W à 69 V
ONDULEUR	ASP Top class 3000 Grid
INSTALLATION	1995

DESCRIPTION

Le ministère de l'Industrie et du Commerce japonais, afin de développer le marché photovoltaïque, a décidé de subventionner les installations photovoltaïques installées sur les toitures de maisons privées. Les entreprises MISAWA HOMES (fabricant de maisons préfabriquées) et MSK Corporation (fabricant de modules photovoltaïques) se sont associés afin de développer un nouveau type de toiture photovoltaïque. Les dimensions de ce système de toiture sont basées sur le demi tatami (91 x 91 cm), dimensions couramment utilisée au Japon et représentant l'avantage du meilleur compromis entre un montage rapide et un poids idéal d'un module photovoltaïque.

Une structure primaire composée de profilés aluminium anodisé noir servant de rigoles verticales, est fixée sur la sous-toiture. Les modules photovoltaïques

avec cadre spécial sont ensuite fixés sur ces rails; un joint caoutchouc horizontal et vertical finit optiquement la toiture. Les panneaux photovoltaïques sont ventilés par l'arrière; sur le faîte de la toiture une tôle pliée d'un profil particulier permet de garantir l'étanchéité tout en assurant la ventilation supérieure.

COMMENTAIRES

De nombreux visiteurs sont intéressés par l'allure générale de la toiture. Son aspect unitaire, sa trame et sa couleur retiennent l'attention.

Malheureusement, sous l'action des amplitudes de température et du soleil, les profilés caoutchouc de finition se déboîtent en permanence et finissent par donner à la toiture un aspect "bricolé". De surcroît, plusieurs visiteurs ont émis des doutes quant à la longévité aux U.V. desdits profils.

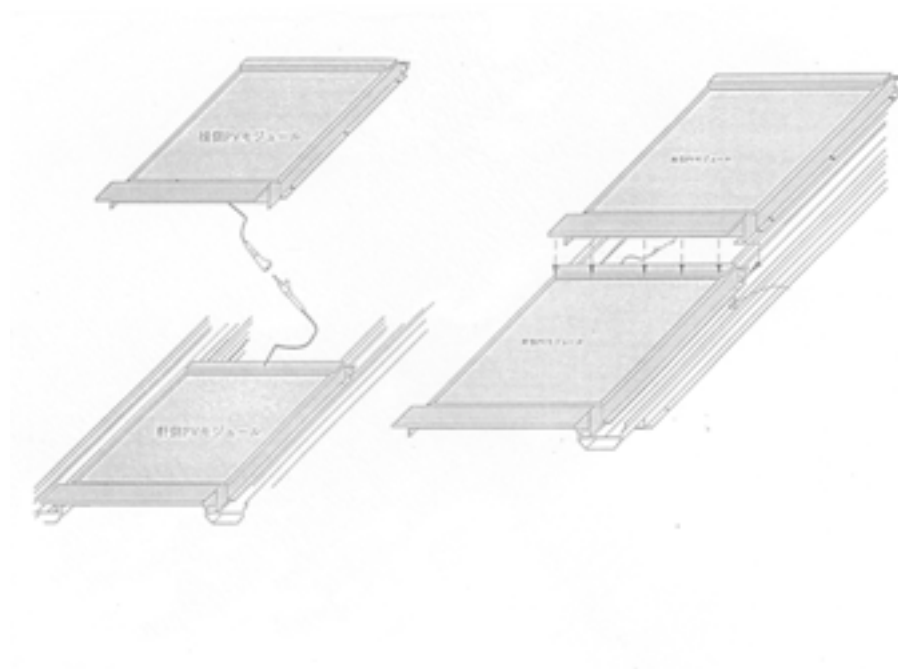


Figure 47 : Mise en oeuvre des panneaux

5.1.12. STAND 12 : UNI-SOLAR



Figure 49 : Pavillon UNI-SOLAR

EXPOSANT

UNI-SOLAR

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur toiture traditionnelle (inclinaison 30°) de modules étanches photovoltaïques formés de tôles pliées thermolaquées, cellules amorphes et revêtement TEFZEL.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

14 branches de 5 modules en série

PUISSANCE, VOLTAGE

1070 W, 66 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

INSTALLATION

1995

DESCRIPTION

Suite à la construction du pavillon N° 7 en 1992 et fort de cette expérience, la firme UNI-SOLAR (anciennement USSC) a décidé de développer conjointement avec le LESO-PB un nouveau système photovoltaïque pour toiture traditionnelle.

Sur une sous-toiture, formée de panneaux rigides, les modules photovoltaïques sont disposés dans le sens horizontal. Le bord inférieur du module, plié à 180°, se glisse sous une tôle intercalaire vissée à la sous-toiture, ce qui permet ainsi

de fixer les modules les uns dans les autres; deux pliages latéraux à 90° relèvent les bords, créant ainsi de larges rigoles étanches.

Les boîtes de connexion -très petites, sont placées sur les bords latéraux. Des distanceurs disposés entre les rangées des modules PV, permettent tout à la fois de raccorder les modules entre eux et de maintenir par clipsage un profil de recouvrement en tôle pliée thermolaquée. L'étanchéité latérale est facilement assurée par une tôle de garniture.

Ce système de toiture photovoltaïque intègre partiellement des produits de toiture couramment utilisés et commercialisés en Amérique du Nord (distanceur, profil de recouvrement, acier plié thermolaqué).

COMMENTAIRES

Les défauts de jeunesse constatés sur le premier stand n'existent plus. Les profils de recouvrement sont nettement plus distants les uns des autres, et le pliage haut et bas des plaques les rigidifie de manière à ce qu'elles restent planes.

De loin, l'aspect monocolore de cette toiture attire les regards; le traitement de surface du TEFZEL a permis d'atténuer l'effet de brillance et ce pan de toiture ressemble de loin à une toiture traditionnelle en cuivre.

La plupart des visiteurs sont impressionnés par l'esthétique de ce système. L'aspect unitaire de la toiture, totalement photovoltaïque, tranche avec les autres toitures qui ont toutes au minimum deux aspects de surface (toiture traditionnelle et toiture PV).

L'installation, en grande partie effectuée par l'équipe du LESO-PB, a permis de mettre en valeur quelques défauts de conception du système: le montage et l'alignement horizontal des panneaux nous a pris beaucoup de temps.

Suite à ce prototype, la firme UNI-SOLAR a réalisé plusieurs installations avec ce système; citons notamment :

- toiture d'un beach-club en Californie, USA
- toiture de parking pour l'US Army en Arizona, USA
- toiture d'un club-house à Auvergnier, Neuchâtel, CH

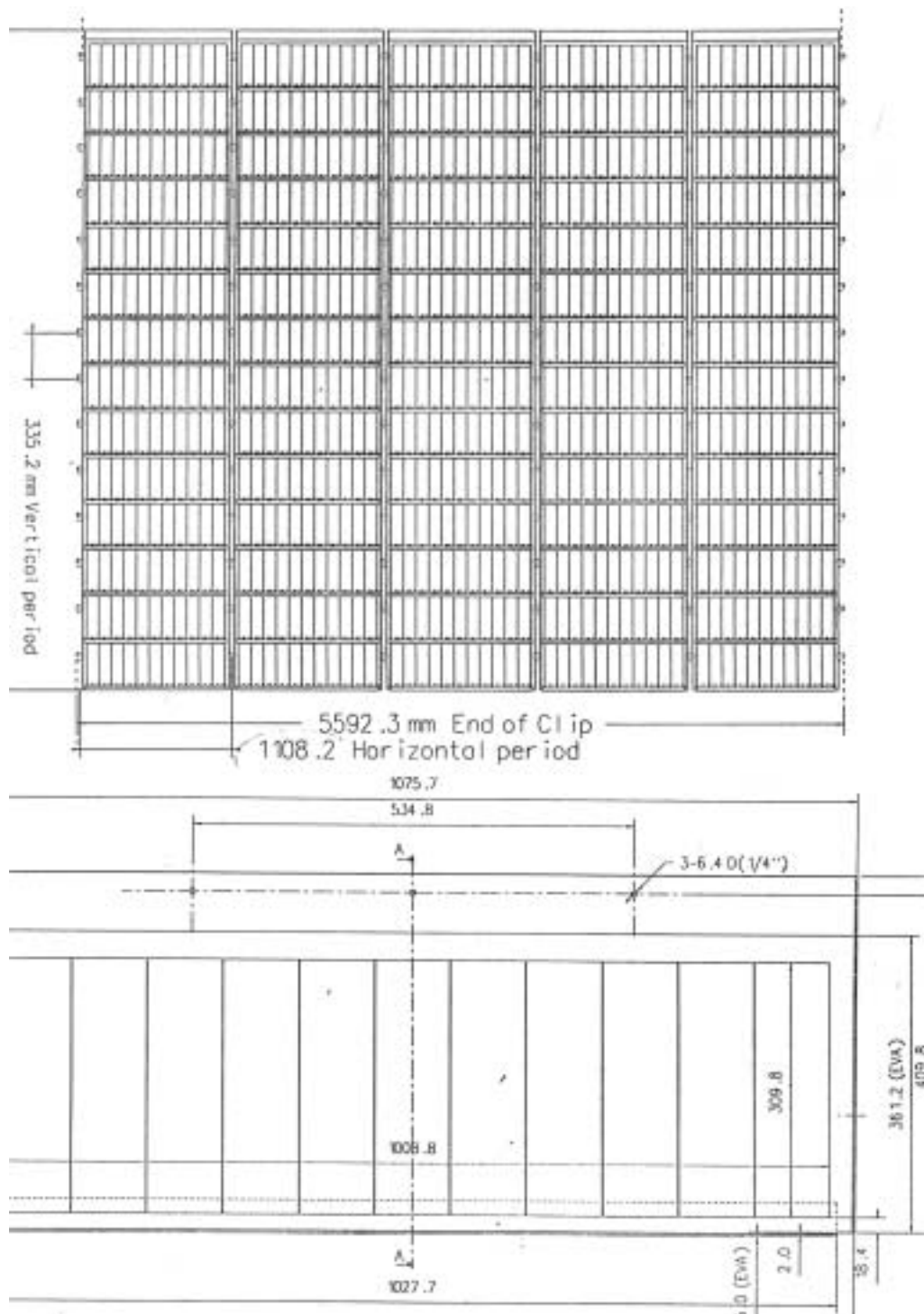
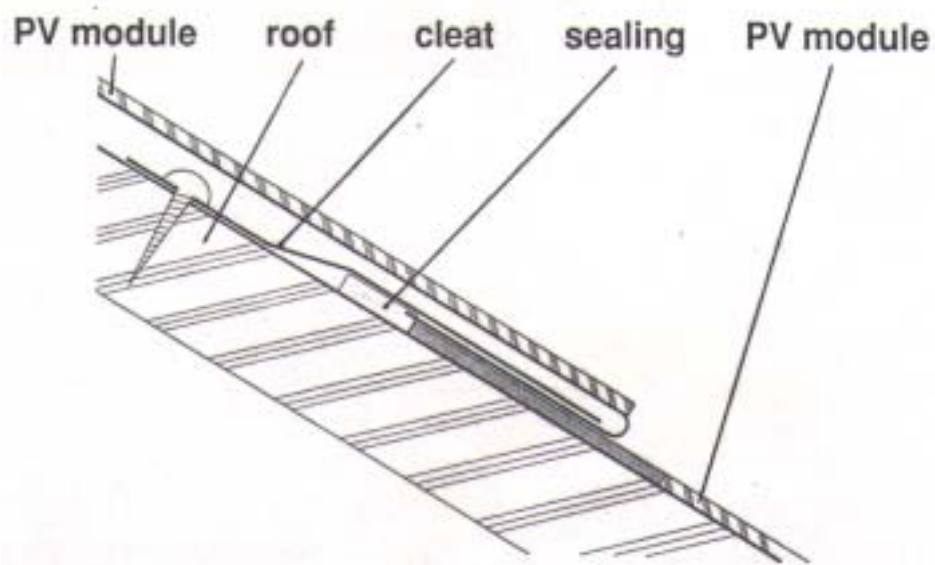
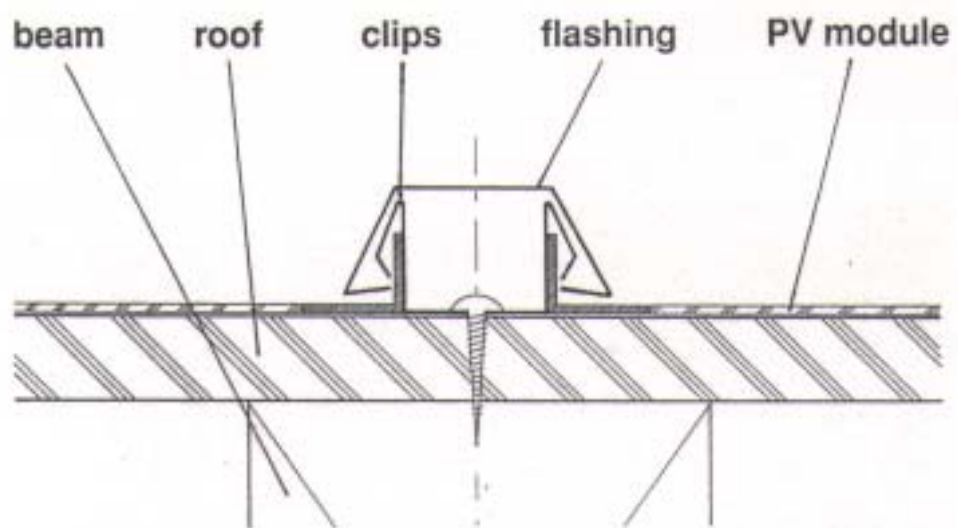


Figure 50 : Plans de la toiture et d'un module



horizontal junction



lateral junction

Figures 51 : Détails constructifs du système

5.1.13. STAND N° 13 : AMAX



Figure 52 : Système de toit plat AMAX

EXPOSANT

AMAX

INTEGRATION

Système de montage de panneaux PV pour toiture plate utilisant des éléments de construction standard du marché

ARCHITECTURALE INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

12 modules SIEMENS M55
(6 avec cadres, 6 lamifiés)

PUISSANCE, VOLTAGE

53 W, 17V (conditions standards)

INSTALLATION

1997

DESCRIPTION

AMAX a élaboré un système de montage utilisant des éléments industriels standards du marché de la construction : bordure de trottoir formant socle et lest, et profilé aluminium standard créant la superstructure d'accueil des panneaux. Toutes ces pièces sont maintenues entre-elles par des boulons et des vis. Les modules PV sont fixés à la structure soit par de l'autocollant et du silicone (dans le cas des lamifiés), soit vissés (pour les modules avec cadre).

Le temps de montage de ce système est relativement long comparativement à d'autres systèmes pour toiture plate. En effet, de nombreux boulons et vis doivent être reliés afin de stabiliser la structure. Par ailleurs, le poids de la traverse en béton est trop important ; 2 personnes mettent difficilement en place ces pièces.

COMMENTAIRES

Ce système pour toiture plate présente l'avantage de s'adapter facilement à diverses dimensions de panneaux, de permettre de choisir l'inclinaison du champ PV, et d'avoir une faible hauteur totale d'installation (permettant ainsi de cacher au maximum les panneaux PV derrière l'acrotère du bâtiment).

Les commentaires de la plupart des visiteurs ne sont pas passionnés ; ce système est soigné, et très classique. En visitant le DEMOSITE, les visiteurs veulent voir des produits novateurs, étonnants !

5.1.14. STAND N° 14 : SUNNY TILE



Figure 53 : Toiture inclinée Star Unity

EXPOSANT

STAR UNITY AG

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur toiture traditionnelle (inclinaison 30°) de tuiles photovoltaïques formés de plastique et de lamifié.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

3 champs de 6 x 8 tuiles

PUISSANCE, VOLTAGE

6 W, 12,5 V (conditions standards)

ONDULEUR

SMA Sunking PVWR 1800

INSTALLATION

1996

DESCRIPTION

Cette tuile photovoltaïque, développée par l'entreprise Star Unity, est la première tuile PV s'intégrant totalement au système de couverture d'une toiture. En effet, le moule servant à fabriquer le revêtement plastique des tuiles PV a exactement la même apparence que la tuile en terre cuite; de ce fait, l'apparence de la toiture est unitaire, si ce n'est l'aspect de surface des tuiles : plastique pour les photovoltaïques, terre cuite pour les traditionnelles. D'une longueur de 44 cm pour une largeur de 26 cm et une épaisseur de 3,5 cm, 13 tuiles sont nécessaires par mètre carré.

Les tuiles PV sont composées de :

- une partie supérieure en plastique moulé transparent reprenant exactement la forme d'une tuile traditionnelle;
- un module PV laminé -composé de deux cellules- s'encastrant dans les parties plastiques;
- un support plastique noir servant de support arrière; les deux pièces en plastique se referment l'une sur l'autre.

Chaque tuile est munie d'une diode by-pass et d'une diode électroluminescente (LED) servant au contrôle de la production électrique de chaque unité photovoltaïque.

COMMENTAIRES

Concernant l'aspect visuel de cette installation, la plupart des visiteurs ont des commentaires enthousiastes. Le système photovoltaïque paraît totalement intégré à un procédé constructif éprouvé depuis des dizaines d'années.

L'examen attentif du système autorise à émettre des bémols au concert de louanges. :

- la longévité des tuiles plastiques ne sera probablement pas identique aux tuiles en terre cuite (> 50 ans); leur rupture pourrait occasionner à long terme des dégâts à la sous-toiture;
- le nombre élevé de tuiles par m2 occasionne un nombre important de connexions, panneaux et diodes, sources potentielles de problèmes futurs.

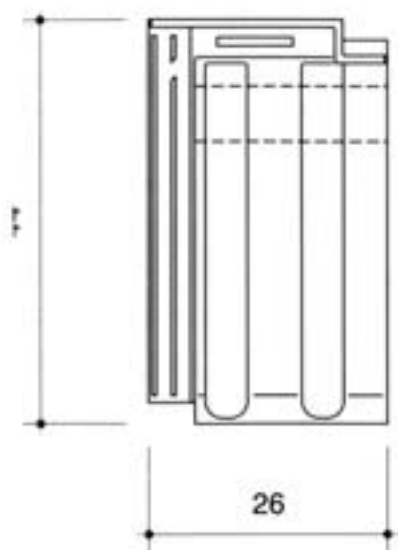


Figure 54 : Tuile « Sunny tile »

5.1.15. STAND N° 15 : SOLBAC



Figure 55 : Toiture plate SOLBAC

EXPOSANT	LESO-PB/EPFL, Solstis
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Système de montage pour toiture plate en fibro-ciment.
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	12 modules Siemens M75 (4 à cadre, 8 sans cadre)
PUISSANCE, VOLTAGE	900 W
INSTALLATION	1997

DESCRIPTION

Ce système de montage pour toiture plate a été développé par l'EPFL. La firme Solstis a racheté les droits et distribue ce produit. Solbac est un système toit plat du type container. Il est donc léger et utilise le gravier présent sur la toiture comme ballast. La surcharge de la structure porteuse est donc minime. Le socle en fibro-ciment existe en trois largeurs correspondant aux trois familles de modules (50W, 75W et 100W). La fixation des modules se fait au moyen de pièces en tôle d'acier inoxydable pliée qui sont vissées sur l'élément fibrociment. Les modules à cadre sont fixés à ces pièces au moyen de vis autoforeuses ou de rivets pop. Les lamifiés (modules sans cadre) sont collés au moyen d'une colle silicone appropriée.

COMMENTAIRES

L'esthétique du Solbac fait l'unanimité. Forme et couleur permettent une intégration discrète sur la toiture plate, qui est, il ne faut pas l'oublier, la 5^e façade du bâtiment. Comme le système est fermé, il joue également le rôle de chemin de câble, ce qui est apprécié des architectes et des installateurs. Le matériau fibrociment est un matériau qui est connu et couramment utilisé dans le domaine du bâtiment d'où aucun problème d'acceptation du produit. Le prix des éléments, façonnés à la main, reste toutefois relativement élevé.

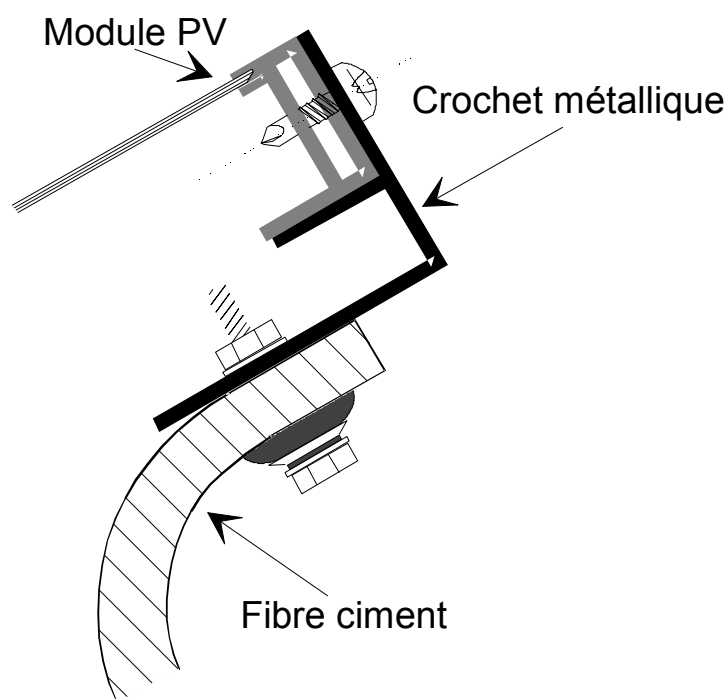


Figure 57: Solbac, détail de fixation d'un module à cadre.

5.1.16. STAND N° 16 : SUNSLATES



Figure 56 : Toiture inclinée Sunslates

EXPOSANT

ATLANTIS SOLAR SYSTEMS LTD

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur toiture Eternit (inclinaison 30°) de modules photovoltaïques formés d'Eternit lamifié.

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

5 x 25 modules en series

PUISSANCE, VOLTAGE

12.5 W, 2,9 V (conditions standards)

ONDULEUR

SMA Sunking PVWR 1800

INSTALLATION

1997

DESCRIPTION

Le module photovoltaïque développé par Atlantis Solar Systems est totalement intégré au système de toiture Eternit XL : sa taille, son apparence, ainsi que son mode de fixation sont totalement identiques au type de revêtement de toiture en fibro-ciment. Seul l'état de surface des modules photovoltaïques est différent, car recouvert d'un Tefzel afin de protéger les cellules PV. Selon le type de coloris choisi pour la toiture, des cellules cristallines ou amorphes peuvent être utilisées, afin de se rapprocher au mieux du coloris de la toiture.

Les modules de toiture SUNSLATES sont conçus en vue d'une production de masse.

Les plaques d'Eternit - et donc les ardoises solaires, ont une taille de 72 x 40 centimètres ; seule la moitié inférieure est soumise aux intempéries et est recouverte de photovoltaïque. La moitié supérieure sert à garantir l'étanchéité des 2 plaques du rang supérieur posées de manière alternée.

En outre, le système présente d'appréciables avantages au niveau des coûts : les frais d'installation ainsi que les éléments de fixation sur la toiture étant les mêmes que ceux des toitures en ardoises traditionnelles et les frais de planification pratiquement nuls.

