

LESO-PB

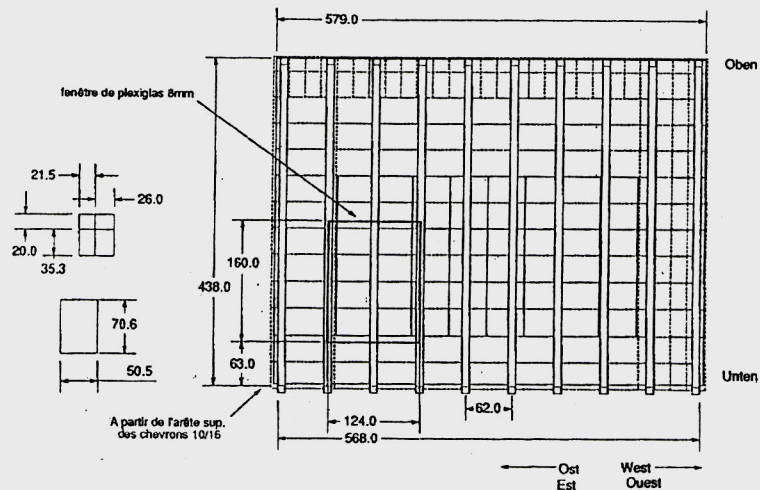
**DEMOSITE - Site de démonstration
d'éléments de construction photovoltaïques
intégrés au bâtiment**

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

Rapport final -

1997 - Novembre

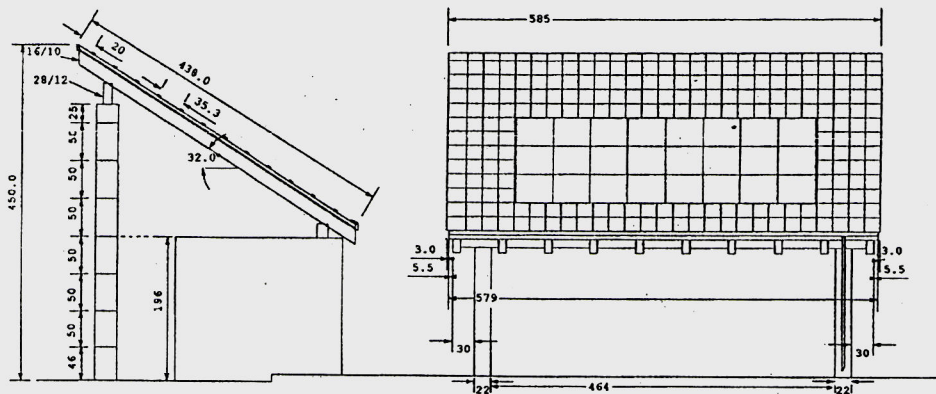
Stand Solar - Dach - Ziegel an der DEMO SITE



Vue du toit de dessous Echelle 1:50

alpha real ag S4219-00-00 9/92 AE

Stand Solar - Dach - Ziegel an der DEMOSITE



Vue Ouest/Sud Echelle 1:50

alpha real ag S4219-00-00 9/92 AE

Figures 22 et 23 : Plan vue de dessous, élévation et coupe.