L'esthétique de la toiture est très convaincante ; l'impression d'uniformité de la toiture –les modules se fondant dans la toiture traditionnelle, est réussie.

COMMENTAIRES

Tous les visiteurs - de manière unanime, apprécient fortement cette réalisation. Car en comparaison de la plupart des autres stands, celui-ci leur donne l'impression que le photovoltaïque intégré au bâtiment a atteint un stade adulte. Sur ce stand, le photovoltaïque n'est plus mis en exergue sur un bâtiment, il est simplement partie intégrante de l'enveloppe.

De nombreuses réalisations à travers le monde ont été réalisées avec ce nouveau système constructif : en Chine, aux USA, en Europe. A chaque projet et quelque soit le type de construction, l'intégration a été réussie et a fait l'unanimité.



Figure 57: Détail SUNSLATES

5.1.17. STAND N° 17 : CONSOLE



Figure 58 : Bac en PE Console

EXPOSANT

ECOFYS

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Système de fixation sur toiture plate
en bac PE, lest en gravier

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

6 modules RSM 95, Shell Solar Energy

PUISSANCE, VOLTAGE

95 W, 33V (conditions standards)

ONDULEUR

SMA Sunking PVWR 1800

INSTALLATION

1998

DESCRIPTION

ECOFYS a conçu un bac en plastique modulaire, posé directement sur la couche étanche et utilisant le gravier présent sur la toiture comme lest.

Le bac ConSole est produit à partir de polyéthylène 100 % recyclé ne nécessitant aucun chlore lors de sa fabrication. Ce matériau a comme principaux avantages d'avoir une longue durée de vie et de n'occasionner aucun entretien.

Le bac ConSole est commercialisé en trois tailles différentes, permettant ainsi de fixer la plupart des panneaux PV commercialisés.

La fixation se fait avec des boulons, vis et rondelles qui maintiennent le cadre du panneau PV au rebord du bac plastique ; selon les dimensions extérieures du panneau, le rebord en plastique sera plus ou moins visible.

Le temps de montage d'un tel système est très court comparativement à d'autres systèmes pour toiture plate. En effet, les bacs sont mis en place rapidement ; une fois les alignements réalisés il ne reste plus qu'à fixer les panneaux. Toutefois le système proposé, par vis et boulons est fastidieux et mériterait d'être repensé.

COMMENTAIRES

Ce système présente les avantages de s'adapter facilement à toutes dimensions particulières de toiture plate et de n'occasionner aucune surcharge. De plus, sa faible hauteur totale d'installation permet de cacher les modules PV derrière l'acrotère du bâtiment.

Les visiteurs ne sont pas enthousiasmés par ce stand; la plupart reproche le manque de finition du système : le plastique n'est pas assez rigide, et les bords des panneaux « baillent » de côté. Par ailleurs de nombreux commentaires ont eu lieu sur le manque de hauteur du bas du panneau (celui-ci se trouvant au niveau du gravier) ; en cas de chute de neige, celle-ci s'accumule sur le bas du panneau et empêche celui-ci de fonctionner correctement.

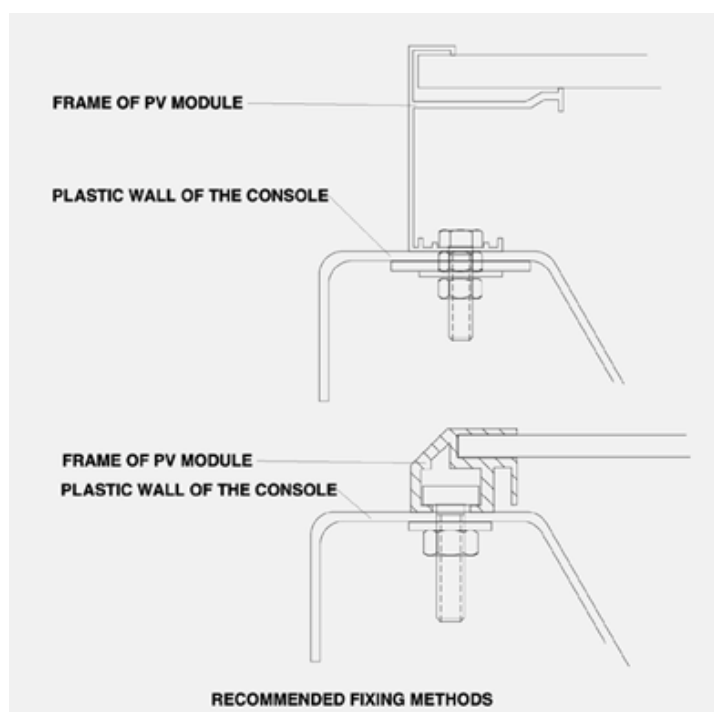


Figure 59 : Détail ConSole

5.1.18 STAND N° 18 : SOFREL



Figure 60: Toiture SOFREL

EXPOSANT

Enecolo, LESO-PB/EPFL, Solstis

INTEGRATION

béton

Système de montage pour toiture plate en

ARCHITECTURALE

INSTALLATION

PHOTOVOLTAÏQUE

12 modules Photowatt PWX500
(4 à cadre, 8 sans cadre)

PUISSANCE, VOLTAGE

600 W

INSTALLATION

1997

DESCRIPTION

Le système Sofrel a été développé par le groupe Sofrel composé d'Enecolo, d'Alpha Real, de l'UBS et de l'EPFL. Il est actuellement distribué par la firme Solstis basée à Lausanne. Ce système est composé de deux socles en béton et des pièces de fixation des modules. Le système complet pèse environ 65kg (chaque socle pèse environ 32 kg) ce qui permet selon les conditions du bâtiment et la situation géographique d'assurer la fixation d'un module jusqu'à presque 1m² (100 W – 140 W selon la technologie).

COMMENTAIRES

Ce système a été utilisé sur le fameux bâtiment de l'UBS à Suglio. Ceci a permis de le rendre célèbre et a assuré son succès commercial. Ce système est surtout prisé des installateurs grâce à son excellent rapport coût performance. Certains d'entre eux apprécient le type Sofrel X-Clip où le module est fixé sur les blocs en béton au moyen d'un clip en tôle inox pliée. Aucune vis n'est ici nécessaire et le montage est très rapide. D'autres voient dans les modules sans cadre le meilleur compromis prix-écologie-fiabilité et préfèrent utiliser le système Sofrel avec le crochet G-Clip, qui se clipse sur le socle en béton. Le lamifié est ensuite collé au moyen d'une colle-silicone adéquate.

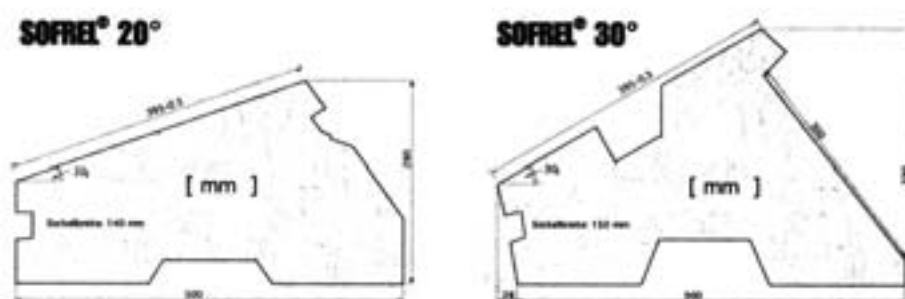


Figure 61: Détail socle SOFREL

5.1.19 STAND 19 : BRAAS



Figure 62 : Toiture inclinée Braas

EXPOSANT

BRAAS

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur toiture traditionnelle (inclinaison 30°) type tuile mécanique en béton de panneaux PV.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

21 modules, technologie silicium monocristallin, module verre/TEDLAR

PUISSANCE, VOLTAGE

35 W, 10,7V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

INSTALLATION

1998

DESCRIPTION

Le fabricant de tuile en béton BRAAS a développé une tuile photovoltaïque totalement intégrée à son système de toiture en tuiles plates.

Sur un lattage usuel, des panneaux en PS thermoformés (de la taille d'un module PV) et des profilés inox (2 par module) sont vissés ; ils serviront respectivement de sous-toiture pour les panneaux, et de profilés de réception et fixation des modules PV .

Une fois monté, les modules PV s'intègrent totalement à la trame des tuiles; chaque panneau remplaçant alors quatre tuiles traditionnelles.

Le montage se fait rapidement par le couvreur ; les connections sont du type MC contact par connecteur clipsé, tout le câblage étant placé librement dans l'espace de la sous-toiture

COMMENTAIRES

La plupart des visiteurs, et en particulier les professionnels de la construction ont un commentaire élogieux sur ce système de toiture : aspect fini et soigné, aucune aspérité, aucun cadre. Seul le verre lamifié est visible.

De loin, le bleu du photovoltaïque tranche sur le gris des tuiles ; la plupart des commentaires sont négatifs quant au choix de la couleurs des tuiles; il aurait probablement mieux valu opter pour des teintes de tuiles et de PV le plus proche possible.

Hormis la coloration, l'aspect unitaire de la toiture, dans ses reliefs et sa trame, tranche d'avec la plupart des installations en toiture inclinée.

Actuellement, la firme BRAAS commercialise en Europe ce produit. Celui-ci rencontre un vif succès, à cause de sa facilité de montage et de conception.

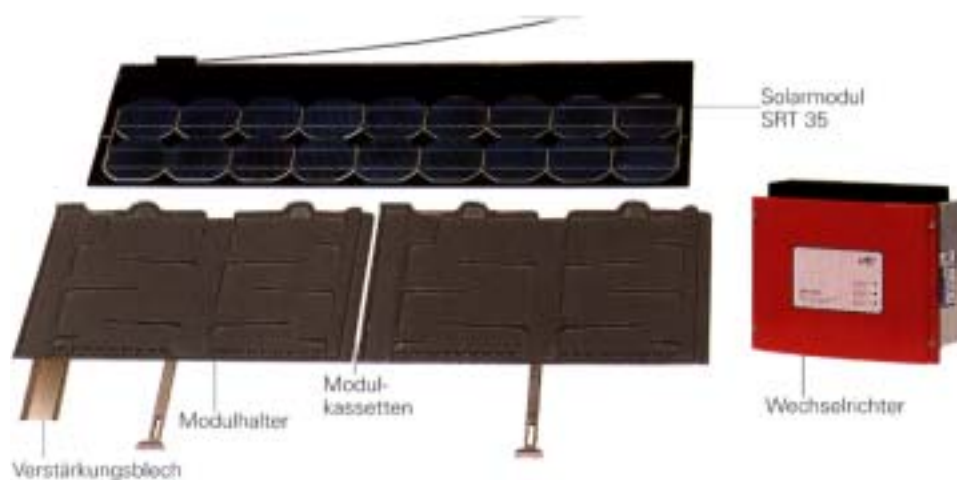


Figure 63 : Les différents composants du système Braas

5.1.20. STAND N° 20 : POWERGUARD

**EXPOSANT**

PowerLight Corporation

INTEGRATION

Système d'éléments PV protégeant la toiture plate utilisant des éléments de construction standard du marché

**ARCHITECTURALE
INSTALLATION
PHOTOVOLTAIQUE**

2 x 3 modules SIEMENS 135

PUISSANCE, VOLTAGE

135 W, 33 V (conditions standards)

INSTALLATION

1998

DESCRIPTION

La firme Power Light Corporation a développé un système pour toiture plate permettant l'installation de panneaux PV sur presque tous types de toiture plate.

Le système PowerGuard est composé de panneaux PV de grandes dimensions fixés sur une structure en polyéthylène extrudé (type ROOFMAT) recouvert de ciment colle. Cette structure isolante est posée directement sur la couche étanche, sans percement. Par un jeu d'emboîtement les panneaux d'isolants deviennent solidaires l'un de l'autre, et les panneaux PV sont fixés au ROOFMATE par des boulons/vis sur longerons métalliques. Dans les bords, un cadre périphérique en béton lesté l'installation au sol et permet d'éviter le décollement, lié au vent, du système. Le poids total du système est d'environ 25 kg/m².

COMMENTAIRES

D'un poids total très faible, ce système offre l'avantage de pouvoir s'affranchir des contraintes statiques de poids souvent présent lors de la construction de système PV sur toit plat de grande portée.

De plus, selon la latitude de l'installation, la forme de la structure en ROOFMAT permet de faire varier le degré de pente des panneaux.

Vu de loin, l'aspect de ce système est très « propre » : cadre périphérique blanc, panneaux vitrés bleu au centre ; vu de près, les finitions ne confirment pas la première impression : les chants de la structure en polyéthylène sont restés visible (en bleu) et les tôles métalliques ne sont pas assez rigides.

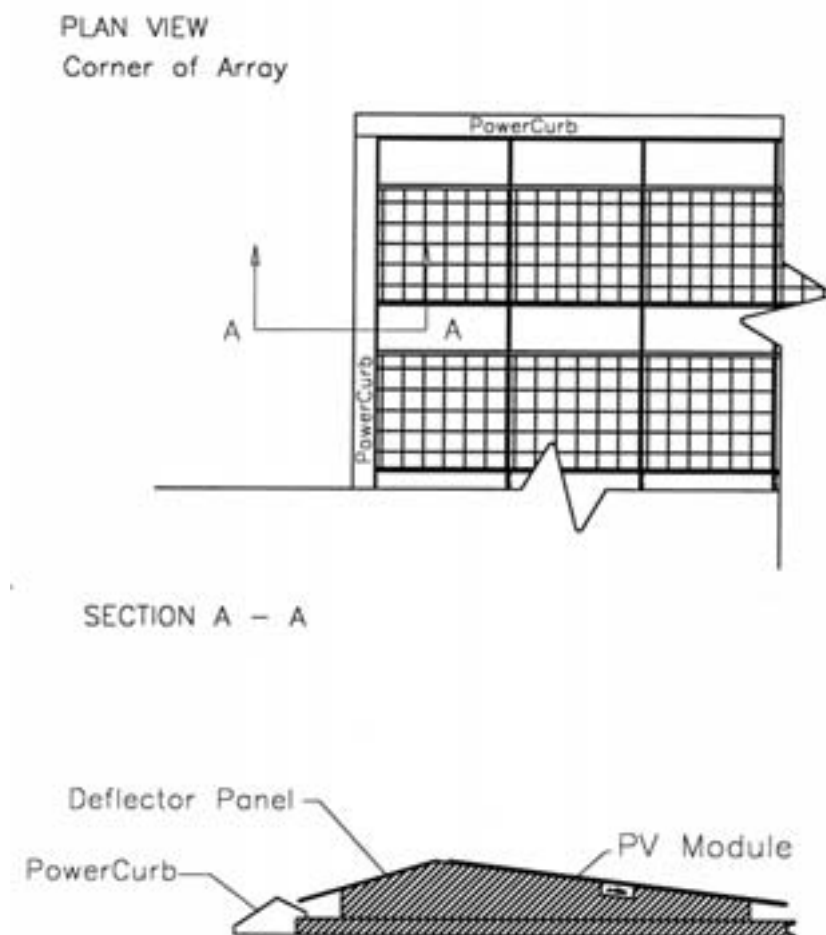


Figure 65 : Plan et coupe du système

5.1.21 STAND 21 : SOLRIF



Figure 66 : Toiture inclinée avec intégration des éléments SOLRIF

EXPOSANT

SOLRIF

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur toiture traditionnelle (inclinaison 30°) de modules étanches photovoltaïques formés de profilés aluminium ceinturant un panneau verre Tedlar.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

24 modules Fortum, polycristallin lamifié

PUISSANCE, VOLTAGE

50 W, 17 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

INSTALLATION

1999

DESCRIPTION

Suite à l'élaboration de la première tuile photovoltaïque NEWTECH, le bureau d'ingénieur ENECOLO de Zürich a décidé de mettre au point une tuile de nouvelle génération résolvant les défauts constatés sur la première version de tuile PV.

Le principe de base est de poser un cadre spécial sur un lamifié traditionnel, transformant le module en " tuile" de grande dimension.

Sur une sous-toiture traditionnelle formée d'un lattage et d'un contre-lattage, les modules photovoltaïques sont placés sur la toiture à l'identique de tuiles en terre mécanique. Chaque élément photovoltaïque est formé par des panneaux PV industriels, (lamifiés, de dimensions standards et donc, de prix bas), et par des profilés aluminium formant cadre. Quatre différents types de profilés sont nécessaires pour assurer l'étanchéité totale de cette couverture : deux profilés (se recouvrant l'un l'autre comme des poutres sur des tuiles mécaniques en terre cuite) et deux profilés haut et bas permettant, outre d'assurer l'écoulement de l'eau vers le bas, d'éviter les remontées d'eau de pluie lors de tempête avec rafale de vent. Un cadre périphérique en ferblanterie pliée sur mesure doit être posée autour du champ PV afin de raccorder la couche étanche des modules PV aux tuiles en terre cuite.

Ce nouveau système de toiture photovoltaïque peut s'adapter sur tous types de toitures avec tuile mécanique, et sur tous types de bâtiments existants ou à construire. Comme option, le cadre d'aluminium peut être thermolaqué dans n'importe quelle couleur RAL afin de se fondre au maximum dans les couleurs du toit.

Les avantages principaux de ce système sont :

- sa grande adaptabilité à pratiquement toutes les tailles de panneaux photovoltaïques et à tous les types de toiture de tuiles mécaniques,
- la possibilité d'utiliser un type de panneau PV au prix le plus économique du moment, indépendamment de sa taille.

COMMENTAIRES

L'évolution de la tuile photovoltaïque est importante. D'un produit compliqué et difficile d'utilisation , on en est arrivé à une tuile PV proche d'un certain standard technique. Adaptabilité, modularité, rapidité de pose permettent de penser que ce produit est appelé à se développer. Il convainc en particulier les installateurs et les utilisateurs individuels.

Vue de loin, cette toiture ne fait toutefois pas l'unanimité parmi les visiteurs; l'aspect de surface, par trop différent des tuiles en terre cuite ou en photovoltaïque, déplaît à certains, ainsi que les tuiles différentes des "tuiles PV" et des tuiles standards.

Certains visiteurs-architectes sont plus radicaux dans leurs critiques quant à l'intégration de modules SOLRIF en toiture inclinée : soit le PV fait partie intégrante du système de peau de la toiture (comme la toiture SUNSLATES avec ETERNIT) et il se fond dans le paysage, soit le PV s'affiche, et il est exceptionnel quant à son incrustation dans le projet de construction.

A l'heure actuelle plus d'un mégawatt a été installé avec ce système.

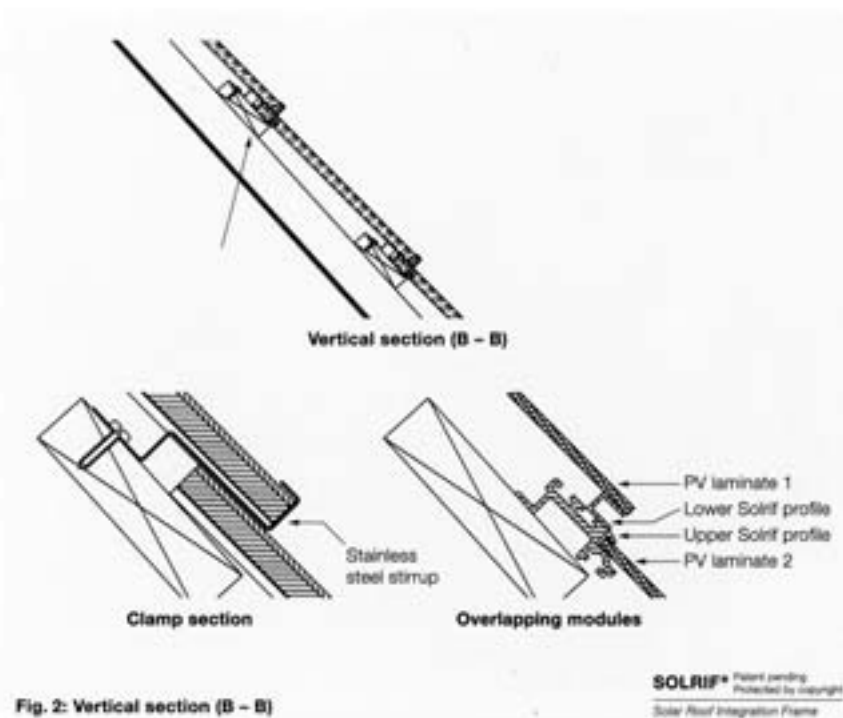
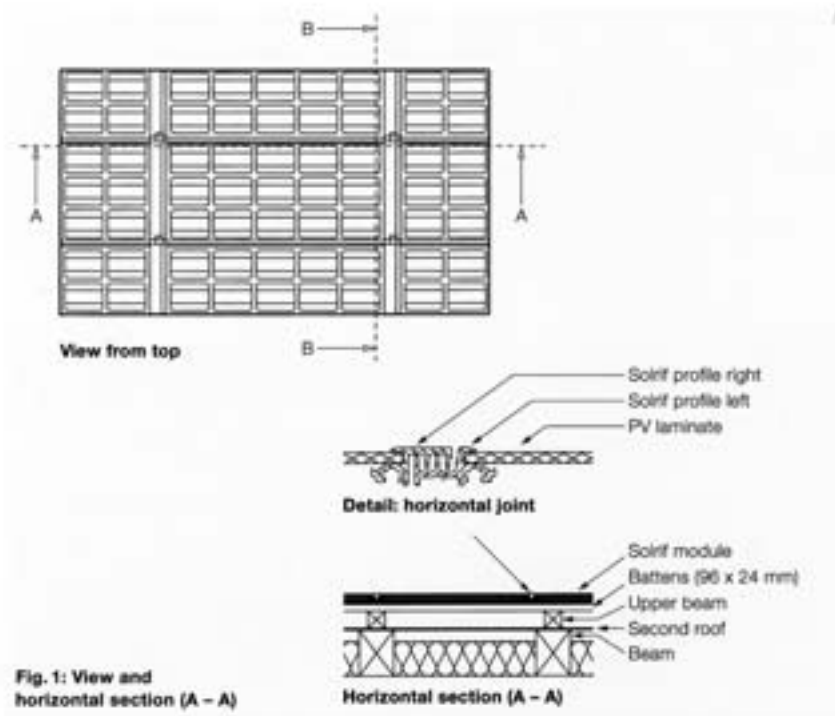


Figure 67 : Détail du système constructif.

5.1.22 STAND 22 : SHELL (démonté)



Figure 68 : Plans de la toiture et d'un module

EXPOSANT	SHELL, Pays-Bas
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Système d'intégration de 2 unités standard PV en toiture
INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	8 modules Shell avec onduleur intégré
PUISSANCE, VOLTAGE	2 x 400 W, 100V
INSTALLATION	1999
DESCRIPTION	

Ce kit a été proposé comme solution standard pour l'habitat individuel ou groupé. Quatre grands modules Shell polycrystallins étaient intégrés dans un cadre qui permet d'être inséré dans n'importe quel type de toiture. L'étanchéité était résolue de manière un peu similaire à la pose d'un Velux (voir fig. 70).



Figure 69: l'installation électrique est réduite au strict minimum grâce à l'équipement des modules en mini-onduleurs.



Figure70 : l'étanchéité est résolue de manière similaire aux « Velux ».

COMMENTAIRES

La première impression visuelle des visiteurs présente ce stand comme assez peu révolutionnaire en matière d'intégration en toiture. Passé ce premier sentiment, certains visiteurs comprennent l'idée sous-jacente à ce système : à l'instar du fameux Velux, Shell propose une solution complète comprenant fixation et étanchéité pour doter un toit d'un système de 400W. L'encombrement dans la toiture ne dépasse que très peu celui d'une grande fenêtre et ne devrait faire l'objet d'aucune quelconque opposition. La qualité de l'intégration reste cependant discutable, aucun effort n'ayant été fait par exemple pour minimiser l'impact visuel du cadre général (alu brillant sur tuiles

mates) ou de la couleur de fond des panneaux (blanc sur le bleu des cellules). De plus, les panneaux PV n'étaient pas placés dans la même planéité que les tuiles, d'où une impression renforcée d'ajout malvenu sur la toiture. La connexion au réseau est d'une grande simplicité grâce à l'intégration des onduleurs sur les modules (voir fig. 69)

Remarque : sur demande de l'exposant, ce stand n'a pas fait jusqu'ici l'objet d'une documentation papier et internet car il semble que ce produit n'ait jamais encore été officiellement lancé sur le plan commercial.

La firme Velux a conçu en 2000 un produit similaire, basé sur son expérience constructive et sur les dimensions de ses fenêtres.

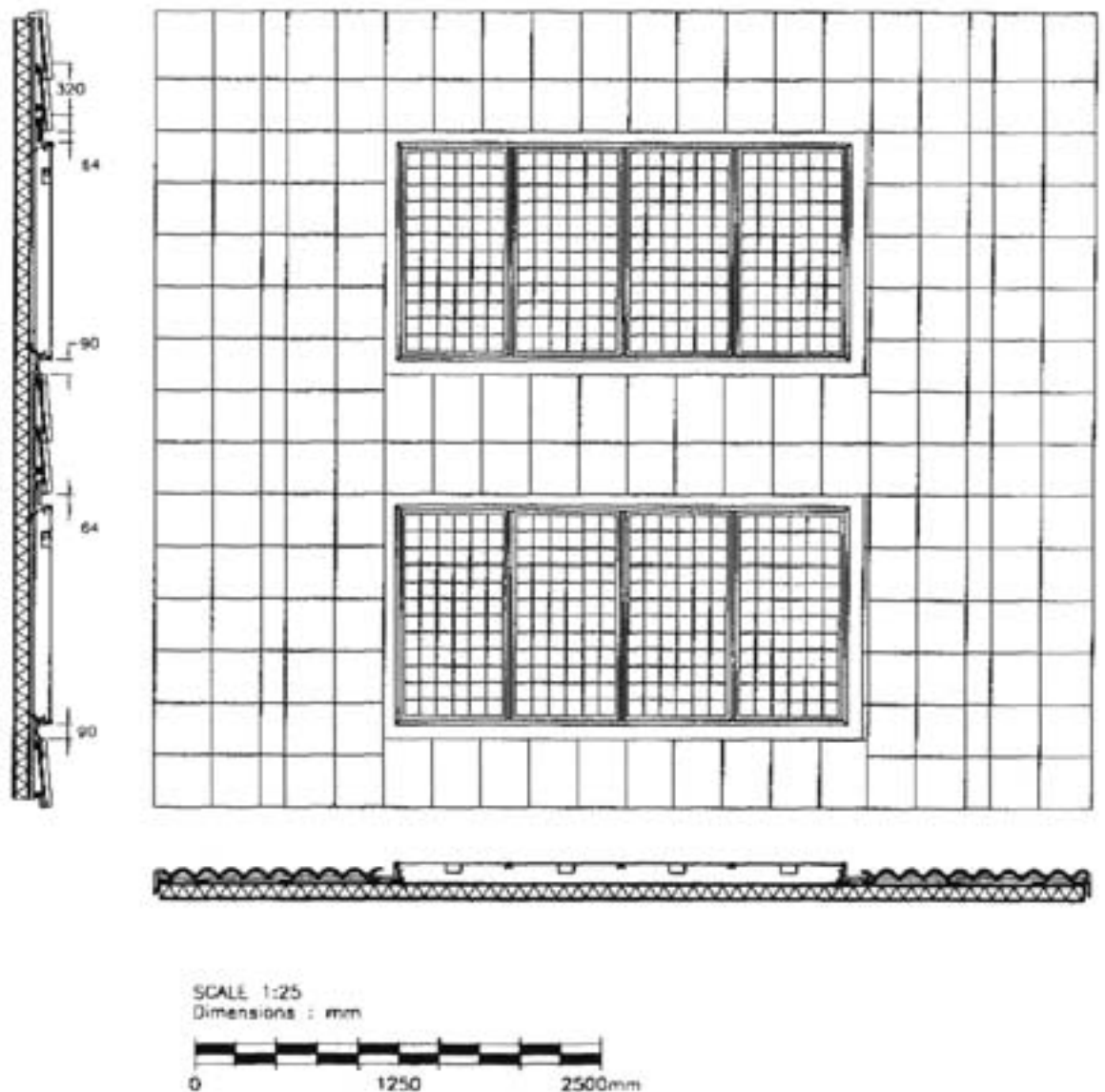


Figure 71 : Coupe et plan stand Shell

5.1.23 STAND N° 23 : SOLGREEN I



Figure 72: Toiture SOLGREEN

EXPOSANT	Solstis
INTEGRATION	Système de montage pour toitures végétalisées
ARCHITECTURALE	
INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	12 modules Photowatt PWX1000
PUISSANCE, VOLTAGE	1200 W
INSTALLATION	1999
DESCRIPTION	

Les toitures végétalisées connaissent un succès important ces dernières années. Certaines communes urbaines les rendent obligatoires sur une partie de leurs propres bâtiments. L'avantage primordial apporté par ce genre de toiture est de limiter la surcharge des canalisations lors de fortes précipitations grâce à l'effet tampon créé par la couche végétale.

Solgreen apporte une réponse à la question de savoir comment intégrer une installation photovoltaïque sur une telle toiture. Solgreen est composé :

- d'une plaque en polyéthylène haute densité qui est chargée par le seul ballast disponible : la couche végétale.
- d'une structure en acier inoxydable pour tenir les modules photovoltaïque et les surélever par rapport à la végétation.
- des clips de fixation permettant un montage rapide et sans vis de modules à cadre. S'il s'agit de lamifiés, ceux-ci sont collés directement sur la structure inox.

La plaque en polyéthylène est posée sur la structure en acier et lestée suffisamment pour l'empêcher de bouger.

COMMENTAIRES

Solgreen plaît aux architectes grâce à sa légèreté esthétique et le fait que l'on combine haute technologie et végétation sur le toit. Pour les praticiens, le système de clips semble être très attractif. Les électriciens ont apprécié le soin apporté à cacher le câblage dans la structure en inox. Il semble toutefois que les toitures végétalisées ne soient pas encore très connues du grand public et même de certains professionnels.

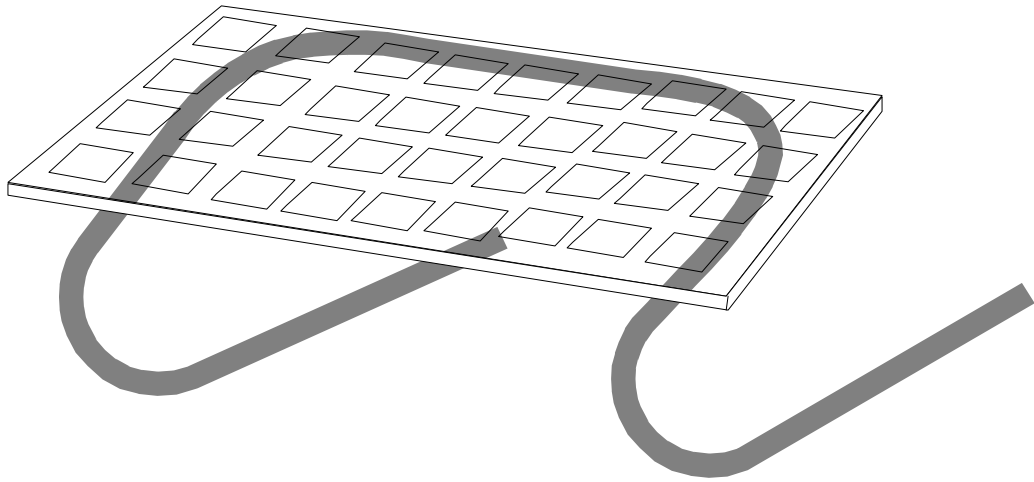


Figure73 : Solgreen, vue perspective du système

5.1.24 STAND N° 24 : SOLMAX



Figure 74: Toiture SOLMAX

EXPOSANT

Solstis

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Système de montage pour toiture plate
en polyéthylène haute densité

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

8 modules ASE
(2 x 300W, 6 x 100W)

PUISSANCE, VOLTAGE

1200 W

INSTALLATION

1999

DESCRIPTION

Solmax est un développements du Leso-PB en matière d'intégration en toiture plate. La maison Solstis s'occupe sous licence de la commercialisation de ce système. Celui-ci offre un rapport coût-performance hors du commun puisqu'il combine l'avantage de ne pas surcharger la structure porteuse avec un prix tout à fait comparable aux systèmes conventionnels (Sofrel ou équivalents). Il est fabriqué par thermoformage de plaques de polyéthylène haute densité noir. Ce matériau est l'un des polymères les plus stables que l'on trouve sur le marché. Il est utilisé dans de nombreuses applications où une excellente stabilité chimique et des durées de vie importantes sont exigées (canalisations, éléments de drainage, réservoirs).

COMMENTAIRES

Les installateurs apprécient l'universalité de ce système : en effet, l'absence de rigidité du bas de la partie arrière permet de déplacer la partie supérieure, ce qui offre la possibilité de fixer des modules de dimensions comprises entre 115 cm et 150 cm. Les architectes ouverts aux nouvelles technologies et nouveaux matériaux n'hésitent pas à recommander cet élément à leur client. D'autres architectes plus conservateurs demandent des garanties par rapport au matériau utilisé. Ils sont également parfois impressionnés par la taille du SolMax. Sa hauteur ne dépasse pas toutefois la hauteur de la plupart des éléments présents sur un toit plat (lanterneau, acrotère, cheminée, etc...).

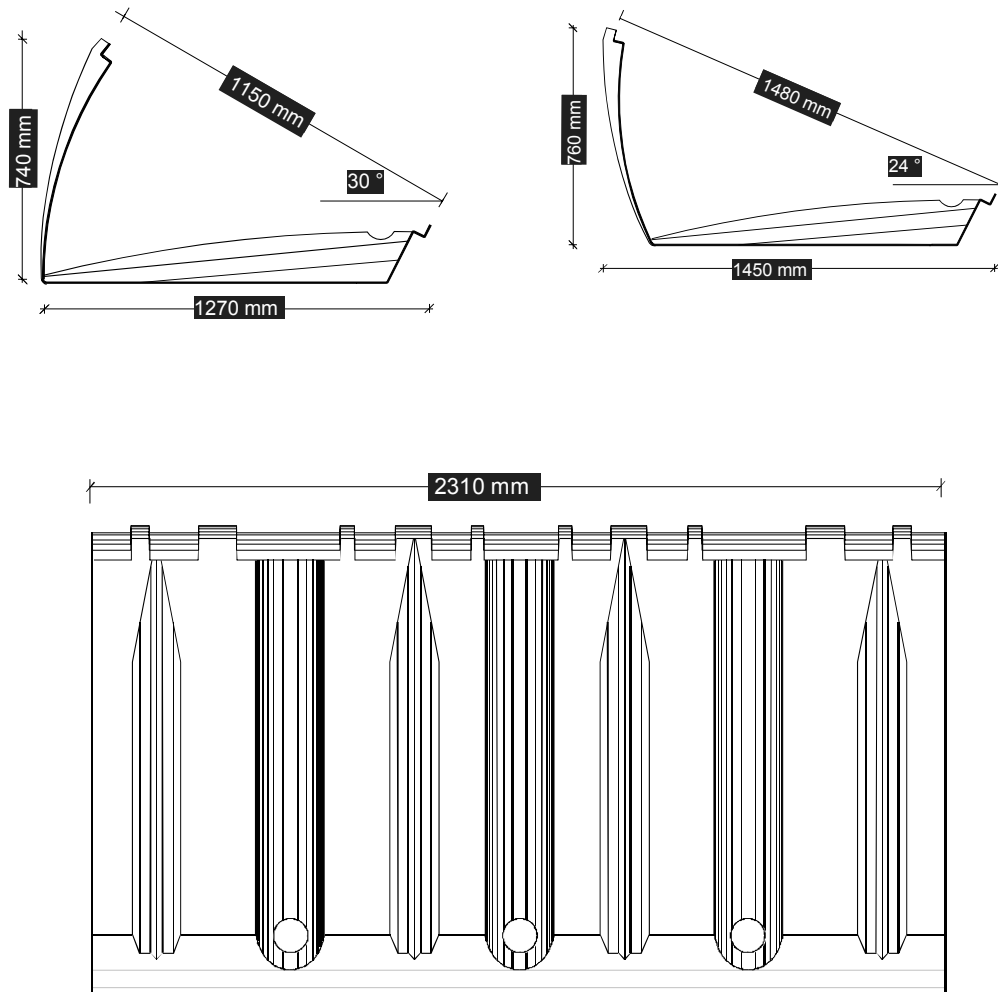


Figure 75: Plan et coupe SOLMAX

5.1.25 STAND N° 25 : PILSIM (nouveau)



Figure 76 : PILSIM

EXPOSANT	OFFICE FEDERAL DES CONSTRUCTIONS
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Toiture en panneaux PV sur cadre aluminium reposant sur structure acier thermolaquée
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	12 modules verre / tedlar sur mesure FABRI SOLAR
PUISSANCE, VOLTAGE	12 x 156 W, 67 V
ONDULEUR	TOP CLASS II GRID
INSTALLATION	2000
DESCRIPTION	

Le stand PILSIM construit à DEMOSITE est une maquette échelle grandeur du bâtiment d'entraînement et simulation des pilotes d'avion militaire FA-18 conçu et construit à l'aéroport de Payerne. Sur cet édifice, l'architecte FERRARI désirait avoir un effet architectural particulier : un plan incliné d'un seul tenant détaché du volume du bâtiment. Ce grand pan incliné devait impérativement être bleu et d'aspect uniforme. En cas de pluie, l'eau ruisselle sur la toiture pour se jeter en contrebas dans un bassin.

Les éléments de toiture élaborés par la firme FABRISOLAR sont des modules polycristallins en verre / verre pincé dans un cadre métallique exécuté sur mesure (voir détail). Les cadres PV sont ensuite fixés par clipsage sur une structure métallique formant gouttière.

Dans l'axe vertical, les caniveaux dirigent les eaux de ruissellement vers le bas. En structure secondaire, des portions de profilés métalliques horizontaux récoltent les eaux de pluie de chaque panneau pour les diriger vers les gouttières principales.

COMMENTAIRES

Cette installation, unique en son genre, est un excellent exemple d'intégration du PV sur des bâtiments à l'architecture novatrice. Son aspect unitaire, son réseau de structure formant gouttière et l'aspect planaire de sa toiture retiennent l'attention.

Malheureusement, la maquette échelle grandeur (le stand DEMOSITE) ne représente que partiellement la forte impression dégagée par ce bâtiment.



Figure 77 : Vue du bâtiment réalisé à l'aéroport de Payerne.

5.1.26 STAND N° 26 : COLT-SHADOVOLTAIC (nouveau)

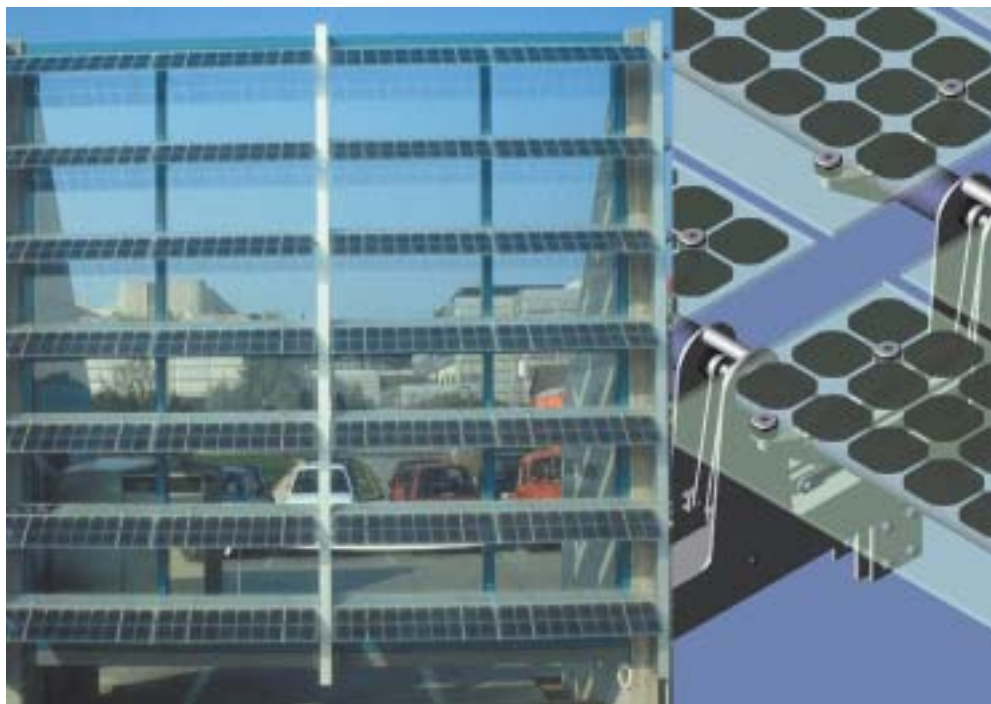


Figure 78 : SHADOVOLTAIC

EXPOSANT	COLT INT. AG
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Façade en verre avec éléments de protection solaire mobiles, position commandée par piston thermohydraulique
INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE	14 modules photovoltaïques composés de 28 cellules PV Astropower
PUISSANCE, VOLTAGE	102 W, 13 V (condition standard)
INSTALLATION	2000
DESCRIPTION	

8 ans après avoir expérimenté son premier stand au DEMOSITE, la firme COLT a décidé d'exposer son nouveau prototype d'élément de protection solaire mobile photovoltaïque.

Devant une façade en verre, quatorze lames horizontales de verre / tedlar sont disposées sur deux rangées verticales. Elles permettent ainsi, selon leur inclinaison, de régler la luminosité à l'intérieur du bâtiment. Le degré d'inclinaison de ces lames se fait grâce à un piston de gaz expansif réagissant au rayonnement solaire direct. En fonction des rayons captés, et donc de l'échauffement du gaz, les panneaux photovoltaïques sont toujours réglés de manière optimum. Les panneaux PV ont été fabriqués spécialement par la firme

FABRISOLAR en utilisant les nouvelles cellules polycristallines ASTROPOWER de grandes tailles.

COMMENTAIRES

En comparaison avec le prototype construit en 1992, ce nouveau modèle de brise-soleil en façade a gagné en maturité, notamment au niveau de la qualité des parties métalliques.

Les visiteurs sont fortement intéressés par le système d'inclinaison des panneaux ; Utiliser un gaz permettant de travailler en direct séduit.

5.1.27 STAND N° 27 : SOLFACE (nouveau)



Figure 79 : SOLFACE

EXPOSANT WAGNER System AG et LESO PB

**INTEGRATION
ARCHITECTURALE** Façade aveugle

**INSTALLATION
PHOTOVOLTAIQUE** 8 modules BP 585

PUISSANCE, VOLTAGE 960 W

INSTALLATION 2001

DESCRIPTION

Ce stand de façade est le résultat d'un projet européen développé par le Laboratoire d'Energie Solaire conjointement avec les firmes ... ECOFYS, BP SOLAR et TFM.

Le marché d'achat du photovoltaïque est caractérisé par la possibilité d'obtenir des panneaux standards PV à des prix très compétitifs. Suivant les périodes et les commandes des différents producteurs, leurs prix varient sensiblement. SOLFACE a été développé comme système de fixation pour façade s'adaptant à toutes dimensions spécifiques de panneaux lamifiés standards. SOLFACE se compose d'un profilé aluminium spécifique permettant :

- de rigidifier le panneau PV, sans que le cadre ne soit trop visible
- de protéger les chants du verre
- de fixer mécaniquement les modules PV à la façade

Les modules PV, après avoir été équipés du cadre aluminium, sont clipsés sur une structure primaire formée par des rails aluminium et fixés sur la façade du bâtiment. Le montage sur le chantier est rapide, environ 15 à 20 secondes pour chaque panneau.

COMMENTAIRES

Ce stand présente un système de fixation en façade intéressant et novateur. En effet, il crée la synthèse entre des systèmes PV sur mesure pour façade, beau mais onéreux (!), et des installations PV standards à bas prix sur façade où les détails esthétiques ne sont pas aboutis.

Pour les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, SOLFACE offre les possibilités de :

- choisir ses modules en fonction de différents critères (prix, couleur & aspect, dimension)
- réaliser une installation correcte respectant les normes de sécurité en vigueur
- obtenir un temps de montage particulièrement court.

Suite à la construction de ce stand, l'entreprise WAGNER a présenté le produit à la SWISSbau, les professionnels de la construction ont eu un accueil enthousiaste pour le produit.