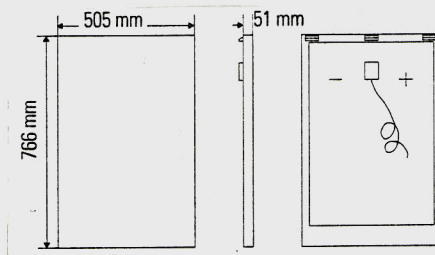
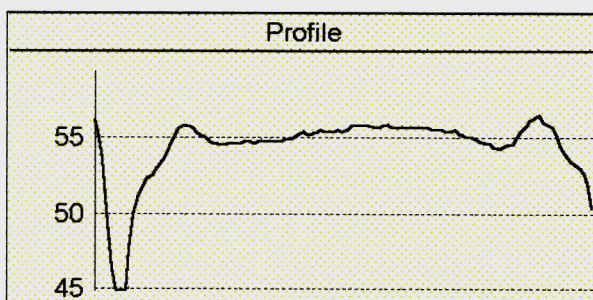
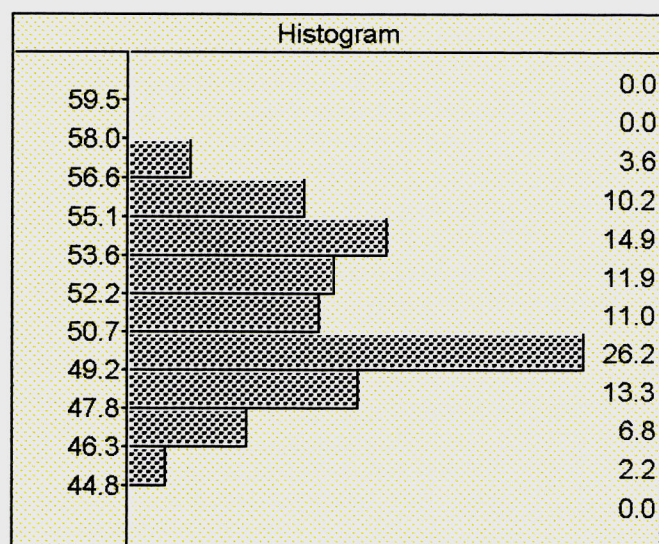
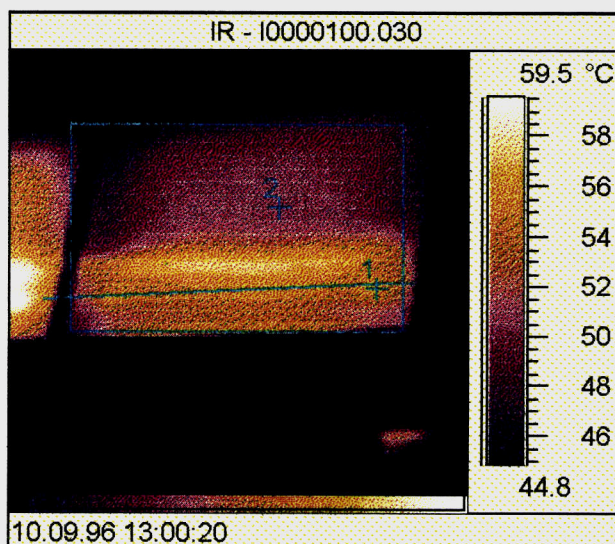


Figure 24 : Détail d'une tuile Newtec.

TERMOGRAFIA PRESSO IL DEMOSITE

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



Status	
SCANNER DATA	
Scanner Type	THV470 SV
Serial Number	72045
Level	402
Sens	4
Aperture	0
Filter	NOF
Lens	12
IMAGE OBJ. PAR.	
Emissivity	0.97
Amb. temp.	18.0 °C
Atm. temp.	18.0 °C
Object dist.	3.0 m
Transmission	0.97

Constatazioni:

Temp. max.: 56.4°
 Temp. min.: 50.6°
 Diff. temp.: 5.8°

Figure 60 : Exemple de fiche de résultats : mesures thermographiques sur le stand n° 1 "Schweizer AG".

Programme de recherche photovoltaïque

DEMOSITE

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

RAPPORT FINAL

Préparé par :

C. Roecker, J. Bonvin, P. Affolter, & A.N. Muller

ont également participé au projet :