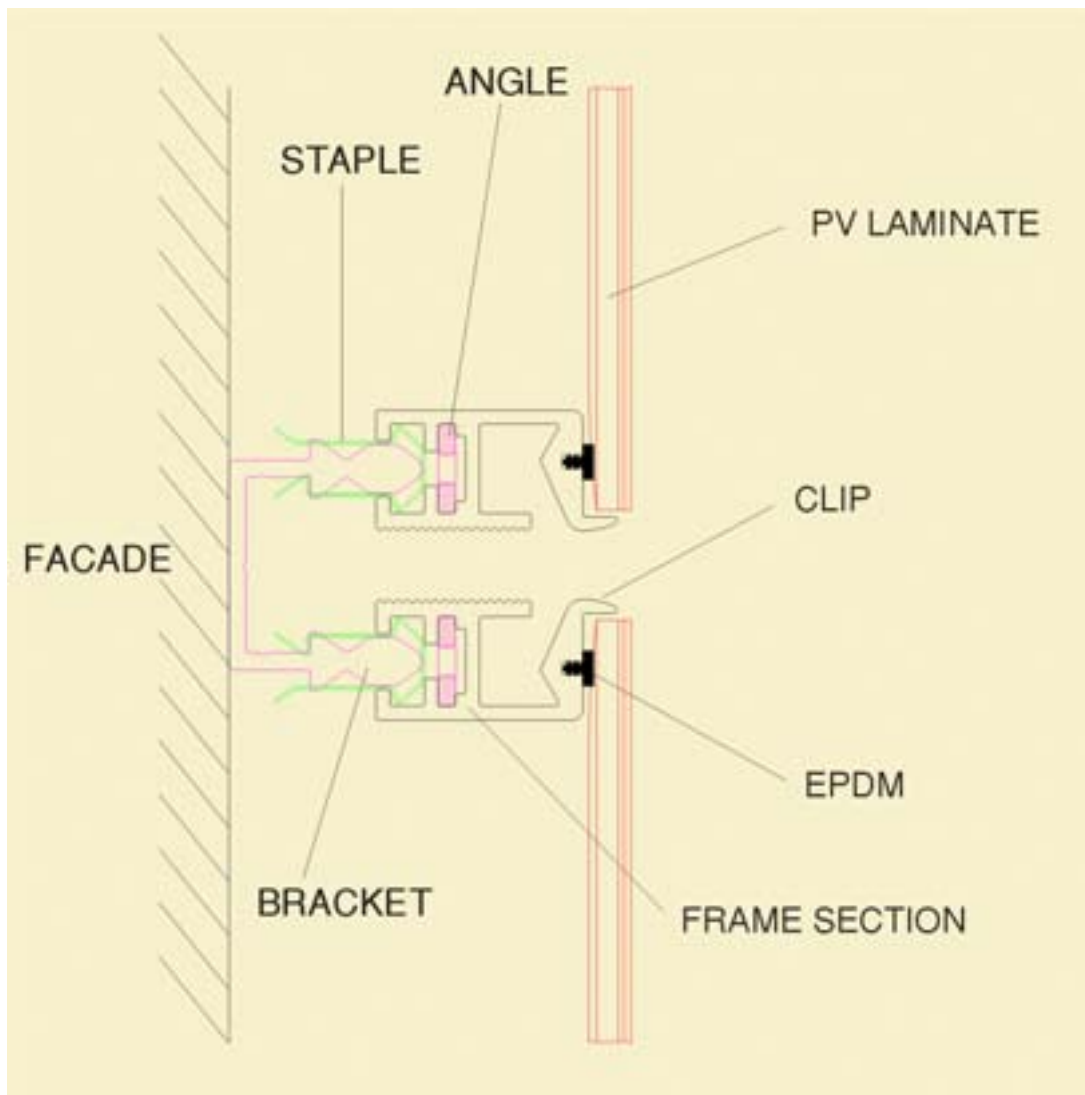


Figure 80 : Détail SOLFACE

5.1.28 STAND N° 28 : SOLGREEN II (nouveau)



Figure 81 : SOLGREEN II

EXPOSANT	SOLSTIS, SCHWEIZER, ENECOLO, EPFL
INTEGRATION ARCHITECTURALE	Système de montage pour toitures végétalisées
INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	9 modules PP 585
PUISSANCE, VOLTAGE	765 W
INSTALLATION	2001
DESCRIPTION	

Cette nouvelle version du produit SOLGREEN (déjà présenté dans une première version au DEMOSITE, stand n° 23) a été développée par une équipe pluridisciplinaire composée de deux firmes d'ingénieurs consultants : ENECOLO AG et SOLSTIS Sàrl, d'un fabricant d'éléments métalliques pour la construction : SCHWEIZER AG et du LESO-PB comme centre de compétence universitaire.

Dans le but d'optimiser les coûts des installations PV sur toiture végétale, des matériaux standards du marché de la construction ont été utilisés. Des plaques de protection des ouvrages enterrés en polyéthylène sont recyclées et sont montées sur le toit et maintenues entre elles grâce à des rivets et pièces spécialement découpés. Ces supports verticaux servent de pièces d'appui à des rails métalliques en inox plié accueillant les modules photovoltaïques. Une fois que les panneaux en PE et les modules PV sont

montés, le gravier et la terre pauvre en éléments nutritifs sont placés comme lest ; il ne reste plus qu'à semer ou planter les végétaux composant la toiture plate.

La troisième rangée de panneaux de ce stand a été installée sur une variante, esthétiquement plus légère. Les supports verticaux ont été remplacés par des profilés recourbés en inox.



Figure 82 : SOLGREEN II détail

COMMENTAIRES

SOLGREEN II est situé juste à côté du premier stand SOLGREEN construit. Le premier est aujourd'hui totalement végétalisé, a une structure porteuse ponctuelle en inox. Le second ne laisse voir que de la terre et a une structure porteuse linéaire en plastique ! Il va de soi que la comparaison entre les deux systèmes ne permet pas à SOLGREEN II de se montrer à son avantage ! Pourtant, ce produit possède des qualités indéniables : coût faible, longévité et robustesse.

5.1.29 STAND N° 29 : FREESTYLE (nouveau)



Figure 83 : FREESTYLE

EXPOSANT

Granit systems SA

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Intégration sur tous types de toiture en végétalisées pente : cintrée, plane, ondulante.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

14 modules Uni-Solar PVL 64

PUISSANCE, VOLTAGE

64 W, 17V

INSTALLATION

2001

DESCRIPTION

FREE STYLE est un produit novateur développé par la société GRANIT S.A., entreprise lausannoise spécialisée dans les énergies renouvelables et actionnaire-proprétaire entre autres de la société ENERGIE SOLAIRE S.A. – fabricant de capteurs solaires thermiques.

L'idée de base fondatrice de la conception de ce produit était de mettre en valeur les qualités intrinsèques des nouvelles cellules PV du fabricant UNISOLAR : souplesse, légèreté et minceur.

Sur une structure métallique formée de poutrelles en forme de vagues, des profilés aluminium spéciaux sont fixés ; ils servent de profilés d'accueil pour pincer les panneaux photovoltaïques. Ceux-ci sont composés de cellules

amorphes trois couches métal/Tefzel de 5,80 mètres de longueur. Ces cellules sont collées sur des tôles galvalum de 0.75 mm d'épaisseur formant le premier maintien structurel. Ces tôles sont renforcées, côté intérieur, par des profilés inox rectangulaires disposés horizontalement tous les 70 cm environ.



Figure 84 : FREESTYLE

COMMENTAIRES

L'aspect final de ce stand, léger et aérien, est totalement réussi. De nombreux visiteurs sont enthousiasmés par les possibilités qu'exposent ce pavillon : forme libre et cintrée sont aujourd'hui possibles avec des cellules photovoltaïques.

En revanche, de loin, l'aspect bicolore des panneaux PV n'est pas convainquant : en effet, les bords des cellules ont une couche de déposition de couleur rouge bordeaux, le centre étant marron. Il en résulte un aspect disgracieux, caractérisé par deux couleurs placées côte à côte sans limite précise.

La préparation des modules photovoltaïques (collage des cellules sur les plaques en acier) est longue, fastidieuse et nécessite une grande méticulosité de la part des monteurs.

5.1.30 STAND N° 30 : KAWNEER (nouveau)



Figure 85 : KAWNEER

EXPOSANT

KAWNEER

INTEGRATION ARCHITECTURALE

Façade métallique avec intégration de
panneaux PV amorphe en allège, brise-
Soleil préfabriqués en aluminium

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

6 modules BP amorphe (allège)
6 modules BP solarex (brise-soleil)

PUISSANCE, VOLTAGE

43 W, 70 V (allège)
12W, 17V (brise-soleil)

ONDULEUR

Sunny Boy 800

INSTALLATION

2001

DESCRIPTION

La multinationale de profilé métallique KAWNEER a conçu cette façade photovoltaïque autour de deux types de produit :

- **Un brise-soleil** préfabriqué en usine ; les modules PV standards sont intégrés dans la peau de chacun des 3 profilés placés les uns derrière les autres. En fonction de la position des bras de soutien, les brise-soleil apportent plus ou moins d'ombre à l'intérieur du bâtiment(2 positions possibles).
- **Les panneaux d'allèges PV** sont intégrés sous les fenêtres, pris en sandwich dans les profilés standards de façade. L'utilisation de la technologie amorphe apporte l'avantage d'éviter de devoir créer le refroidissement des modules PV ; en revanche cette technologie oblige à utiliser une dimension standard de panneaux : le calepinage des façades (et par conséquent l'architecture) est conditionné par cette donnée. Sur le stand, les modules en allège sont placés deux par deux et reliés en leur centre par un joint silicone.

Tous les câblages électriques des panneaux ainsi que les connexions sont intégrés à la structure

COMMENTAIRES

Ce stand présente un système constructif industriel très convaincant. En effet, l'intégration des panneaux PV standards se fait naturellement dans des éléments de construction existants, fiables et éprouvés.

L'aspect monocolore des panneaux PV améliore l'aspect visuel global ; le photovoltaïque se faisant oublier...

En revanche, quelques commentaires négatifs nous sont parvenus concernant la dimension unique des panneaux et des brise-soleil. Les architectes, manifestement, veulent plus de liberté !

5.2 Mesures et résultats

5.2.1 Généralités

Comme prévu à l'origine du projet, la mesure a pour but principal de mettre les systèmes en situation réelle et de contrôler leur bon fonctionnement.

S'agissant souvent d'éléments nouveaux ou de prototypes, un contrôle permanent permet de vérifier leur degré de fiabilité et de résistance aux éléments naturels. Ce contrôle permet également de constater rapidement des dégâts dus, par exemple, à des cas de vandalisme (deux cas de vol et démolition et deux cas de barbouillage par graffiti ont été enregistrés sur 8 ans d'exploitation).

Pour plusieurs fabricants, la présence à DEMOSITE a été l'occasion de demander des mesures spéciales: courbes courant-tension (I-V), sensibilité à la température, gains dus à des éléments réfléchissants intégrés à la structure d'une façade, efficacité des modules sur le long terme pour le contrôle qualité.

L'utilisation de différents modèles d'onduleurs a également permis de se faire une idée des particularités propres à chacun et éventuellement de conseiller des utilisateurs en fonction de leurs besoins spécifiques.

Enfin il faut préciser que, bien que les mesures effectuées au DEMOSITE soient fiables et de bonne précision, elles ne peuvent pas être utilisées pour établir un quelconque "classement" des installations présentées, et cela pour deux raisons principales:

- le but même de DEMOSITE est la démonstration d'éléments de construction photovoltaïques, et si les caractéristiques photovoltaïques sont mesurables, les qualités constructives, architecturales et esthétiques ne le sont pas et doivent être appréciées,
- chaque pavillon représente un cas unique, avec notamment des différences dans la taille des modules, leur orientation, leur câblage, l'onduleur utilisé et leur environnement proche (albédo variable: voitures, herbe ou asphalte).

5.2.2 Grandeurs mesurées

D'une part, des grandeurs utiles à tout le site sont recueillies sur le toit plat DEMOSITE II (voir. fig 7). Il s'agit de:

- la température de l'air;
- l'ensoleillement global horizontal;
- la puissance totale injectée dans le réseau.

D'autre part, chacun des systèmes fait l'objet des mesures suivantes:

- ensoleillement incident;
- température des modules (Pt 100 collée à l'arrière d'un des modules);
- courant continu à la sortie du champ (sonde à effet Hall, calibrée sur place);
- tension continue à la sortie du champ (sonde à effet Hall, calibrée sur place);

Ces grandeurs sont échantillonnées toutes les 10 secondes. Des moyennes sur 10 minutes sont enregistrées. Certaines valeurs extrêmes sont également enregistrées (température, puissances). Un bilan journalier est fait dans le datalogger même. Ces résultats sont stockés dans le datalogger et sont relevés périodiquement par le serveur (voir chap. 4.3.2).

5.2.3 Formes des résultats

Les résultats sont analysés sur des périodes mensuelles. Les résultats principaux sont résumés dans une fiche mensuelle. Cette dernière permet en un coup d'oeil de se rendre compte si le stand fonctionne sans problème grâce à son graphique clé: la corrélation puissance DC-ensoleillement. Les totaux mensuels permettent de suivre les performances des stands d'un mois à l'autre. Des exemples de fiches de mesures pour différents stands sont donnés en annexe 2.

5.2.4 Mesures particulières

Sur le DEMOSITE, il y a deux stands utilisant la technologie au silicium amorphe: Uni-Solar et EPV, anciennement APS. Le stand Uni-Solar fait appel à la technologie dite tandem, donc équipée de cellules à double jonction. La technologie d'Uni-Solar est maintenant disponible avec des cellules triples dont l'efficacité nominale passe ainsi de 6.5% à 8.0%. Le stand Uni-Solar actuel a été installé en 1995.

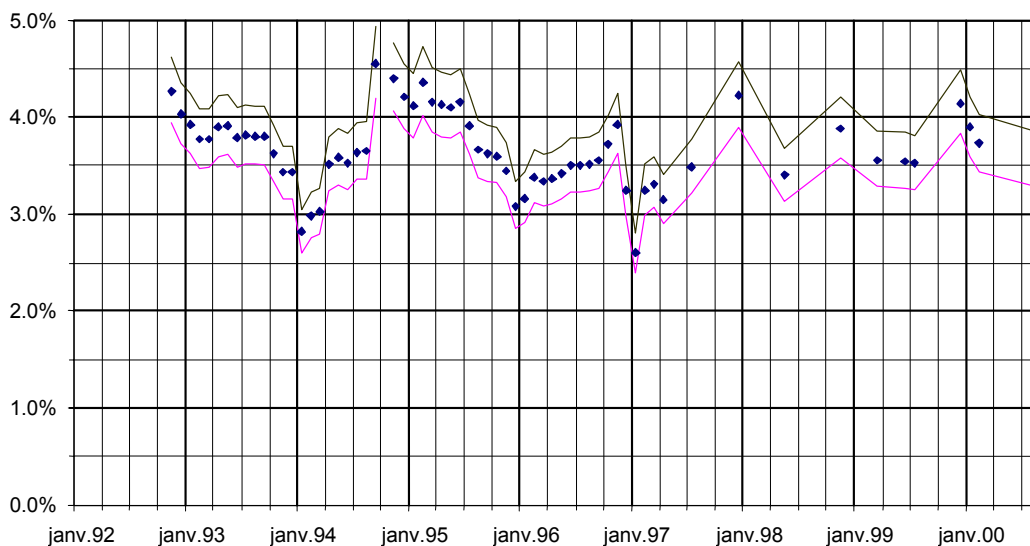


Figure 86: Efficacité mensuelle du stand EPV

Nous trouvons intéressant de présenter les résultats obtenus sur l'autre stand au silicium amorphe, le stand EPV (Fig. 81). Les cellules sont ici à simple jonction et l'efficacité nominale est donc de 4.1%.

Le DEMOSITE permet de faire un suivi sur le long terme. Pour la technologie amorphe dont la confiance auprès du public doit être améliorée, ces résultats sont tout à fait éloquentes: sur une période de 7 ans, aucune baisse globale de l'efficacité n'est à signaler. L'effet de variation saisonnière dû à l'effet Staebler-Wronski mis en évidence par le LEE (TISO) au Tessin est ici très marqué: l'efficacité descend aux alentours de 3% à la fin de la période froide et remonte

à 4.2% à la fin de la période chaude. Remarque importante: ces efficacités sont calculées sur la base de la puissance d'entrée de l'onduleur. Ceci signifie qu'il y a probablement une détérioration du rendement due au fait que l'onduleur ne fonctionne pas aux régimes de très faible ensoleillement (effet de seuil).

5.2.5 Mesures thermographiques

Le Demosite a fait l'objet de mesures thermographiques. Mandaté par le Département du Territoire du Canton du Tessin et l'OFEN, le TISO a fait une série de prises de vues à la caméra thermographique {1}.

L'intervention a eu lieu un jour ensoleillé (le 10 septembre 1996) afin de disposer d'écart de température maximaux. Le but de ces mesures (effectuées successivement sur 12 stands du Demosite et l'installation pilote du LRE) étaient :

- de détecter la présence éventuelle de "hot spots" (points chauds);
- de mesurer l'inhomogénéité du champ;
- de détecter d'éventuels dysfonctionnements
- de mettre en évidence les profils de températures pour chacun des types de systèmes.

Les mesures, effectuées à une distance comprise entre 1 et 7 m., ont été effectuées au moyen d'une caméra thermographique AGEMA Thermovision 460. Les images sont enregistrées sur des disquettes 3,5" et sont ensuite traitées au moyen du programme Irwin 2.0.

Les données météorologiques ont été fournies par le LESO grâce à la station météorologique du Demosite et de plusieurs sondes de température collées à l'arrière des modules de chaque stand.

Ces mesures, ont mis en évidence certaines inhomogénéités du champ électrique de quelques stands :

- stand n° 1 SCHWEIZER : la partie inférieure est légèrement plus chaude. Ce phénomène est dû à la réflexion du brise-soleil en acier inoxydable;
- stand n° 2 PHOTOWATT : la partie inférieure du champ photovoltaïque est plus chaude. Ceci provient vraisemblablement d'une meilleure convection sur les modules supérieurs;

{1} "Rilevamenti termografici presso l'impianto fotovoltaico Demosite (VD), centro di dimostrazione per PV, Ing. Veronese Luca, TISO, Centrale di collaudo per componenti fotovoltaiche, c/o Scuola d'Ingegneria STS, 6952 Canobbio.

- stand n° 3 APS : grande différence de température entre la structure métallique et les modules photovoltaïques;
 - stand n° 4 NEWTECH : les modules présentent un échauffement plus marqué sur leur partie supérieure; ceci est accentué sur la rangée supérieure de modules;
 - stand n° 7 UNI-SOLAR : présence de bandes verticales plus chaudes dues aux tôles pliées de recouvrement.

Les autres stands mesurés présentent une distribution uniforme de température, à l'exemple des stands n° 5 (Elektrowatt) et n° 9 (IT Power).

Les conclusions de cette étude thermographique menée par le TISO stipulent qu'aucun problème, dysfonctionnement ou point chaud particulier n'a été mis en évidence. Seul les inhomogénéités citées ci-dessus ont été rencontrées.

TERMOGRAFIA PRESSO IL DEMOSITE

Foto n°: DemoSite.30
 Data : 10 settembre 1996
 Ora : 13:00:20
 Operatore: Veronese Luca
 Termografia: Stand 1

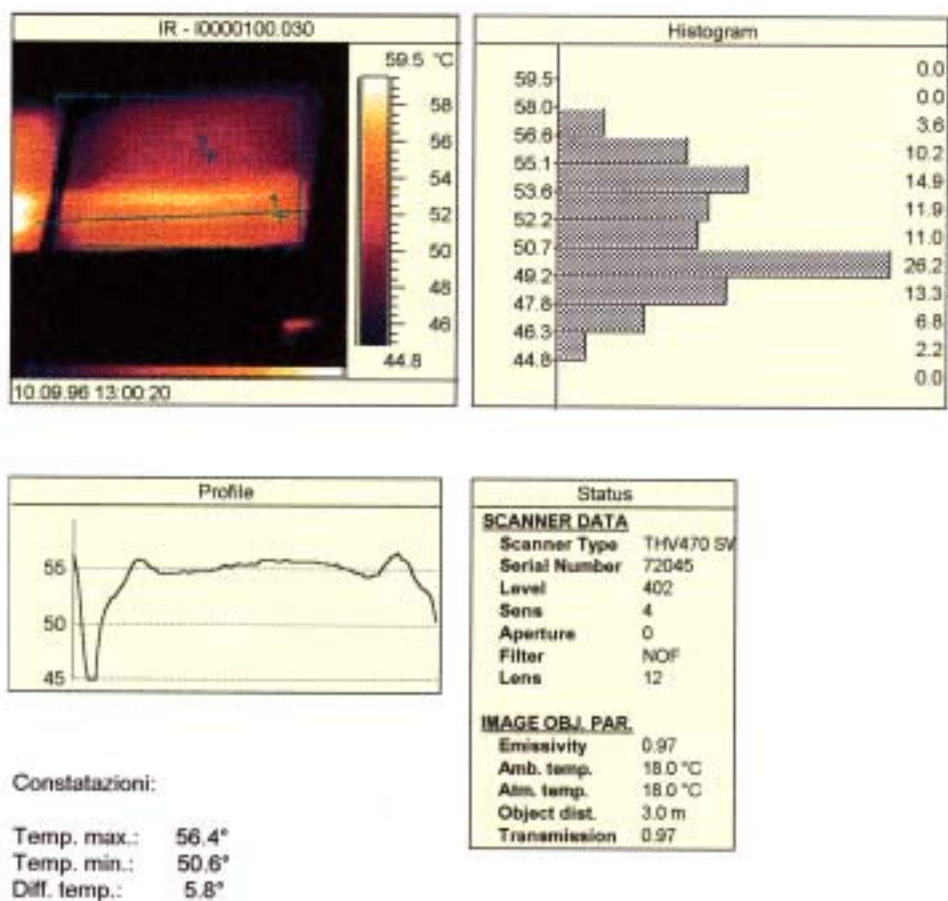


Figure 87 : Exemple de fiche de résultats : mesures thermographiques sur le stand n° 1 "Schweizer AG".

6. Diffusion de l'information

Une large diffusion de l'information est un élément clé du projet étant donné que DEMOSITE a été réalisé dans ce but.

Cette diffusion se fait au travers de 4 voies complémentaires :

- des publications;
- un site WEB ;
- des présentations;
- des visites.

6.1 Publications sur support papier

Les publications relatives au projet DEMOSITE sont de diverses natures selon le public visé. On distinguera :

- *Les présentations des pavillons* formant un dossier DEMOSITE. Depuis 1998, un nouveau concept graphique permet de faire partager au mieux l'information. Sur un côté d'une page A4 couleur, (les fiches sont disponibles au chapitre 10) une présentation synthétique de l'exposant, de son système et de ses possibilités. Au verso une présentation technique permet de visualiser le système :
 - à DEMOSITE
 - dans un projet réalisé,
 - au niveau du détail de construction,
 - du point de vue du montage.
- *Les articles techniques.* Dans plusieurs revues spécialisées en Suisse et à l'étranger, nous avons rédigé ou collaboré à la rédaction d'articles présentant le DEMOSITE ; ces articles de fond permettent aux lecteurs d'appréhender les problèmes liés à l'intégration dans la construction d'éléments photovoltaïques dans le bâtiment.
- *Les articles grands publics.* Suite à des rencontres avec des journalistes où à des communiqués de presse, un nombre conséquent d'articles sont apparus dans la presse généraliste. Ces articles ont permis de sensibiliser le grand public à l'énergie photovoltaïque et à son acceptation dans le domaine bâti.
- *Les articles et posters publiés* dans le cadre de conférences nationales et internationales. (voir chap. 6.2 et chap. 10).

C'est certainement grâce à cette large palette de médias utilisés depuis bientôt une dizaine d'années que le DEMOSITE est connu de l'ensemble des personnes actives dans le domaine de l'intégration architecturale du PV.

Par ailleurs l'utilisation, à des fins publicitaires, par de nombreux exposants de photos de leur stand érigé à DEMOSITE a également contribué à faire connaître le site. En parcourant les dépliants des fabricants de panneaux ou de systèmes de construction, on est étonné du nombre de parution mettant en avant les réalisations présente à DEMOSITE.

6.2 Présentations sur le web

o www.demosite.ch

Une information plus générale concernant le DEMOSITE a été implantée sur un site internet en 1998. Ce site web permet une visite approfondie de DEMOSITE, typologie par typologie, exposant par exposant.

Sur la première page, la navigation retenue permet au visiteur de choisir entre :

- visiter les systèmes présentés à DEMOSITE
- ou visionner des exemples architecturaux intégrant du PV.
- ou apprendre le b.a-ba du photovoltaïque intégré.



Figure 88: Page d'accueil du site [demosite.ch](http://www.demosite.ch)

En cliquant sur l'option *DEMOSITE*, le visiteur a le choix entre les différents types d'élément qu'il désire visionner, à savoir : toit plat, toit incliné ou façade. Dès que l'option est choisie, tous les systèmes PV d'une même typologie s'affichent à l'écran ; l'internaute compare de visu les différents produits et, lorsque son choix est fait, clique sur le produit désiré pour obtenir de plus amples informations. L'information est alors complète et permet au internautes de comprendre jusqu'au détail les différents produits présents à DEMOSITE.



Figure 89 : Exemple de page de présentation de la typologie de produits : toiture en pente



Figure 90 : Page de présentation d'un produit : POWERGUARD

En accédant à l'option *EXEMPLES ARCHITECTURAUX*, trois choix de typologie de bâtiment sont offerts à l'internaute : bâtiments administratifs, bâtiments industriels ou logements.



Figure 91 : Exemples architecturaux :Fairfield plant, Kiss Cathcart Anders Architects

Le type navigation choisie, intuitive et concise, permet à l'internaute de naviguer sans effort et avec un minimum de couches (et donc de temps d'attente) dans l'univers du DEMOSITE. Il accède ainsi au plus vite à l'information.

L'option TUTORIAL permet à l'internaute de se familiariser avec le photovoltaïque. Divisé en 3 sections : fondamentaux, technique et intégration, ce tutorial présente de manière concise l'information minimum que toute personne intéressée par le photovoltaïque devrait connaître.

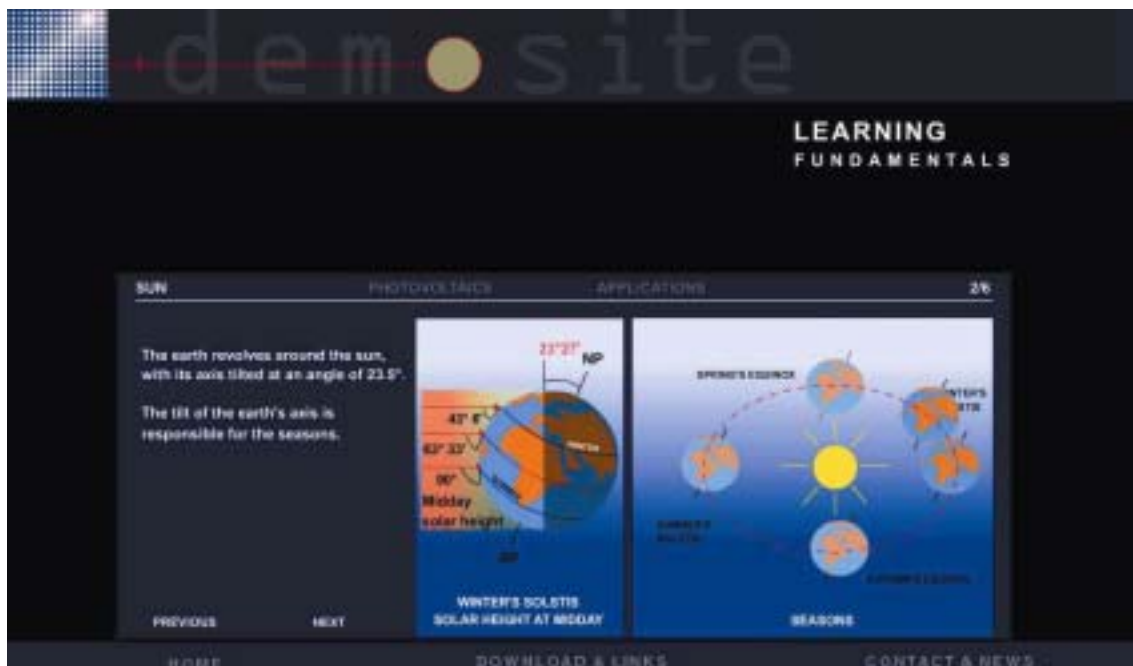


Figure 92 : La troisieme partie du site permet à l'internaute de comprendre l'intégration à la construction du photovoltaïque.

6.3 Présentations à des conférences

Le DEMOSITE a été présenté à plusieurs reprises soit lors de présentations orales, soit sous forme de poster à l'occasion de conférences nationales ou internationales. Parmi les principales, on peut citer:

- SUSTAIN 2001, AIE, Amsterdam, Hollande
- CISBAT 2001, Lausanne, Suisse
- ENSAM, Bastia, avril 2001, France
- 17th EPVSEC, Munich, République d'Allemagne, 2001
- Renewable Energies for the New Millenium, may 2000, sydney
- Symposium photovoltaïque national '00, Neuchâtel
- 16th EPVSEC, Glasgow, United Kingdom, 2000
- Symposium photovoltaïque national '99, Zurich
- CISBAT'99, Lausanne, Suisse
- Symposium photovoltaïque national '98, mai 1998, Berne
- 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy, Vienna, Austria, 1998
- CISBAT'97, Lausanne, Suisse
- 14th EPVSEC, Barcelona, Spain, 1997
- 1st International Solar Electric Building Conference", Boston, USA, 1996
- Meeting PVTEC'95, Tokyo, 1995
- Workshop on the Use of Solar Energy, Tel Aviv, Israel, 1995
- III th, Berlin, Allemagne, 1995;
- 13th EPVSEC, Nice, France, 1995.
- International Workshop on PV in Buildings, Massachussetts, USA, 1994
- 12th EPVSEC, Amsterdam, Hollande, 1994;
- CISBAT'93, Lausanne, Suisse, 1993;
- PVSEC-7, Nagoya, Japon, 1993;
- OTTI 92, Staffelstein, Allemagne, 1992;
- 11th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (EPVSEC), Montreux, Suisse, 1992;
- CISBAT'91, Lausanne, Suisse, 1991;

6.4 Visites sur le site

L'organisation de visites guidées constitue une activité centrale du DEMOSITE, ce sont elles qui permettent de réellement faire "toucher du doigt" au visiteur la réalité de l'intégration architecturale.

Pour le grand public, des visites guidées sont organisées un jour par mois et il est possible d'y participer sans inscription préalable.

Pour les spécialistes, des visites ciblées sont organisées sur demande, elles sont souvent complétées par une visite des autres installations pilotes existantes sur le site (LESO, sheds du GC, toiture du DMX, façade du LRE, sheds du BES), ainsi que par une discussion technique. Dans certains cas ces contacts ont débouché sur une collaboration (étude d'un projet ou réalisation d'un nouveau stand).

Le 16 novembre dernier (2001), l'équipe du DEMOSITE a organisé une Journée d'information à l'intention des Architectes et Maîtres d'Ouvrages intéressés par l'intégration à l'architecture du photovoltaïque. Après avoir présenté les bases (politiques, économiques et techniques) du photovoltaïque en Suisse, plusieurs projets de grandes qualités architecturales ont été présentés ; la visite du DEMOSITE et de quelques installations pilotes a suivi.

De nombreuses associations professionnelles ont également profité de l'existence du DEMOSITE pour organiser une manifestation sur le site (KNS, SIA, SZFF/CSFF, SIA ; PROMES, CERN, JQA(Japan Quality Assurance Organization), ADER, China Photovoltaic Technology Development Centre, AGEDEN ; FVE, Youth Hostels Association, The Japan Electrical Manufacturers Association.

Durant les années 1994-1995, une période d'observation de 22 mois a permis de constater que 90 visites ont été organisées sur demande, avec un total de 813 visiteurs (soit en moyenne 9 personnes par visite).

Les figures 93 et 94 indiquent la provenance de visiteurs, ainsi que leur domaine d'activité.

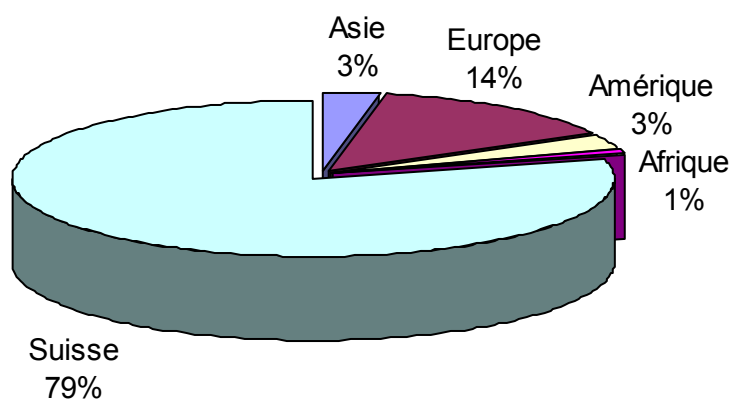


Figure 93 : Provenance des visiteurs du DEMOSITE.

Durant les années 1998-2002, nous avons relevé une plus forte proportion de visiteurs architectes. Ceux-ci viennent s'imprégner de visu des qualités du photovoltaïque.

De même, une forte proportion de visiteurs étrangers a été constatée ; particulièrement des pays bordant la méditerranée : Maroc, France et Italie.

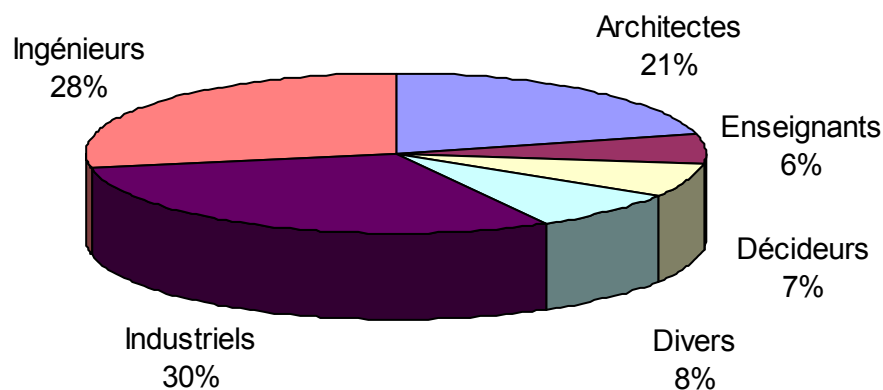


Figure 94 : Domaine d'activité des visiteurs du DEMOSITE.

Les ingénieurs, industriels et architectes constituent la grande majorité des visiteurs. Il n'en est pas de même pour les visites mensuelles (un peu plus de 200 visiteurs à ce jour) où les intéressés viennent de tous les milieux.

Relevons encore que l'intérêt du public n'est pas décroissant. Aucune baisse sensible de la fréquentation n'a été observée depuis l'ouverture du DEMOSITE.

En plus des visites guidées, il ne faut pas oublier les visiteurs qui ne prennent pas contact avec le LESO (passants, utilisateurs des parkings, visiteurs de l'Ecole). Même si ces visites ne sont pas comptabilisées, nous pouvons donc penser que le DEMOSITE a une influence sur ce public.

En 1996, l'équipe du DEMOSITE a été contactée par la cité des Sciences et de l'Industrie (La Vilette, Paris), afin de contribuer à une animation faisant appel à de la très haute technologie en matière de télécommunications : la visiophonie (téléphonie avec image). En effet, à l'occasion de ces 10 ans, le fameux pôle technologique a monté une opération intitulée : "La Vilette 10 jours en réseau". L'objectif était de permettre à des groupes provenant de différentes régions de débattre à distance de nombreux thèmes choisis tout en permettant de mettre en oeuvre une technologie d'avant-garde. Un de ces thèmes était l'énergie solaire dans l'habitat. A cette occasion, différentes organisations ont été contactées; pour le thème de l'intégration architecturale du photovoltaïque, le LESO-PB à l'EPFL, a présenté le Demosite.

Pour permettre d'assurer cette manifestation, un contact a été établi avec le Service Audi-Visuel (SAVE) et avec le Service de Presse (SP) de l'EPFL. Ce dernier a couvert l'événement et a envoyé un communiqué de presse. Pour assurer la mise sur pied de trois jours d'émission, le Demosite a fait appel aux moyens techniques suivants :

- une caméra professionnelle, des micros, des moniteurs vidéo;

- une station complète de vidéoconférence
- trois lignes téléphoniques numériques (vitesse de transmission 384 kb/s)
- une régie permettant le choix de différentes sources d'images : caméra sur un des stands du Demosite, lecteur vidéo, projecteur de diapositives.



Figure 95 : le régisseur contrôle la qualité des images transmises en direct à Paris.

Trois émissions ont été faites les 22, 23 et 24 mai 1996. Le thème traité était "la maison solaire", le public était à la Cité des Sciences et de l'industrie à Paris et pouvait poser des questions aux différents experts qui se trouvaient respectivement à Paris, en Bretagne et à l'EPFL. Les émissions ont duré entre 1 h et 1h30.

7. Discussion

7.1 Remarques générales

Il est évidemment difficile de résumer en quelques lignes les commentaires et réflexions exprimés par les très nombreux visiteurs qui ont parcouru le DEMOSITE. Certaines tendances sont toutefois claires, et nous pouvons les décrire par groupes professionnels comme suit :

a) Architectes

Selon les goûts, les avis sont partagés; cependant, au premier abord la majorité des architectes juge les pavillons un peu petits pour un effet démonstratif convaincant ("ce n'est pas une construction, c'est un abri").

Au cours de la visite cette première impression disparaît toutefois très vite pour faire place à de l'intérêt, voire de l'enthousiasme devant les solutions proposées, leur originalité et la qualité architecturale de certains systèmes.

Par ailleurs, des solutions esthétiquement convaincantes ont souvent suggéré de nouvelles mises en oeuvre de projets importants. Par exemple, le stand Photowatt a permis à l'architecte du bâtiment d'entraînement des FA 18 (Payerne) de visualiser l'aspect de son projet en une surface de modules polycrallins absolument plane et dégagée de tout profil saillant.

De plus, lors des visites guidées, les discussions permettent de lever les appréhensions d'ordre technique et les diverses possibilités sont de suite visualisées sur les différents pavillons.

b) Exposants

Tous les exposants considèrent que le DEMOSITE constitue un élément important pour la promotion de leurs produits. Souvent, une vue de leur stand à DEMOSITE figure dans leur prospectus, ou a été utilisée comme illustration dans un stand lors d'une foire ou d'une exposition.

A maintes reprises des visiteurs se sont annoncés sur la recommandation d'un exposant, et dans plusieurs cas (Photowatt, Uni-Solar, Colt, etc..) l'effet promotionnel est prouvé puisque des discussions autour du DEMOSITE ont conduit à la signature de contrats et à la réalisation d'installations, certaines de grandes importances.

Pour le cas d'USSC, la première participation à DEMOSITE les a sensibilisés à l'intégration architecturale de leur produit, et au vu du résultat, l'entreprise a décidé de développer (entre autres avec le LESO) de nouveaux modules spécifiques s'intégrant totalement à des systèmes de toitures existants.

Dans tous les autres cas la présentation des installations et la distribution de fiches neutres d'information constitue une promotion certaine pour les produits et une incitation pour une plus large utilisation du photovoltaïque intégré à l'architecture.

7.2 Remarques particulières

Pour être convaincant un pavillon doit présenter un **ensemble cohérent** dans lequel l'ensemble des problèmes (structure, fixation, étanchéité, câblage) a été pensé et résolu de manière simple et esthétique.

Ceci est plus ou moins le cas pour les divers stands actuellement installés sur le DEMOSITE.

Les remarques particulières suivantes ressortent des commentaires exprimés par les nombreux visiteurs qui ont parcouru l'exposition.

1. Façade Schweizer

Négatif :

- Les architectes trouvent la solution intéressante mais ils considèrent qu'elle ne leur laisse pas assez de liberté de conception (solution trop clef en main)

Positif :

- Seule façade industrielle intégrale et directement réalisable
- Données chiffrées quant au coût.
- Excellent vieillissement des composants du stand



2. Toit Photowatt (démonté)

Négatif :

- Solution non industrielle
- Durabilité des joints problématique (Lors du démontage de ce stand six années après son construction, nous n'avons pas remarqué de dégradation de qualité du joint au silicone.)
- Echange de modules difficilement réalisable
- Difficulté de mise en oeuvre

Positif :

- Esthétique du module
- Possibilité d'intégration



3. Toit EPV

Négatif :

- Le câblage initial n'était pas étudié (ce point aura été modifié sur suggestion du LESO)

Positif :

- Solution globale particulièrement esthétique
- Structure étudiée dans les détails (à l'exception du câblage électrique)



4. Tuile Newtec

Négatif :

- Le choix des tuiles standards non adaptées à la trame des modules a conduit à couper la dernière rangée de tuiles ! (un tel "détail" va à l'encontre de l'effet démonstratif souhaité)

Positif :

- Au niveau des éléments les détails sont par contre bien résolus
- Bon effet de démonstration notamment grâce à l'ouverture arrière qui permet de voir les détails du câblage (cheminement des câbles, boîtes de connexion) et de la fixation des éléments.



5. Toit et façade EWI (démonté)

Négatif :

- On veut tout montrer sur un même pavillon d'où un effet "patchwork" peu convaincant pour les architectes
- Les détails de fixation de la façade sont mal résolus. Un panneau PV est fendu, dû à la souplesse des profilés aluminium choisis.
- La solution présentée en façade ne plaît pas aux architectes
- Des détails sont mal résolus au niveau de la toiture; le silicone se décolle à plusieurs endroits. Lors du démontage de ce stand, le silicone était totalement décollé entre panneaux ; il n'avait plus aucune fonction d'étanchéité.



Positif :

- Solution intéressante avec des lamifiés (Shingles à la japonaise)
- Plusieurs types d'interfaces sont présentés

6. Pyramides COLT-SOLUTION

Négatif :

- Structure métallique mal étudiée et mal réalisée (déformation, détails bricolés au silicone, rouille). En 8 ans, trois couches de peinture de rénovation on dû être donné sur ce stand !
- Passage des câbles non résolu

Positif :

- Originalité de l'intégration
Esthétique générale (pour autant que l'on ne regarde pas les détails)
- Soulève l'intérêt des architectes et des utilisateurs potentiels
- Illustration convaincante des possibilités en éclairage naturel



7. Toit USSC (démonté)

Négatif :

- Mise en oeuvre relativement longue et difficultés d'aligner les modules.
- Esthétique générale
- Choix des matériaux de toiture

Positif :

- Qualité du module PV, souple, acier, cellule amorphe, TEFZEL



8. Protections solaires COLT (démonté)

Négatif :

- Système mécanique trop complexe (ce système à maintes fois évolué au fur et à mesure des nouveaux projets réalisés par COLT)
- Régulation défailante suite à une mésentente avec le sous-traitant

Positif :

- Idée et aspect du système
- Qualité du module, du système de fixation et de connexion.



9. IT Power

Négatif :

- Aspect et détails constructifs peu convaincant
- Vieillessement du silicone

Positif :

- Mise en oeuvre rapide, simple
- Utilisation de modules PV standard



10. Toit plat SOFREL (démonté)

Négatif :

- Détails mal étudiés (connections, étanchéité)
- Poids de la tôle pliée en acier thermolaqué

Positif :

- Originalité de l'idée, simplicité de la structure
- Concept intéressant à fort potentiel d'application



11. Toit MSK

Négatif :

- Le choix de la trame (le tatami) limite l'emploi de ce système
- Les boudins caoutchouc de finition sont mal étudiés.

Positif :

- Système de toiture clef en main



12. Toiture métallique UNI-SOLAR

Négatif :

- Mise en œuvre longue

Positif :

- Esthétique générale
- Qualité et originalité du module PV (aspect, souplesse, courbure, couleur,...)



13. Toit plat Amax

Négatif :

- Poids des éléments
- Mise en œuvre longue

Positif :

- Adaptabilité du système aux différents panneaux.
- Utilisation de produits manufacturés courants



14. Toit SUNNY TILE

Négatif :

- Aspect plastique peu convaincant
- Ombrage du plastique peint sur les cellules PV

Positif :

- Originalité du concept
- Mise en œuvre
- Esthétique générale de la toiture



15. Toit plat SOLBAC

Négatif :

- Prix du système

Positif :

- Aspect du système, qualité du matériau utilisé
- Robustesse
- Utilisation du lest présent sur la toiture



16. Toit SUNSLATES

Négatif :

- Dimension de modules trop petit par rapport à la taille des cellules.

Positif :

- Intégration, aspect du système
- Système de construction ETERNIT mondialement connu, le PV est totalement intégré à la couverture ETERNIT.
- Qualité du module, du système de fixation et des connexions.



17. Toit plat CONSOLE

Négatif :

- Rigidité du bac plastique peu satisfaisante
- Manque d'adaptation aux différentes dimensions de panneaux

Positif :

- Mise en oeuvre rapide, simple
- Adaptation à la trame
- Utilisation de modules PV standard
- Matériau recyclable.



18. Toit plat SOFREL

Négatif :

- Absence de protection des modules lamifiés dans les angles.
- Poids global du système

Positif :

- Esthétique générale
- Rapidité de montage
- Adaptation aux dimensions de panneaux et à la trame de la toiture.



19. Toit BRAAS

Négatif :

- La couleur des tuiles contraste trop avec le PV.

Positif :

- Toiture PV clef en main, aucune étude d'ingénierie nécessaire
- Qualité esthétique global
- Intégration du PV à un système de couverture connu et éprouvé.



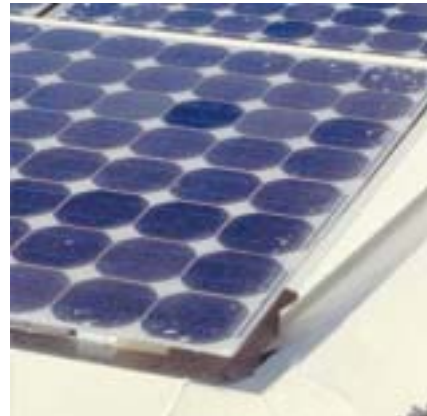
20. Toit plat PowerGuard

Négatif :

- Aspect peu robuste des matériaux de la structure

Positif :

- Originalité du concept intégrant l'isolation
- Mise en œuvre rapide
- Poids en toiture



20. Toit SOLRIF

Négatif :

- Cadre supplémentaire à fournir et à adapter par un ferblantier
- Aspect visuel quelconque et sans respect de la trame des tuiles

Positif :

- Mise en oeuvre rapide, simple
- Adaptation aux dimensions standards de panneaux PV
- Etanchéité garantie de la toiture



22. Toit SHELL SOLAR (démonté)

Négatif :

- Intégration inexistante
- Choix du cadre et des couleurs.

Positif :

- Rapidité de montage
- Mode de financement



23. Toit plat SOLGREEN I

Négatif :

- Prix trop élevé

Positif :

- Système de toiture clef en main
- Utilisation de la terre comme lest
- Tous types de panneaux PV utilisables
- Qualité esthétique global
- Intégration panneaux PV sur des toitures vertes.



24. Toit plat SOLMAX

Négatif :

- Finition des bords de plastique laissant à désirer
- Hauteur totale de l'installation trop importante

Positif :

- Originalité du concept (rigidité par triangulation)
- Mise en œuvre très rapide
- Economie de matière et de coût
- Recyclage du matériau



25. Toit PILSIM

Négatif :

- Difficulté d'alignement des modules
- Prix très élevé

Positif :

- Qualité esthétique globale
- Résolution des détails



26. Façade COLT-SHADOVOLTAIC (nouveau)

Négatif :

- positionnement des panneaux par rapport au soleil aléatoire.