S. L'Eplattenier, F. Leresche, P. Loesch, B. Smith & F. Stoll

Sur mandat de l'Office Fédéral de l'Energie

Novembre 1997

PROJET OFEN 50524 - DEMOSITE - RAPPORT FINAL - Novembre 1997

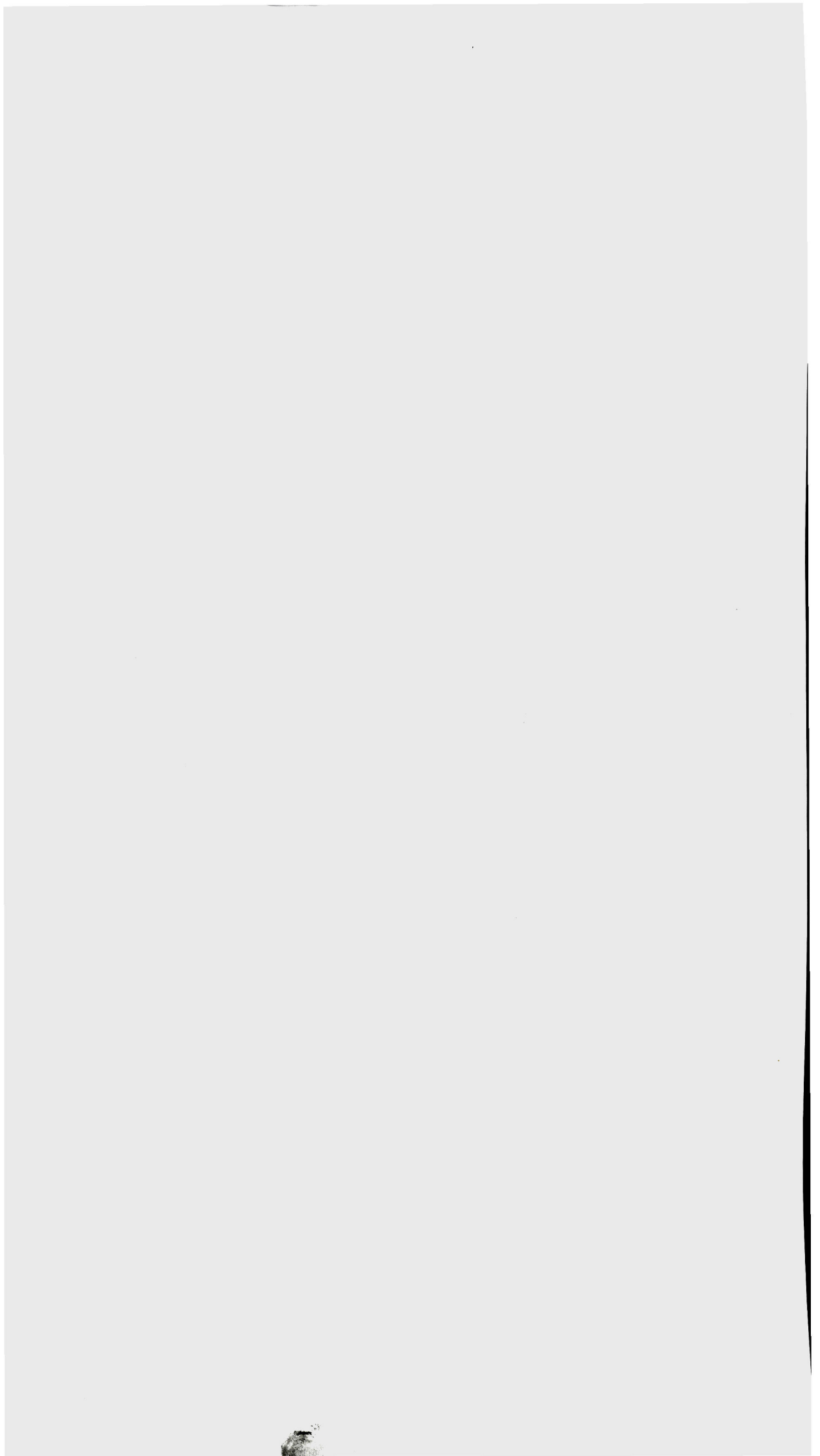


Table des matières

1.	Summary, Résumé.....	II
2.	Introduction.....	2
3.	Objectifs	3
4.	Conception	
4.1	Choix du site	
4.2	Pavillons	
4.3	Electricité et mesure	
4.4	Demosoft/site WWW	
5.	Exploitation.....	13
5.1	Les exposants	
5.1.1	Schweizer	
5.1.2	Photowatt	
5.1.3	Advanced PV Systems	
5.1.4	Newtec	
5.1.5	Elektrowatt-Siemens (EWI)	
5.1.6	Colt Solution "pyramids"	
5.1.7	USSC Version A UNISOLAR Version B	
5.1.8	Colt Solution "wings"	
5.1.9	IT Power	
5.1.10	Sofrel	
5.1.11	MSK	
5.1.12	Star Unity	
5.1.13	Projets de nouveaux systèmes	
5.2	Mesures et résultats.....	62
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	66
6.1	Publications sur support papier	
6.2	Présentation sur Internet	
6.3	Présentations à des conférences	
6.4	Visites	
6.5	Visiophonie	
7.	Discussion	75
7.1	Remarques générales	
7.2	Remarques particulières	
8.	Conclusion.....	80
9.	Remerciements	
10.	Publications	82
11.	Annexes	
11.1	Schémas (de principe, d'implantation, électriques)	
11.2	Fiches d'information	
11.3	Exemples de fiches de mesure	

1. Summary

The development of many new products and numerous studies carried out over the last few years have added to the advantages of structurally integrated photovoltaics: good use of space, money savings (no extra land purchase, infrastructure or supporting structure) and electricity production in the immediate proximity of the consumers, only to mention a few.

It is generally admitted that architectural integration of PV has great potential and merits special efforts in technical research (mounting, water tightness, implementation, industrial production etc.).

In order to further the development of integrated PV systems, architects, building owners and other actors of the building industry need to be informed of the photovoltaic construction elements available, of how these elements integrate into buildings and of how much electricity can potentially be gained from them.

This was the motivation for the creation in 1991 of the "DEMOSITE", an international centre for the exhibition of photovoltaic building elements on the campus of the EPFL. The initial idea came from the countries that participated in Task 16 of the IEA (Photovoltaics in Buildings). After the go-ahead from the Swiss Office of Energy (BEW) and the EPFL, the LESO-PB accepted to run the site for 6 years (1991-1996).