Positif :

- Excellente qualité esthétique
- Mise en œuvre rapide
- Adaptation à la trame des façades



27. Façade SOLFACE (nouveau)

Négatif :

- Néant

Positif :

- Robustesse, respect des normes
- Qualité des fixations, prouvées depuis de longues années sur les façades
- Utilisation de modules PV standard
- Qualité esthétique globale



28. Toit plat SOLGREEN II (nouveau)

Négatif :

- Esthétique peu convaincante

Positif :

- Rapidité de montage
- Prix intéressant



29. Toit FREESTYLE (nouveau)

Négatif :

- Pas d'adaptation à la trame des brises soleils et des modules de façade
- Dimensions standards

Positif :

- Esthétique générale
- Intégration constructive à un system existant.



8. Conclusion

Au vu du succès remporté par le DEMOSITE (originalité, effet de démonstration, nombre de pavillons, nombre de visiteurs), le gouvernement suisse a décidé en 1997 de poursuivre et d'étendre les activités du DEMOSITE dans le cadre du nouveau programme de l'AIE : tâche 7 du programme AIE " Photovoltaic Power Systems" (PVPS) entièrement consacré à l'intégration du photovoltaïque au bâtiment. Dès ce moment, le DEMOSITE est devenu une sous-tâche à part entière.

Le principal avantage du DEMOSITE est aujourd'hui connu : l'exposition en taille réelle d'éléments de construction intégrant du PV sur un même site permet la confrontation et donc la concurrence entre les différents produits. Le nombre de nouveaux exposants, ainsi que la succession de groupes de visiteurs prouvent le grand intérêt suscité par DEMOSITE ; grâce à celui-ci, la sensibilisation au problème de l'intégration du PV à la construction s'est développé et continue de se développer. De nombreux interlocuteurs nous ont confirmé que suite à une visite à DEMOSITE, ils avaient été sensibilisé aux difficultés de l'intégration. Dans leur pratique professionnelle, ils essayaient ensuite de concilier au mieux technique photovoltaïque et respect des règles de construction.

La diffusion de la connaissance acquise à DEMOSITE doit encore s'affirmer. Le site web du DEMOSITE s'enrichit des nouveaux stands construits, ainsi que du tutorial interactif . Un long travail d'élaboration de matériaux totalement intégré au processus de construction reste encore à réaliser.

9. Remerciements

DEMOSITE a été proposé dans le cadre de la tâche 16 du programme « Solar Heating and Cooling Programme » de l'Agence Internationale de l'Energie pour être ensuite repris par la tâche 7 du programme « Photovoltaic Power Systems ». Sa réalisation a nécessité l'appui de l'Office Fédéral de l'Energie ainsi que le soutien de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Nous tenons à remercier plus spécialement :

- MM. Nowak, Wolfer et de Reyff de l'OFEN qui ont appuyé et suivi le déroulement du projet.
- La direction de l'EPFL et l'Office des Constructions Fédérales arrondissement I, qui ont soutenu le projet et ont mis le site à disposition.
- MM. S. Oesch et H. Colomb, ainsi que tout le service d'exploitation de l'EPFL qui ont participé à la réalisation et à l'installation des pavillons.
- L'équipe technique et administrative du LESO qui a collaboré aux diverses étapes du projet.
- Les exposants enfin, sans lesquels le site n'aurait pu exister.

Un merci enfin à toutes les entreprises et personnes qui ont conduit à la réalisation du DEMOSITE.

10. Publications

Conférences

"Bauliche Integration der Photovoltaik", C. Roecker, A. Muller, P. Affolter, Posterbeitrag im Siebten Nationalen Symposium Photovoltaische Solarenergie (OTTI), 18-20. März 1992, Kloster Banz, Staffelstein, Allemagne, 1992

"Architectural PV Integration at the EPFL", Roecker C. & al., Oral presentation at the 11th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 12-16 Oct. 92, Montreux, Suisse

"Le photovoltaïque intégré au bâtiment", C. Roecker, Rencontre EPFL-économie "Soleil et bâtiment", CAST-EPFL, 10.2.93, Lausanne, Suisse

"Intégration du photovoltaïque au bâtiment", A.-N. Muller & al., Proceedings CISBAT'93 (30.9-1.10 93), LESO-PB, EPFL, 1015 LAUSANNE

"Shadovoltaics", Colt International, Solar Energy in Architecture and Urban Planning, 3rd European Conference on Architecture, 17-21 May 1993, Florence, Italy

"The DEMOSITE and architectural integration of photovoltaics at the LESO", C. Roecker and al., PVSEC-7, 7th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya, Japan, November 22-26, 1993

"DEMOSITE and PV Building Integration Program at the LESO", C. Roecker and al., Poster presentation at the 12th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 11-15 April 94, Amsterdam. the Netherlands

Participation at the conference "Mounting Techniques", Boston, USA, Sept. 94

"Nouvelles installations photovoltaïques intégrées au bâtiment, à l'EPFL et à Monthey", J.-B. Gay et al., 8. Schweizerisches Status-Seminar 1994 Energieforschung im Hochbau EMPA-KWH, 15-16 Sept. 1994, Zürich, Schweiz

"Photovoltaic Building Integration at the LESO", C. Roecker & al., Alti del Covegno: energie pinnovabili: architettura & territorio, Internation Solar Energy, Roma 5-7 ottobre 1994

"Shadovoltaic Wings", M. Rusterholz, "Sonne-Energie und Licht in der modernen Architektur", eine Fachtagung mit Atlantis Energie AG, Bomin Solar Holding AG, Solution AG für Solartechnik, 26.10.94

"Nouvelles installations photovoltaïques intégrées au bâtiment, à l'EPFL et à Monthey", J. Bonvin et al., European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings, 24-26 November 1994, Lyon, France

"Innovative Application of Building integrated PV at the EPFL", C. Roecker & al., Proc. of the *th international Workshop on PV in Buildings, Sept. 1994, Cambridge, Massachussets, USA

"Architectural Integration Techniques & Design of PV Systems Integrated into the Buildings", J.-B. Gay, meeting PVTEC'95, Tokyo, March 1995

"Switzerland approach to PV applications", C. Roecker, Workshop on the Use of Solar Energy, Tel Aviv Israel 31.7-3.8 1995

"DEMOSITE, First Results and New Pavilions", P. Affolter and al., Poster presentation at the 13th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 23-27 October 95, Nice, France

"DEMOSITE", 1st International Solar Electric Building Conference", Boston, March 1996

"DEMOSITE in IEA-PVPS Program: Extension and New Flat Roof Area", Ch. Roecker and al., Poster presentation at the 14th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 30 June-4 July 97, Barcelona, Spain

"Demosite & Demosite flat roofs in IEA Task 7 (PVPS) ", C. Roecker and al. Presentation at the 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy in Vienna (A), July 1998.

Roecker C.

New Mounting Systems for PV on buildings

Renewable Energies for the New Millenium, Sydney (Australia); March 2000

Roecker C. ; Affolter P. ; Bonvin J. ; Muller A.

Demosite: International Demonstration Center for Building Elements.

16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition

-Glasgow (UK); May (2000).

Roecker C. ; Affolter P. ; Muller A. ; Schaller F.

DEMOSITE: The Reference for Photovoltaic Building Integrated Technologies

17th European Photovoltaic Solar Energy Conference - Munich Octobre (2001).

Articles et publications diverses

"DEMOSITE, un centre international d'exposition et de démonstration d'éléments photovoltaïques", J.-B. Gay, Communiqué de presse, novembre 1991

"Exposition photovoltaïque", C.Comina, Flash EPFL No 16, 12.11.91

"Energie solaire: des cellules beaucoup plus esthétiques", Simone Collet, Journal de Genève et Gazette de Lausanne, 22.11.91 (daily / 31220 ex.)

"EPFL Parking solaire", T.B., Journal de Genève et Gazette de Lausanne, 23.11.91 (daily / 31220 ex.)

"Le soir au-dessus des parkings ...", Simone Collet, Nouvelle revue hebdomadaire (weekly / 12'000 ex.), 6.12.91

"Un parking démonstratif à l'EPFL - Lausanne", RoL , Schweizer Bauwirtschaft (weekly / 10'900 ex.), 17.1.92

Dossier de presse lors de l'inauguration de DEMOSITE, J.-B.Gay, 6.10.92

"Un mini-salon du soleil", M.J., 24 Heures, 7.10.92

"Visit the DEMOSITE, 11th European PV Solar Energy Conference News, 13.10.92

"Un site international inauguré à Ecublens", R.F., Journal de l'ouest, 22.10.92

"DEMOSITE, un centre international d'exposition et de démonstration d'éléments photovoltaïques", J.-B. Gay, Construction & Energie No 6, Décembre 1992

"Les pavillons de silicium", D. Notter, Systèmes solaires No 82/83, 1992, pp.16-18

"DEMOSITE, un centre international d'exposition et de démonstration d'éléments photovoltaïques ", J.-B. Gay, Energie solaire 5/92, pp. 30-31

DEMONEWS, February 93, published by the Solar Energy Laboratory, EPFL Lausanne, Switzerland, 1993

"Photovoltaische Bauelemente", A. Haller, B. Winkler, Schweizer Ingenieur & Architekt, Heft 8/1993

"Architecture et photovoltaïque: mariage de cœur ou de raison ?", Service de presse et d'information, Communiqué de presse, Lausanne, 12.7.93

"Sur l'eau, en ville ou en plein désert ?", Systèmes solaires No 86/87, M.G., 1993, pp. 22-23

DEMONEWS, November 93, published by the Solar Energy Laboratory, EPFL Lausanne, Switzerland, 1993

"Le charme discret du photovoltaïque", J.-B. Gay et D. Notter, Construction & Energie No 11, Août 1994

DEMONEWS, November 94, published by the Solar Energy Laboratory, EPFL Lausanne, Switzerland, 1994

Publication in Dialogue EPFL-Economie No 8 du CAST (Centre d'Appui Scientifique et Technologique), EPFL, février 1995

"DEMOSITE: stand MSK" in Nikkei, 30.8.95, Japanese daily

DEMONEWS, November 95, published by the Solar Energy Laboratory, EPFL Lausanne, Switzerland, 1995

"Building Integrated Photovoltaics in Europe", Andrew Marnie, AGM of the Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) Scottish Region, 23 April 1996

"Task 16: results of a five year collaboration under the IEA" in SunWorld Vol. 20 No. 1 March 1996, P. Toggweiler

"Solar Architecture" in Understanding Global Issues, 96/3, The Runnings, Cheltenham, England

"DEMOSITE, International Exhibition Centre for PV Integration", P. Affolter & al., European Directory of Sustainable & Energy Efficient Building 1996.

"Photovoltaïque, intégration au bâtiment", énergie extra, 4/97 Août

"Visite de l'ambassadeur du Japon à l'EPFL", Flash EPFL, 29 avril 1997

"L'EPFL guide en visiophonie la construction d'une maison solaire à Paris", E. Pythoud, Journal de Genève et Gaz. de Lausanne", jeudi 23 mai 1996

"Gebäude-Integration von Photovoltaikanlagen" in Schweizer Baublatt Nr. 51, Juni 1998, D. Ruoss, Enecolo AG

"Le solaire actif dans le programme énergie 2000" in Rénovation actuelle No2 mai/août 1998, Eric de Lainsecq.

"Gebäude-integrierte Photovoltaik für Flachdächer" in Schweizer Energiefachbuch 1998, p. 92, Ch. Roecker

Roecker C. ; Affolter P. ; Bonvin J. ; Muller A. ; Schaller F. ; Ould-Henia A.
DEMOSITE: Site de démonstration d'éléments de construction photovoltaïques intégrés au bâtiment (Phase III)
EPFL-Rapport final Ofen ; Novembre (2000).

Roecker C. ; Muller A. ; Ould-Henia A.
DEMOSITE: IEA PV Building Integration Demonstration Site.
PV in Europe from PV Technology to Energy Solutions
Roma; October (2002).

Etudes

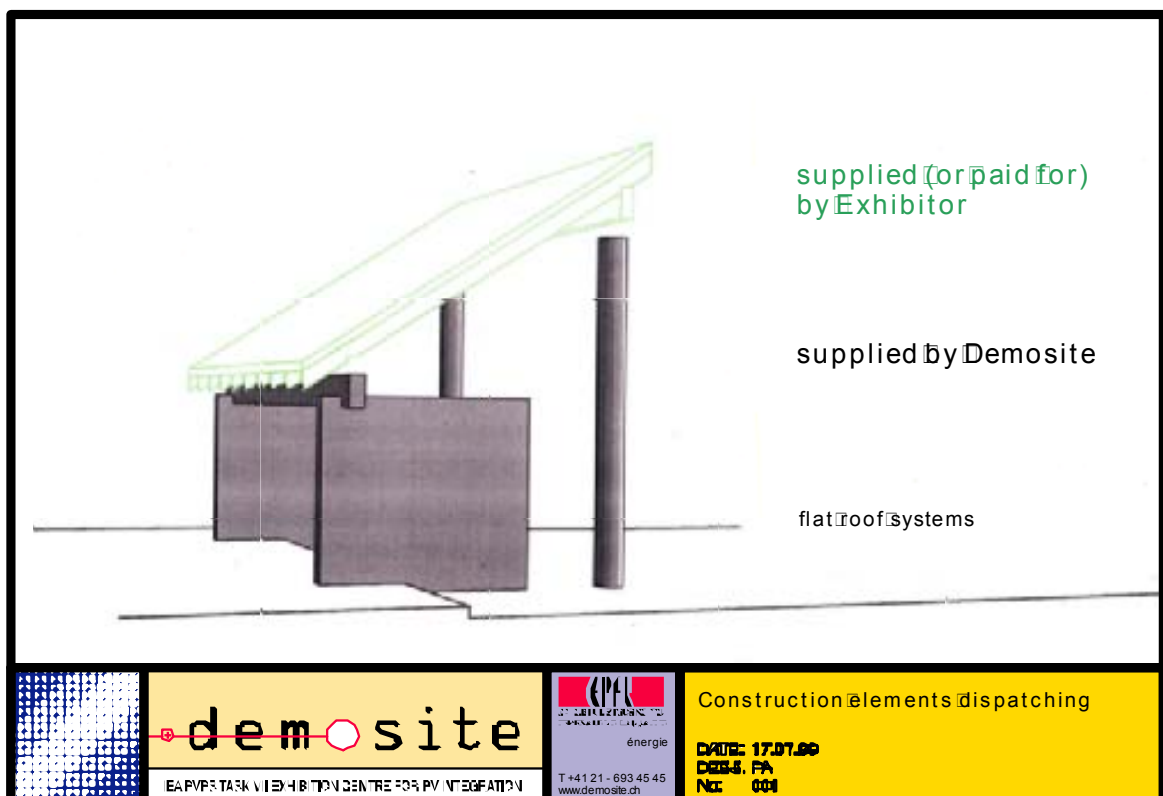
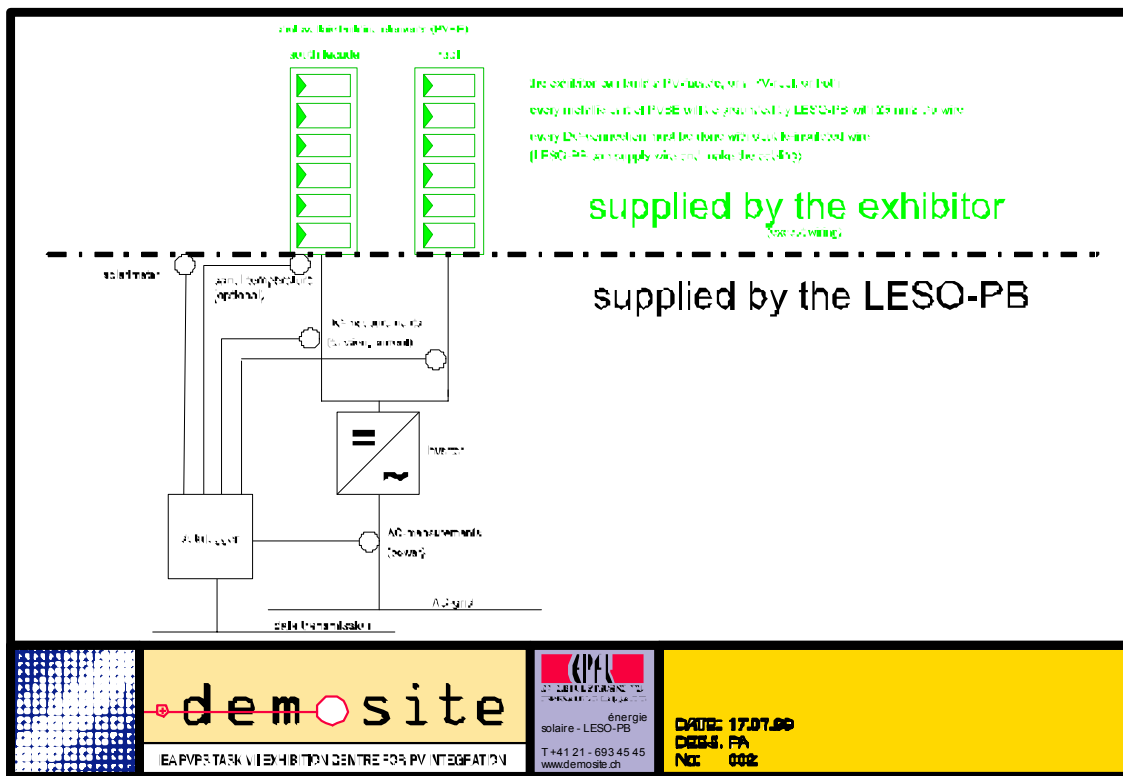
"Demosite", on Demosite's economic performance, M. Eschle, F. Wyss,
Travail de semestre en Gestion et Economie d'Energie, Ecole des HEC,
Université de Lausanne, May 1996

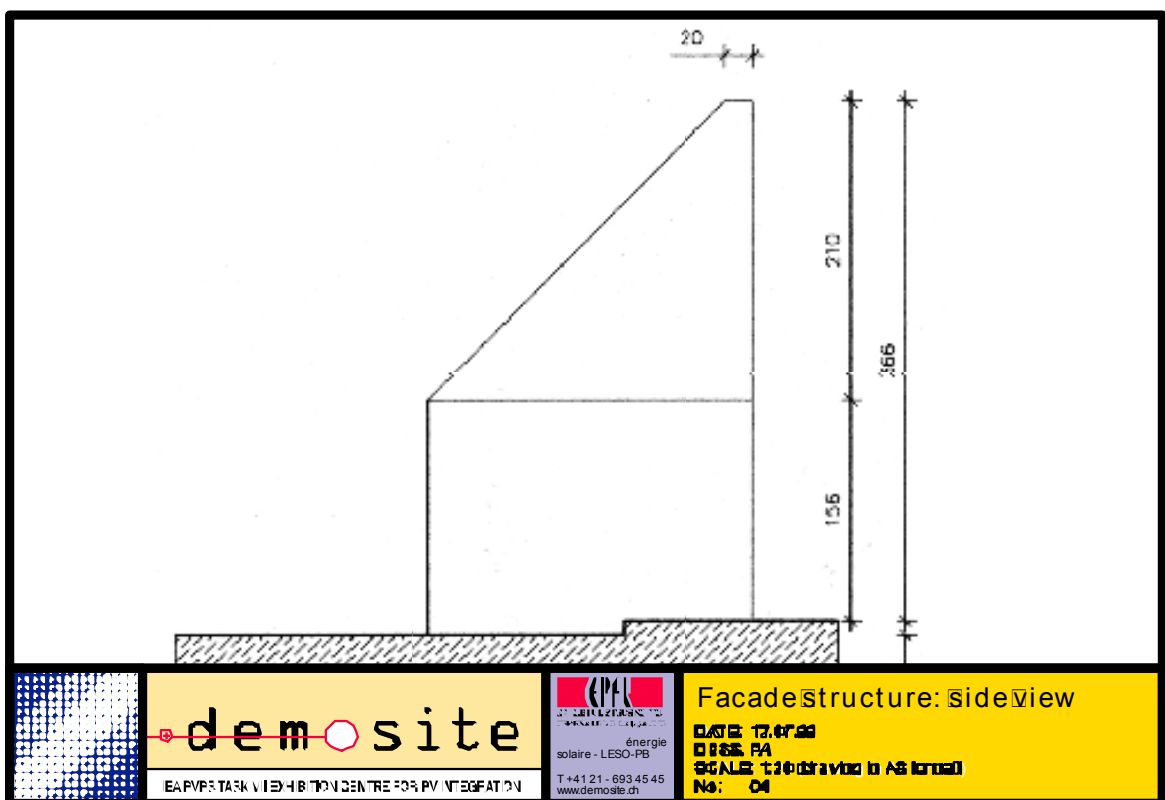
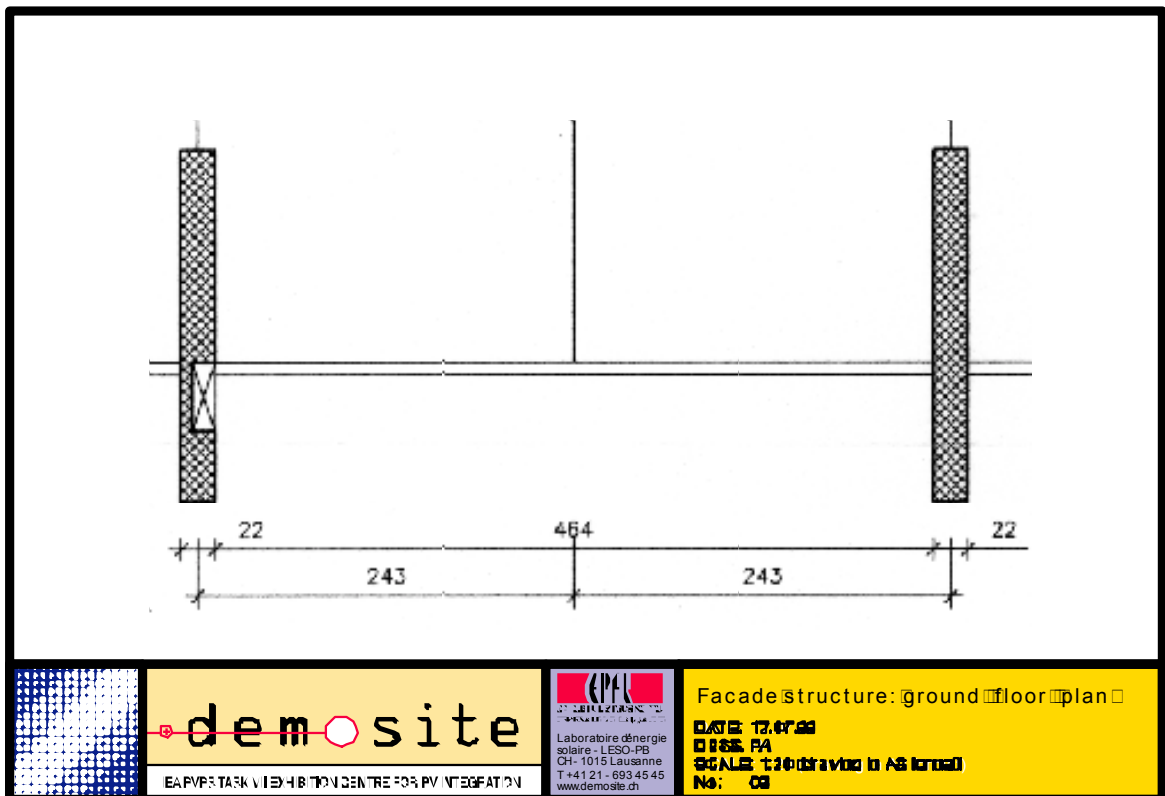
"Rilevamenti Termografici Presso l'Impianto Fotovoltaico Demosite, Centro di Dimostrazione per PV", ing. V. Luca, Dip. Del Territorio del Cantone Ticino, Sezione Protezione Aria e Acqua, TISO, Canobbio, nov. 1996

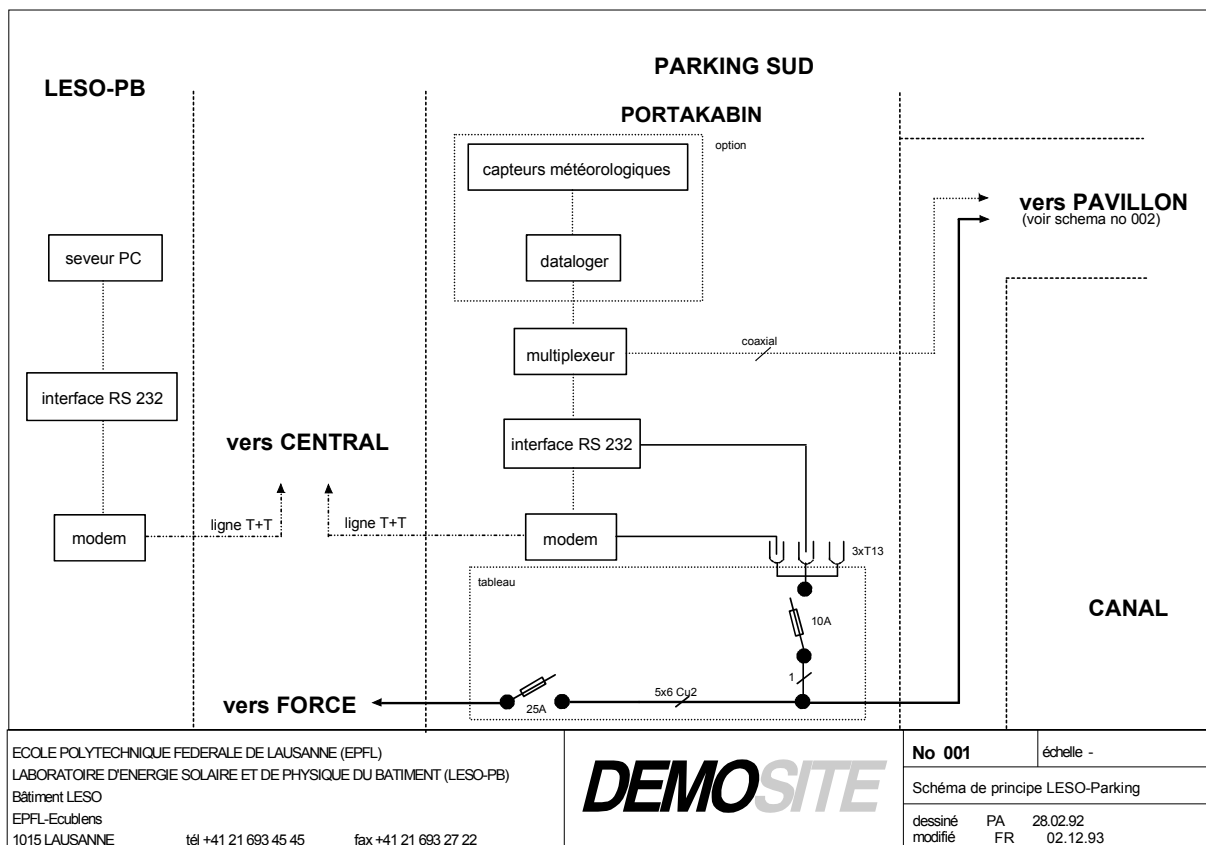
11. Annexes

11.1 Schémas (de principe, d'implantation, électriques)

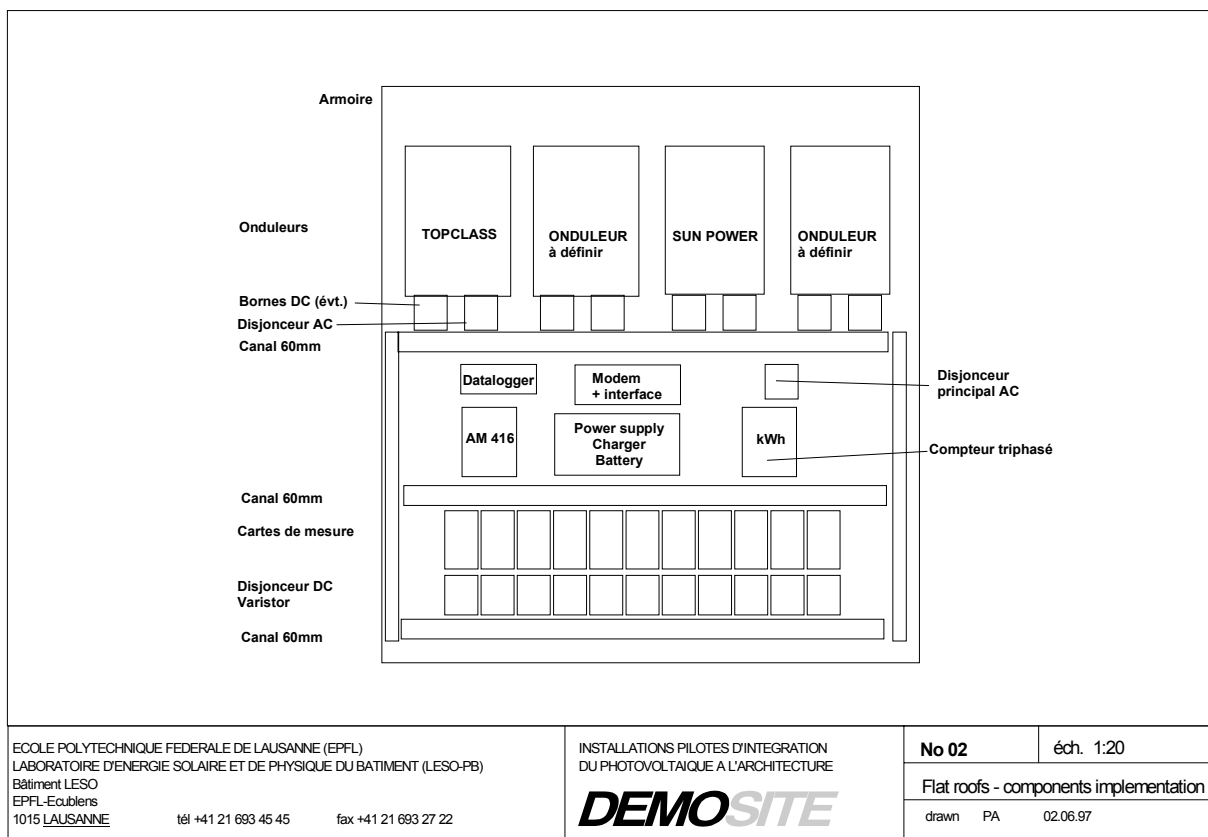
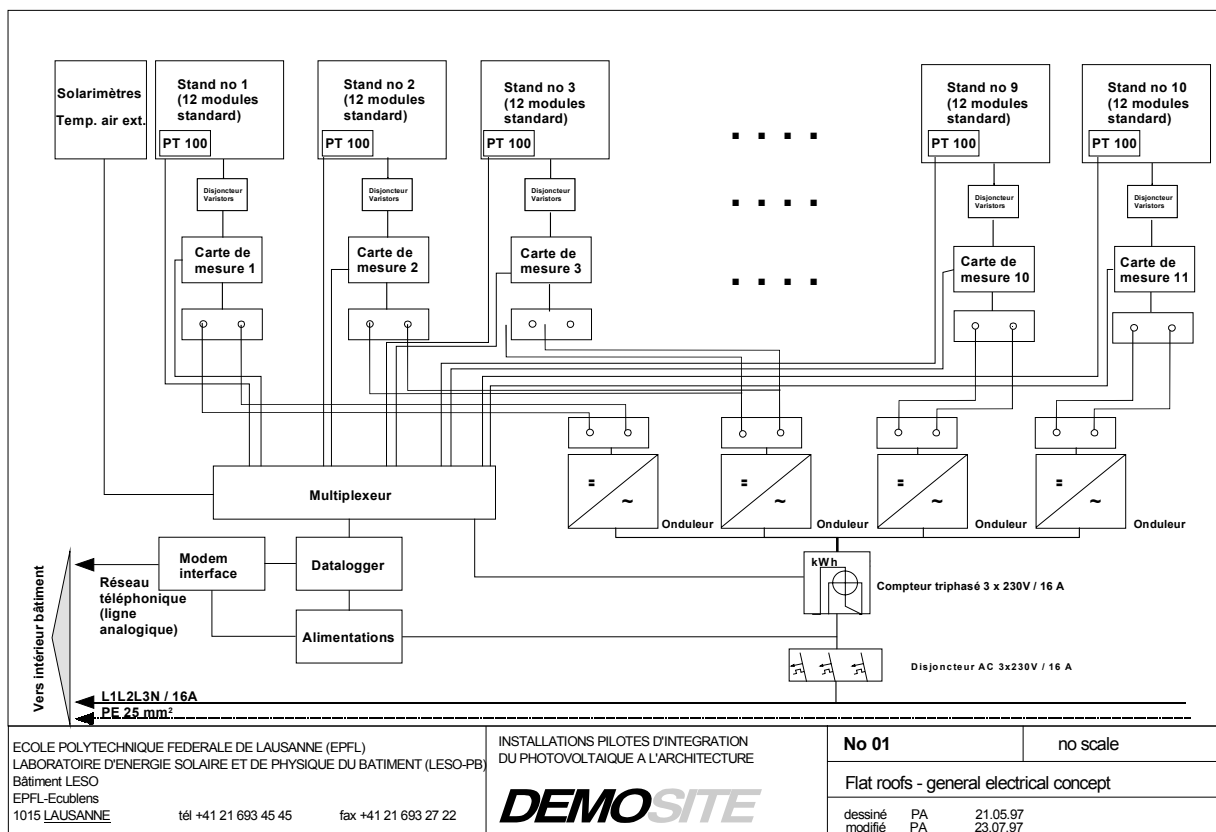
Schémas électriques Demosite 1

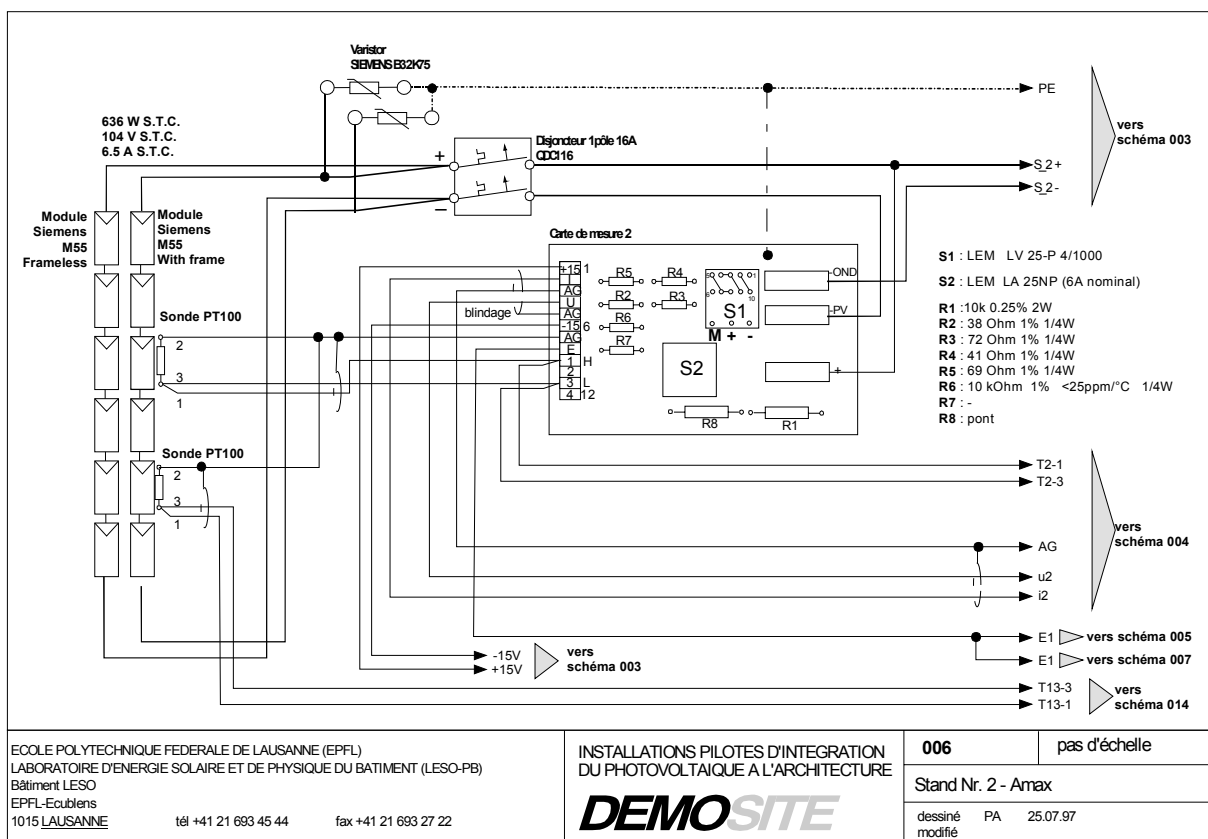
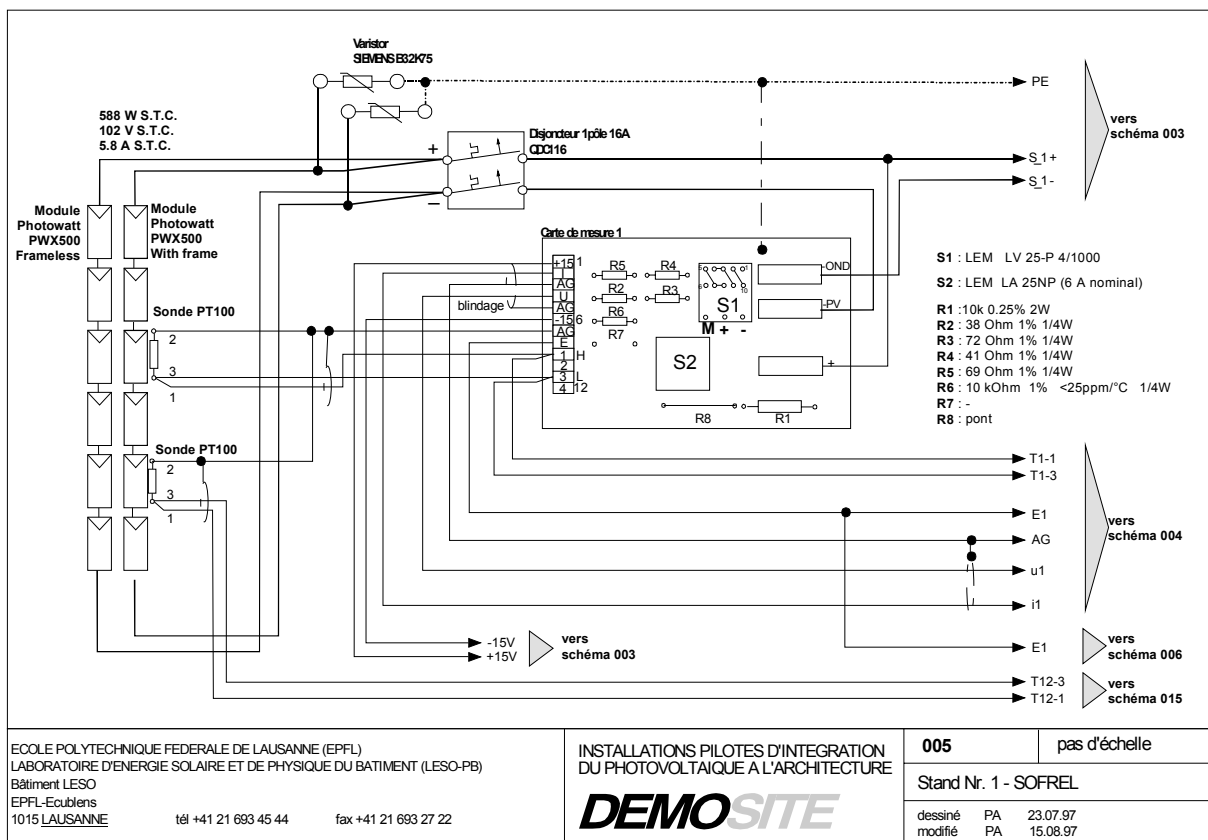






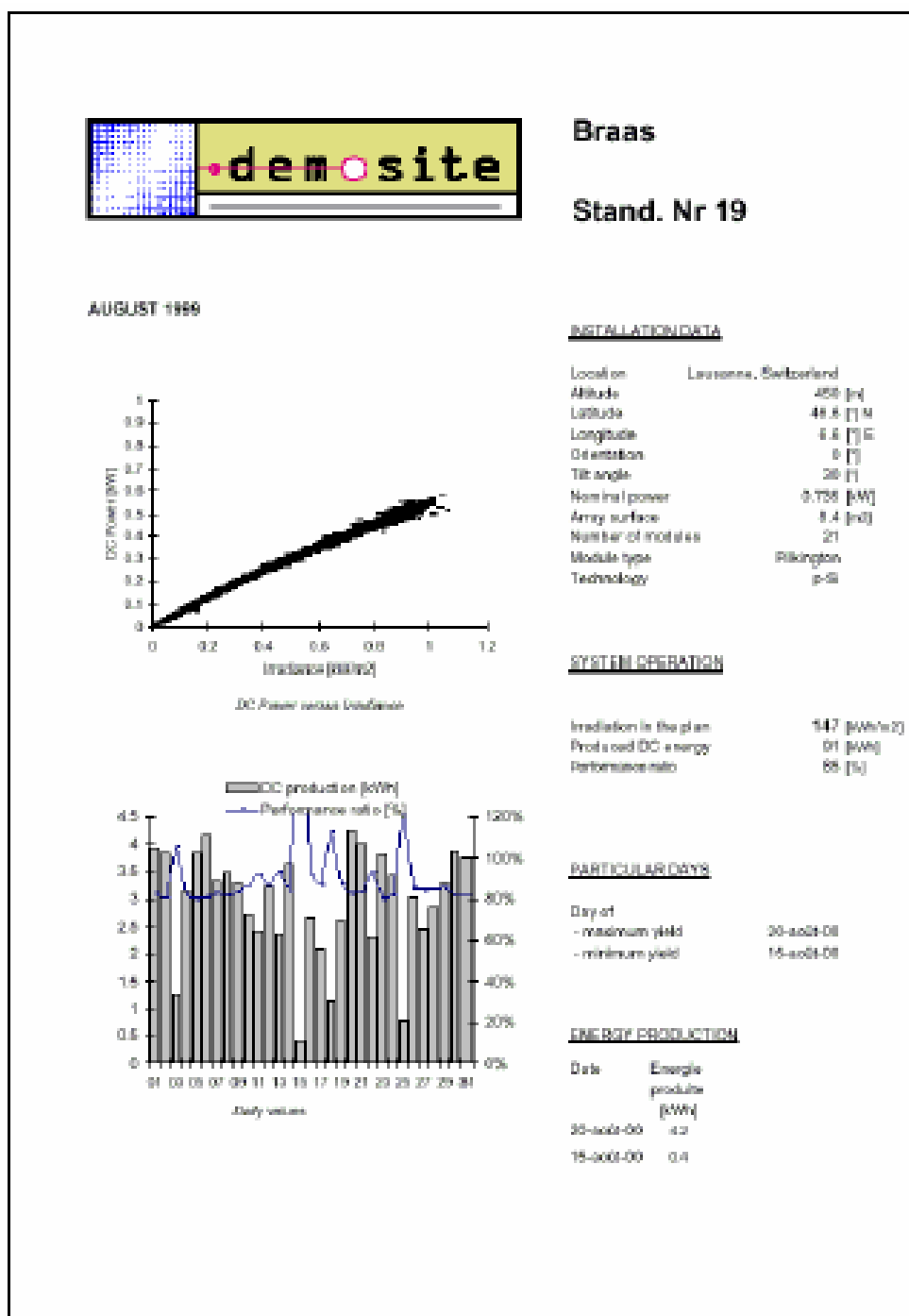
Schémas électriques Demosite 2





11.2 Fiches d'information

11.3 Exemples de fiches de mesure

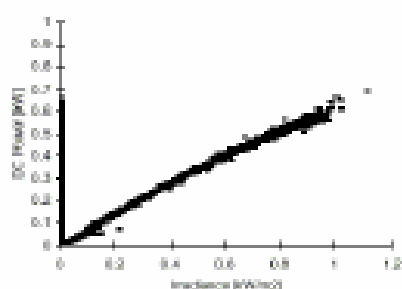




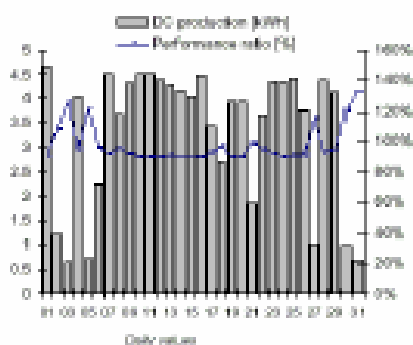
Braas

Stand. Nr 19

AUGUST 2004



DC Power versus Irradiance



Daily values

INSTALLATION DATA

Location	Lausanne, Switzerland
Altitude	450 (m)
Latitude	46.8 [°] N
Longitude	6.6 [°] E
Orientation	0 [°]
Tilt angle	30 [°]
Nominal power	0.735 (kW)
Array surface	8.4 (m²)
Number of modules	21
Module type	Solar P'abak
Technology	p-si

SYSTEM OPERATION

Irradiation in the plane	152 (kWh/m²)
Produced DC energy	124 (kWh)
Performance ratio	95 (%)

PARTICULAR DAYS

Day of	
- maximum yield	01-aug-00
- minimum yield	03-aug-00

ENERGY PRODUCTION

Date	Energy produce (kWh)
01-aug-00	4.7
03-aug-00	0.6

11. Annexes

11.4 Exemples d'installation

Stand 1: SCHWEIZER AG (CH), façade, site no1

Stand 2 : Photowatt (démonté), toiture, site no1

Stand 3 : EPV(Anciennement APS, USA), toiture, site no1



Former APS production facility, Fairfield, California (USA), 10 kW of amorphous modules integrated in facade and into facade and shelters, designed in 1992 by Kiss Cathcart Anders Architects (New-York, USA).