The first DEMOSITE report presented the set-up of the centre and the first years of activity. Numerous contacts were established during that time, 9 pavilions were constructed and their performance monitored, regular visits were organised, numerous articles were written and the newsletter DEMONEWS was published.

It has now been updated and completed to also present the recently installed photovoltaic integration systems, some of which are located in a new extension of the DEMOSITE:

- UNISOLAR PV roofing
- IT POWER facade
- MSK roofing
- STAR UNITY roofing.

Furthermore, we present the new sectors of activity: the DEMOSITE pages on the World Wide Web site of the EPFL/LESO-PB, a video conference produced live with the Museum La Vilette in Paris, a thermographic study of the DEMOSITE carried out by the TIZO as well as the preparation of the new IEA Task VII PVPS.

1. Résumé

Au cours des dernières années, de nombreuses réalisations ou études ont permis de renforcer les avantages de l'intégration du photovoltaïque au bâtiment: une utilisation rationnelle du territoire, une économie sur l'achat et l'infrastructure du terrain, une production d'électricité proche des utilisateurs, et une économie de construction due à la structure porteuse préexistante. L'intégration architecturale du PV est admise comme voie intéressante et prometteuse nécessitant encore de grands efforts de recherches techniques (fixation, étanchéité, mise en oeuvre, production industrielle, etc..).

Afin de stimuler ce développement, il est important que les architectes, maîtres de l'ouvrage et autres acteurs du processus constructif puissent découvrir les systèmes photovoltaïques existants, puissent voir de quelle manière ces éléments s'intègrent au bâtiment, finalement soient renseignés sur l'énergie électrique qu'ils peuvent en attendre.

C'est dans ce but que le Centre international d'exposition et de démonstration d'éléments de construction photovoltaïques "DEMOSITE" a été créé en 1991 sur proposition des pays associés à la tâche 16 de l'AIE (Photovoltaics in Buildings) et en accord avec l'OFEN et la Direction de l'EPFL. A cette époque, la Suisse a accepté d'assurer le fonctionnement du site pour une durée de 6 ans (1991-1996).

Le premier rapport DEMOSITE présentait 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 9 pavillons originaux avec leurs mesures, l'organisation régulière de visites, la rédaction de nombreux articles, leur présentation lors de congrès et de conférences ainsi que la diffusion du bulletin d'information DEMONEWS.

Le rapport précédent a été complété : nous détaillons les nouveaux systèmes photovoltaïques en partie présentés sur une extension de DEMOSITE :

- Toiture UNISOLAR
- Façade IT POWER
- Toiture MSK
- Toiture STAR UNITY.

Par ailleurs, nous présentons les nouveaux secteurs d'activités : les pages DEMOSITE réalisées sur le site WEB de l'EPFL/LESO, une visiophonie réalisée en direct avec le Musée de la Vilette à Paris; une étude de thermographie du DEMOSITE réalisée par le TISO, ainsi que la préparation de la nouvelle tâche VII PVPS de l'AIE.

2. Introduction

L'intégration architecturale d'éléments photovoltaïques présente de multiples avantages :

- les surfaces potentiellement utilisables pour le captage existent et sont importantes;
- les toitures et les façades permettent de fixer des éléments de captage (enveloppe du bâtiment) sans nécessiter d'infrastructure coûteuse;
- l'élément photovoltaïque intégré au bâtiment permet souvent d'assurer deux ou plusieurs fonctions : élément de couverture et de captage, protection solaire et production d'électricité, captage thermique et photovoltaïque, etc..;
- la production d'électricité à proximité immédiate du lieu de consommation
- l'économie du territoire.

Pour ces raisons, 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 ce domaine nouveau, 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).

En 1996, le LESO-PB a déjà développé ou aidé à réaliser 13 pavillons de démonstration dans le cadre du projet DEMOSITE, objet du présent rapport.

Par ailleurs, à ce jour, le laboratoire a également réalisé ou participé à 9 installations pilotes photovoltaïques. En plus de DEMOSITE, il est ainsi possible de visiter dans un environnement proche plusieurs installations d'importance; ceci facilite la sensibilisation de professionnels disposant généralement de peu de temps.

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.

4. Conception

4.1 Choix du site

La localisation géographique et météorologique du DEMOSITE revêt une très grande importance, tant pour son fonctionnement technique que pour son impact auprès du public visé.

Autre aspect : situation auprès de l'EPFL, institution avec une mission large dans beaucoup de domaines techniques qui touchent au PV et celui de l'énergie en général.

Par ailleurs, 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 PV et à l'énergie en général.

Les critères suivants ont été déterminants lors de la sélection du site :

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 possible à des véhicules de transport (camions);
- proximité du réseau électrique;
- proximité du réseau téléphonique.

Pratiques

- facilité d'accès pour les visiteurs (train, route);
- 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.

Sécurité

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

L'ensemble de ces critères nous a amenés à choisir le nouveau 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.

En 1996, une deuxième rangée de pavillons a été construite afin de pouvoir répondre aux attentes des nouveaux exposants. Construite sur le même système pavillonnaire, elle a été munie, à 10 mètres au sud, d'un chemin de visite réalisé à l'aide de plots béton engazonnés. Grâce à la présence de ce sentier, les visiteurs peuvent avoir le recul nécessaire pour examiner dans leur globalité les pavillons.

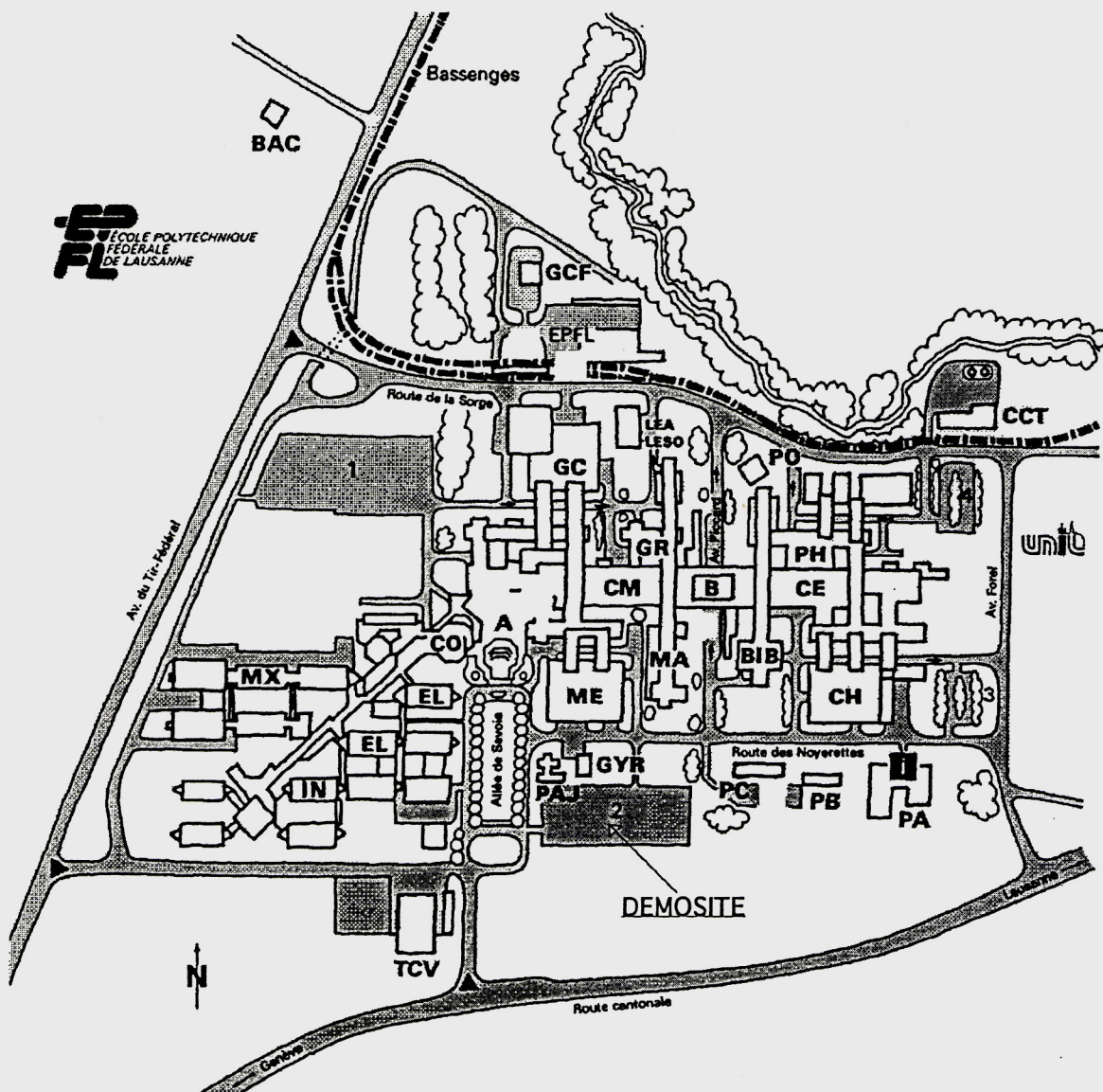


Figure 1 : Situation générale.