Research building facade in Ispra (Italy), 40 kW, 1994, built by Pilkington (Germany)

Stand 4 : NEWTEC (CH), toiture, site no1



House in Wachter, 1.8 kW, 1995 (Germany)



Farm in Switzerland, 4.5 kW, 1995.



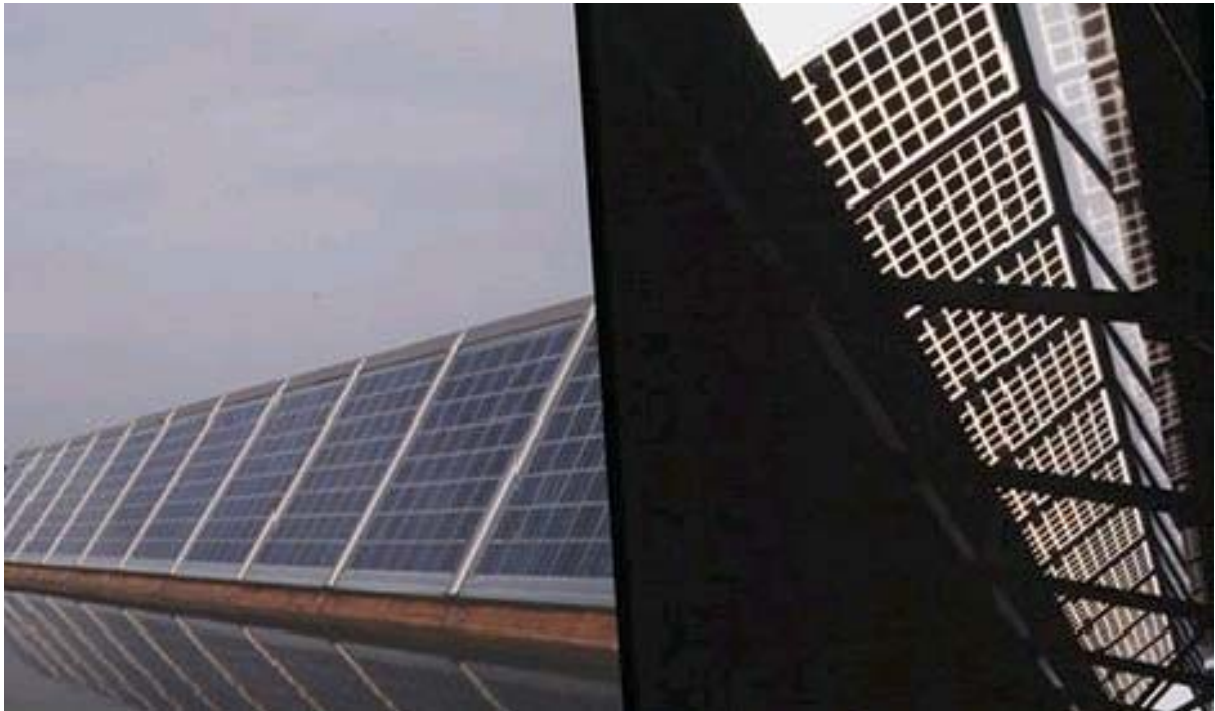
Housing in Germany, 1kW, 1996.



Office building in Vaduz (Liechtenstein), 7.5 kW, 1996.

Stand 5 : Electrowatt (CH), démonté, toiture et façade, site no1

Stand 6 : COLT-SOLUTION (UK-CH), toiture plate, site no1



Sheds at the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (Switzerland), 1.4 kW, 1994, built by Solution (Härkingen, Switzerland).



Sheds on a motorway maintenance building in Domdidier (Switzerland), 7 kW, 1996, built by Colt International (La Rippe, Switzerland).



Canopy at the railway station in Morges (Switzerland), 20 kW, 1996, built by Solution (Härkingen, Switzerland)

Stand 7 : UNISOLAR, version 1, toiture, démonté, site n°1 Pas d'exemples

Stand 8: COLT-SOLUTION (UK-CH), façade rénoverée prochainement,
site no1
Pas d'exemples

Stand 9: IT POWER (UK), façade, site no1



PV facade of the Northumberland Building, University of Northumbria, England, 40 kW, 1994

Stand 10: SOFREL (CH), plus documenté, site no1 Pas d'exemples

Stand 11: MSK Corp. (J), toiture, site no1 Pas d'exemples



Private house in Japan, 3 kWp built by MSK (Tokyo, Japan)



Private house in Japan, 3 kWp built by MSK (Tokyo, Japan)

Stand 12: UNISOLAR (USA-J), nouvelle version, toiture, site no1



Beach club house in Auvernier (Switzerland), 2.6 KW, 1996, built byUnielec (La Cibourg, Switzerland)



Beach restroom building in Cardiff-by-the-Sea (California, USA), 2.4 KW, 1995, built by United Solar Systems Corp. (San Diego/Troy, USA)

Stand 13: AMAX, toit plat, site no2



Administration building - The electricity utility "Romandie Energie", in Morges (Switzerland), 3 kW, 1991

Stand 14 : SUNNY TILE by Star Unity (CH), toiture, site no1



Private house in Fällanden (Switzerland), 3 kW, 1997, built by Electro Favre (Switzerland)

Stand 15 : SOLBAC (CH), toit plat, site no2



Town council building in Witten (Germany) 10 kW, 1997, built by Göbel Solar (Merzenich, Germany)



Laboratory hall in Ecublens (Switzerland), 10kW, 1997, built by LESO-EPFL (Lausanne, Switzerland)



Telekom building in Ulm (Germany), 6kW, 1997 built by MHH Solartechnik (Ulm, Germany)



Hospital in Martigny (Switzerland), 4 kW, 1997, built by Rhyner Energie (Val d'Illeiez, Switzerland)



Swiss television building in Zürich (Germany), 22 kW, 1997, built by Holinger Solar AG (Liestal, Switzerland)



Professional school in Lausanne (Switzerland), 7 kW, 1997, built by SVES (Lausanne, Switzerland)

Stand 16 : SUNSLATES by Atlantis (CH), toiture, site no1



Photovoltaic roof in Bern (Switzerland), 92 kW, 1998, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)



Photovoltaic roof in Osaka (Japan), 3 kW, 1997, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)



Photovoltaic roof in Aesch (Switzerland), 2.9 kW, 1998, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)



Photovoltaic roof in Hamburg (Germany), 3.4 kW, 1997, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)



Photovoltaic roof in Vischer (Switzerland), 3 kW, 1998, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)



Photovoltaic roof on a house in Beijing (China), 7.5 kW, 1998, built by Atlantis Solar Systems (Bern, Switzerland)

Stand 17 : CONSOLE by ECOFYS (NL), toit plat, site no2



Ground based system on a test field in Adrano Sicily (Italy), 5.6 kW, 1994, built by Conphoebus and installed by ENEL.



Roof installation in Faro (Portugal) 2.5 kW, 1998, Installed by SLE/EDP (Faro, Portugal).



Flat roof installation in Nieuwland, Amersfoort (The Netherlands) 20 kW, 1996, installed by Ecotec (Rotterdam, The Netherlands).

Stand 18 : SOFREL (CH), toit plat, site no2



Office building in Wattwil (Switzerland), 30 kW, 1996 built by Tritec (Allschwil, Switzerland) with Sofrel 95-20o and Kyocera modules



Green roof building Vita-Edisun AG in Zurich (Switzerland), 50 kW, 1998, built by Tritec (Allschwil, Switzerland) with Sofrel 98 and Kyocera modules



Research institute in Basel (Switzerland), 20 kW, 1996, built by Holinger (Liestal, Switzerland) with Sofrel 95-20o and BP modules



Bank office building in Suglio (Switzerland), 100 kW, 1996, built by Holinger (Liestal, Switzerland) with Sofrel 95-20o and BP modules



Private residential of Mr. Hafner (Hirzenbachstr.)-Edisun AG in Zurich (Switzerland), 12.6 kW, 1998, built by Edisun AG (Zurich, Switzerland) with Sofrel 95-20o and Shell modules



Industrial hall in Sissach (Switzerland), 40 kW, 1996 built by Holinger (Liestal, Switzerland) with Sofrel 95-20o and BP modules

Stand 19: BRAAS (D, représent. CH), toiture, site no1



Private House in Germany, 1.4 kW, 1997, built by Lafarge Braas (Oberursel, Germany)



Private House in Germany, 1.4 kW, 1998, built by Lafarge Braas (Germany)

Stand 20: POWERLIGHT (USA), toit plat, site no2



Corpus Christi, Texas (USA), 2 kWp, 1997, built by Powerlight Corp. (Berkeley, CA, USA)



Mauni Lani Bay hotel in Kona-Koala Coast, Hawaii (USA), 100kWp, 1998, built by Powerlight



Village Library/Community Center in Tuckahoe, New York (USA), 21kWp, 1995, built by Powerlight



University of Wyoming at Lamarie, USA, 10 kWp includes both sloped and flat tiles, 1996, built by Powerlight



Elverta Maintenance Facility of the Western Area Power Authority in Elverta, California (USA), 50 kWp includes both sloped and flat tiles, 1996, built by Powerlight



Kailua-Kona gymnasium in Kailua-Kona, Hawaii (USA), 18 kWp, 1995, built by Powerlight

Stand 21 : SOLRIF (CH), toit incliné, site no1



PV array on a tilted roof, in Mönchaltorf (Switzerland), 3 kW, 1998

Stand 22 : SHELL SOLAR (NL), pas de doc. sur dem. de l'exposant, toit incliné, site 1 Pas d'exemples

Stand 23 : SOLGREEN (CH), toit plat, site no2



PV array on a flat roof, in Basel (Switzerland), 20 kW, 2000



PV array on a flat green roof, in Chur (Switzerland), 10 kW, 2000

Stand 24 : SOLMAX (CH), toit plat, site no2



PV array on a flat roof, in Bochum (Deutschland), 20 kW, 1999



PV array on a flat Heidelberg (Deutschland), 5 kW, 1999

Stand 25 : PIL-SIM (NL), toit incliné 18°, site1



Flight Simulator Building, Fribourg (Switzerland), J.B. Ferrari EPFL-SIA Architect

Stand 26 : COLT (CH), façade, site no1



Shadovoltaic

11.4 Projets non-réalisés

Sur la demande de UNI-SOLAR, nous avons étudié des possibilités novatrices d'employer leurs modules acier / cellules amorphes / Tefzel pour des systèmes constructifs de façade. Deux types d'intégration ont été projetés par le LESO-PB :

- Système à cassettes

Des cassettes en tôle d'acier thermolaquées et pliées sont fixées sur une structure de rails verticaux. Sur chaque cassette sont laminés deux modules amorphes (voir détail).

- Système à bardages horizontaux

Des tôles d'acier thermolaquées au profil particulier sont fixées horizontalement sur des rails verticaux. D'une longueur de 68 mètres, elles permettent d'intégrer 4 modules amorphes sur la longueur (voir détail).

Après plusieurs séances de travail, nos interlocuteurs de la firme UNI-SOLAR nous ont annoncé que la firme renonçait à ce projet pour se recentrer exclusivement sur les systèmes photovoltaïques pour toiture.

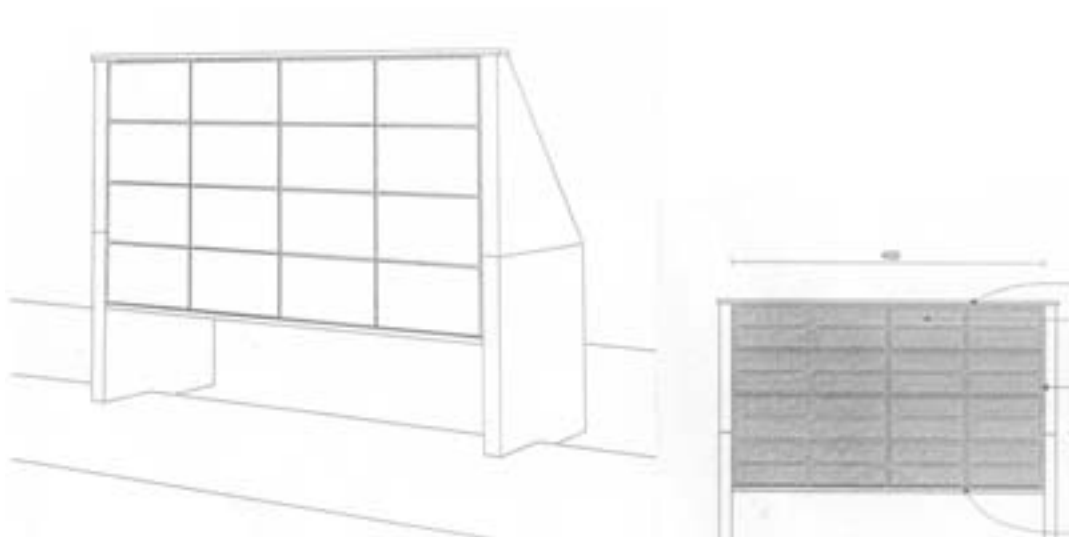


Figure 76 : Système à cassettes, vue perspective et façade

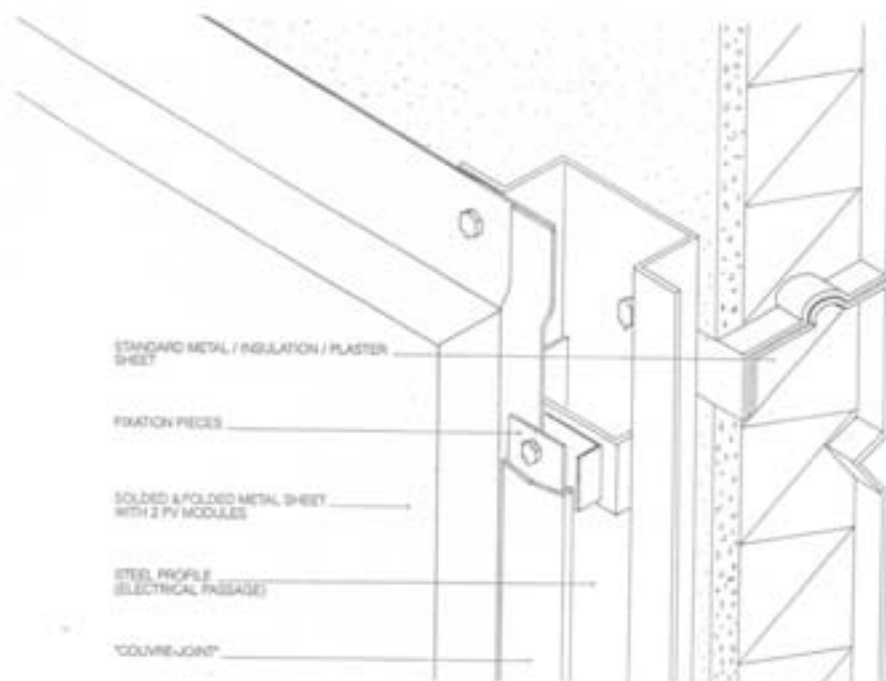


Figure 77 : Système à cassettes, détail-type

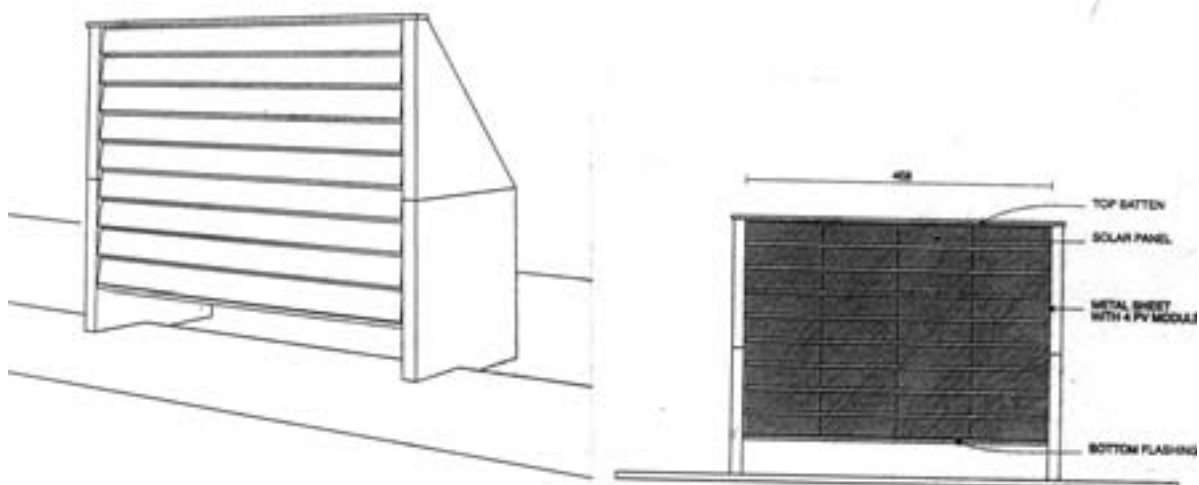


Figure 78 : Système à bardages horizontaux, vue perspective et façade

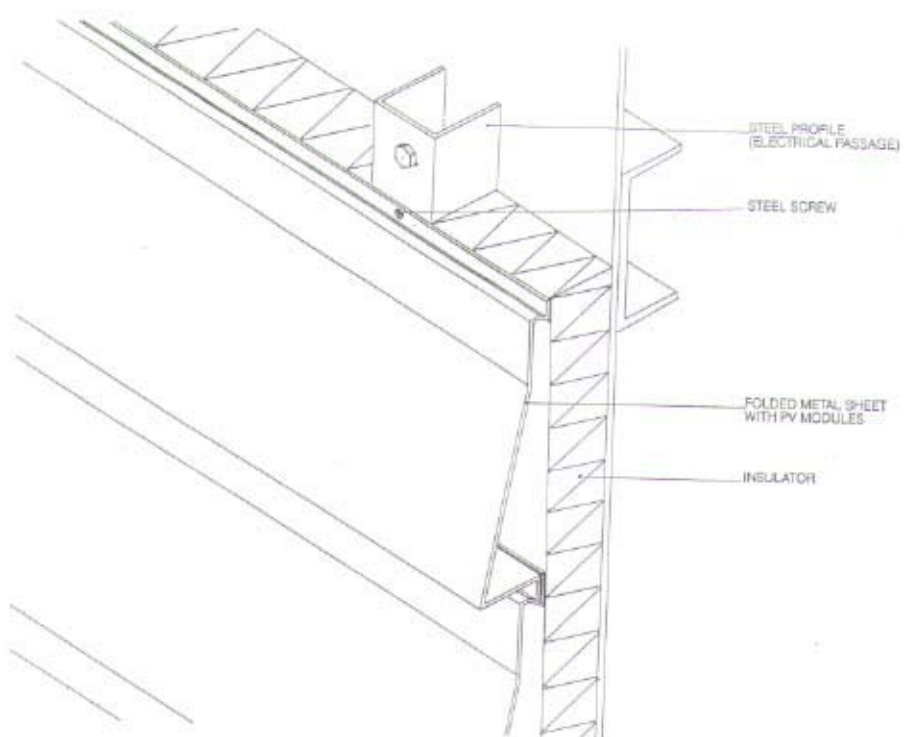


Figure 79 : Système à bardages horizontaux, détail-type

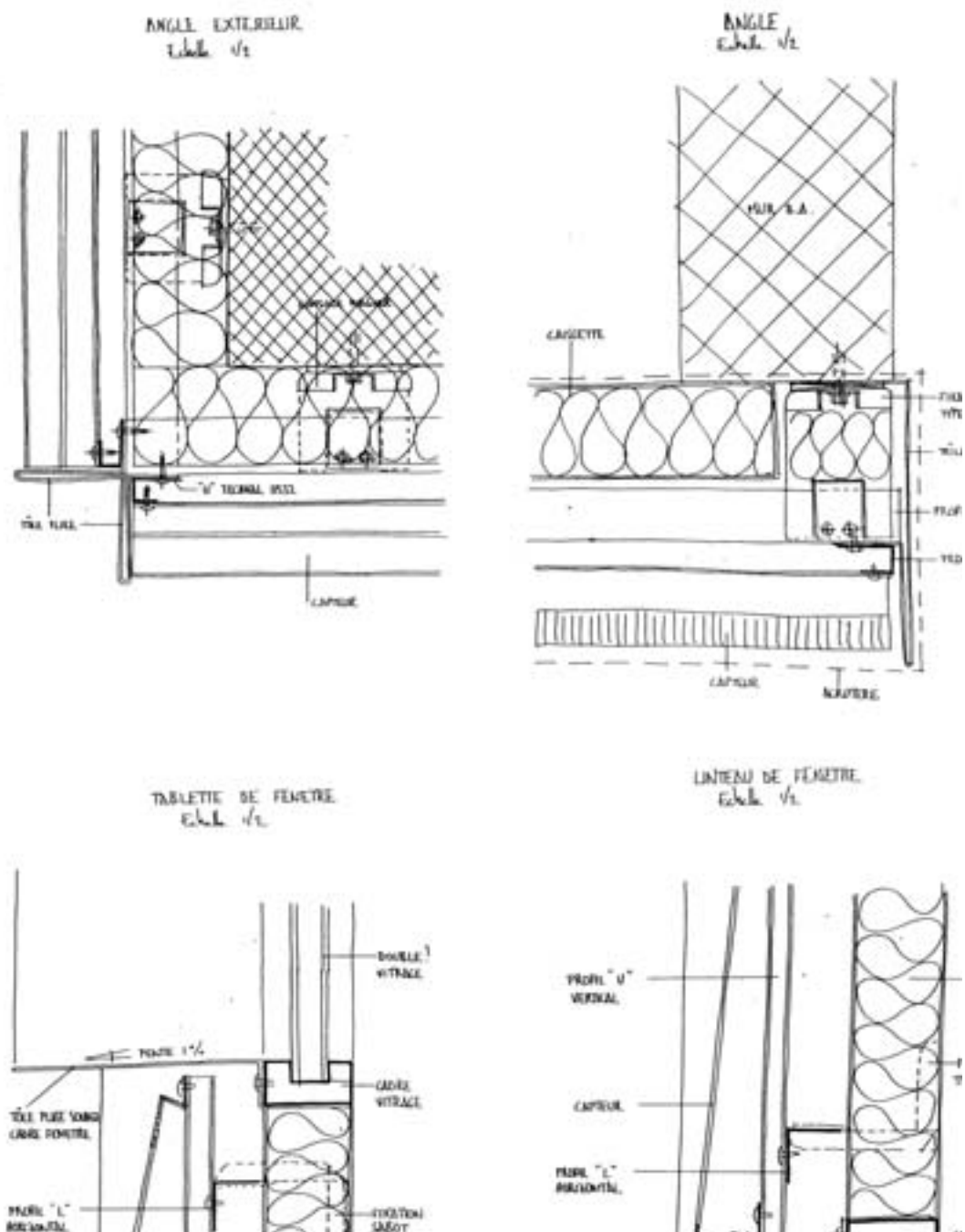


Figure 80 : détails des angles et fenêtres, bardages horizontaux