4.2 Pavillons

L'élément de base du DEMOSITE est le pavillon, sur lequel un exposant vient monter ses éléments PV en toiture ou en façade.

Le choix des dimensions est établi sur 2 critères pratiques :

- disposer d'une surface d'environ 20 m² en toiture et 15 m² en façade;
- respecter la trame du parking afin de ne pas avoir à supprimer des places de parcage.

Contrairement à l'option de base qui prévoyait un même type de pavillon pour une toiture ou une façade, nous avons réalisé deux versions différentes suivant l'application.

4.2.1 Version toiture

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 2.

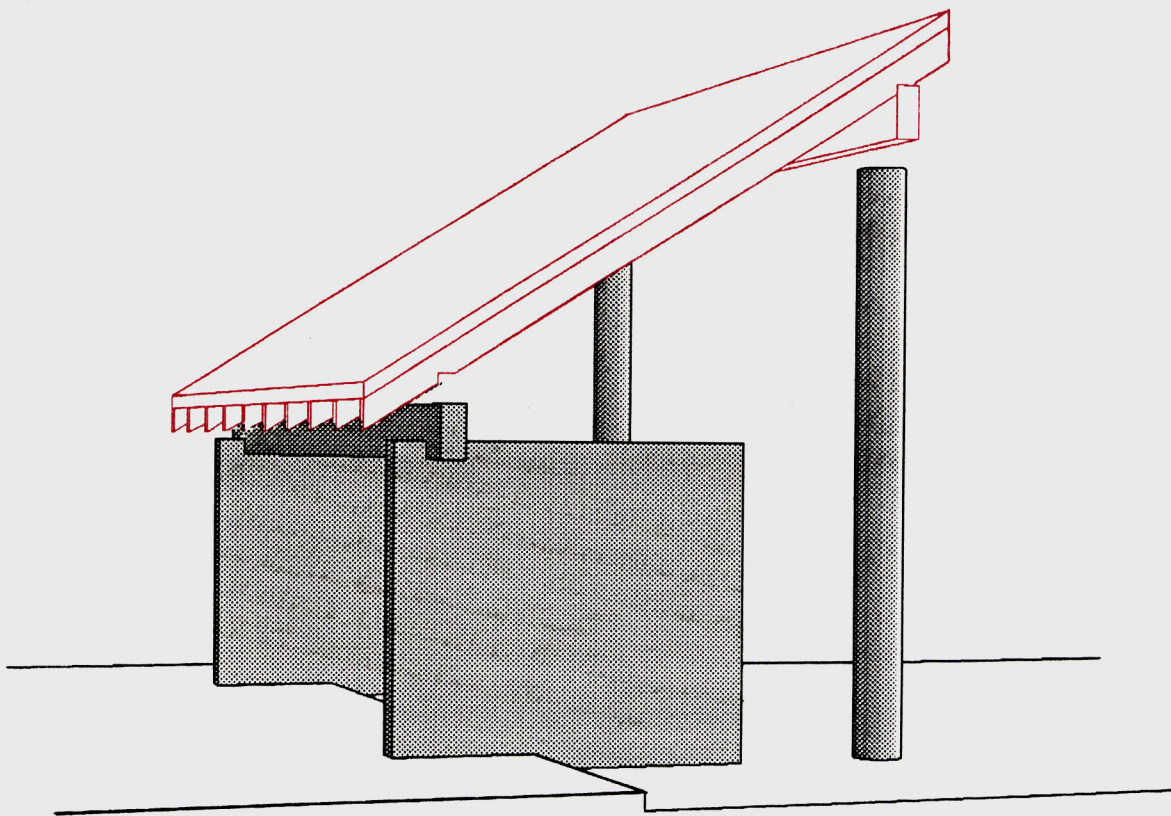


Figure 2 : Version toiture.

4.2.2 Version façade

Pour le pavillon destiné à recevoir un élément de façade, les 2 piliers arrières inutiles, sont supprimés. Les murs latéraux reçoivent deux triangles supplémentaires 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 3.

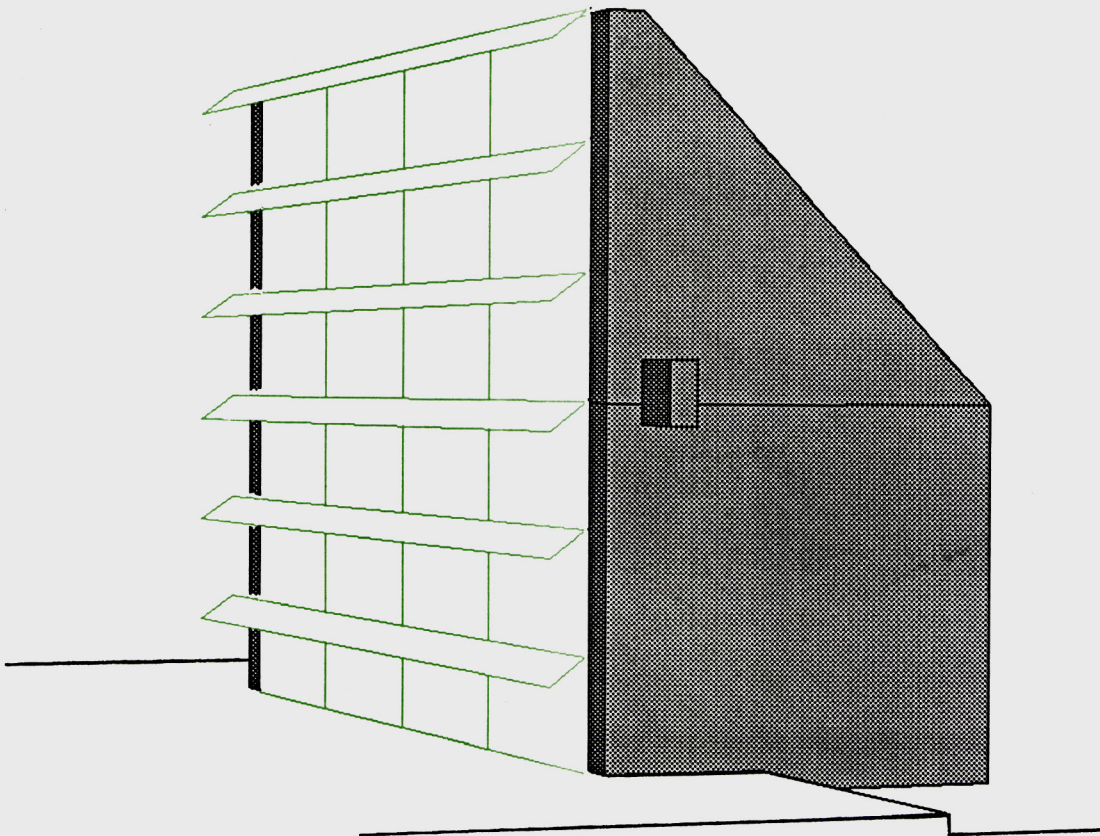


Figure 3 :

Vue perspective d'un pavillon-façade.

4.3 Electricité et mesure

La disposition géographique des pavillons (en ligne), ainsi que le mode de connexion au réseau d'électricité de l'école (en parallèle) conduisent logiquement à adopter une organisation du type bus informatique (cf fig. 4).

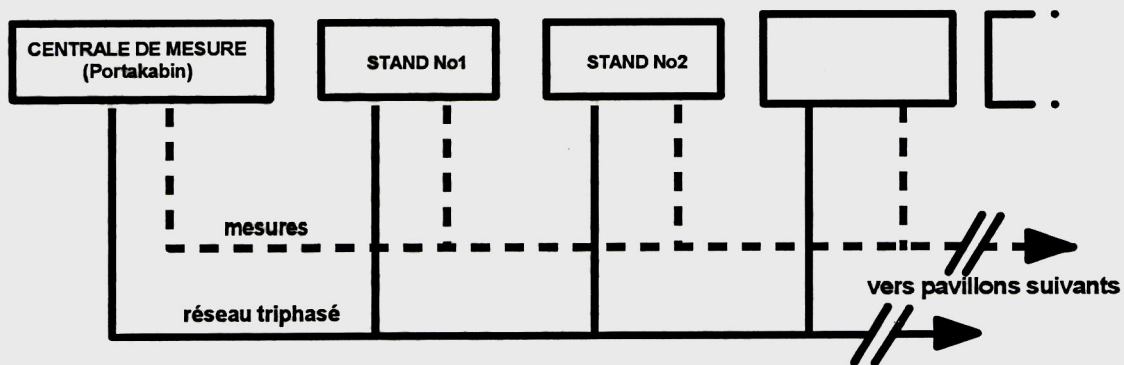


Figure 4 : Principe des réseaux "puissance" et "mesure".

4.3.1 Electricité

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

La capacité du réseau a été dimensionnée très largement de manière à pouvoir accepter l'injection de puissance de la configuration maximale du DEMOSITE (environ 30 kVA). Les schémas de principe, schémas d'implantation et schémas électriques sont donnés en annexe 11.1.

4.3.2 *Mesure*

Le système de mesure a été 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 ont donné satisfaction;
- le LESO les a utilisés 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 fig. 5 présente la description du concept global.

Un PC du LESO-PB fonctionne comme serveur du DEMOSITE. Son activité est la suivante :

- collecter les mesures;
- effectuer un premier contrôle des données pour détecter tout dysfonctionnement (valeurs minimales, maximales, saut brusque). Le cas échéant, imprimer un avis d'erreur;
- préparer des données pour les fiches mensuelles;
- jusqu'à fin 1996, il a également servi à répondre aux appels extérieurs d'utilisateurs du programme DEMOSOFT et fournir les données requises.

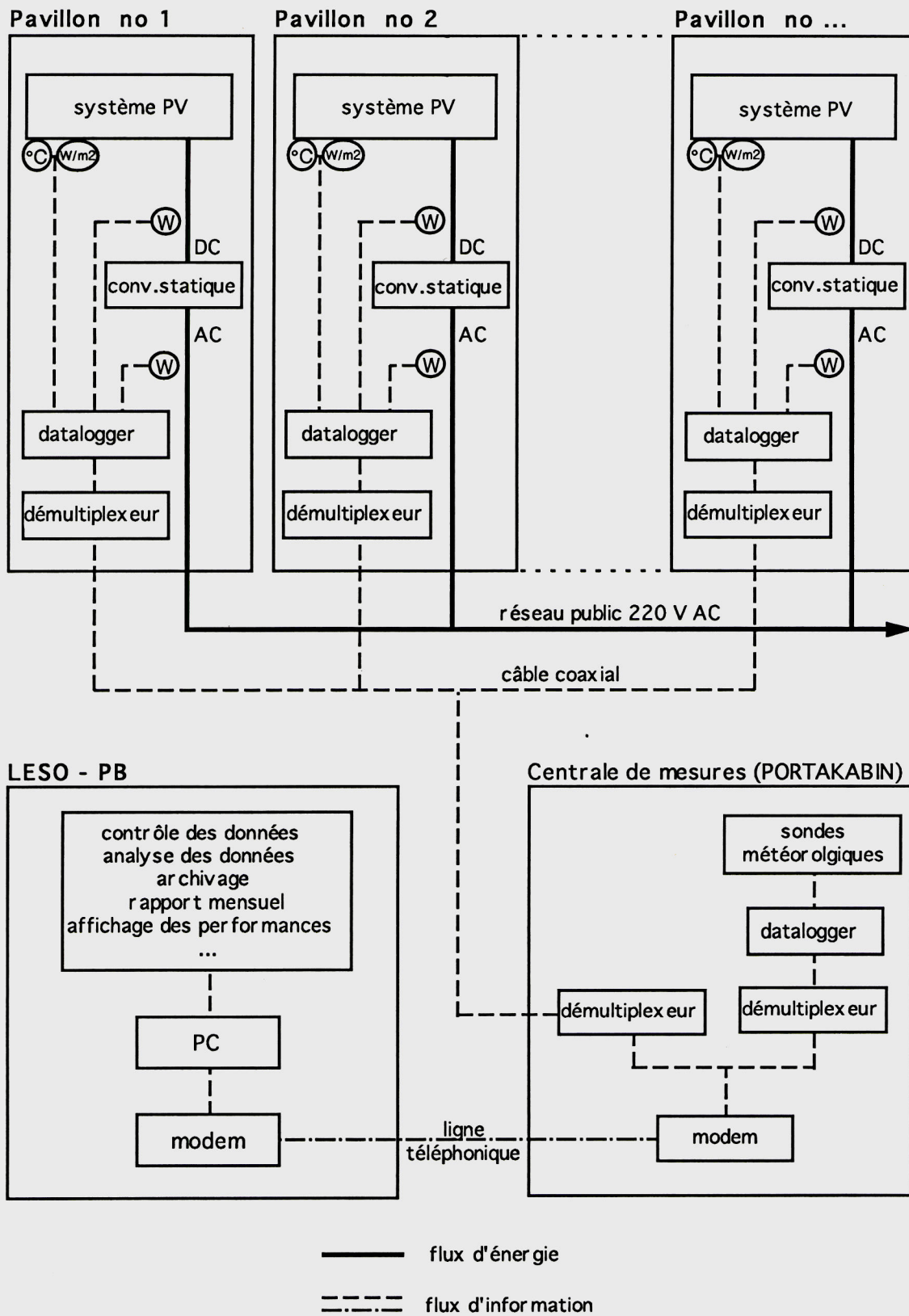


Figure 5 : Schéma synoptique du système de mesures.

4.4 DEMOSOFT (jusqu'à fin 1996)

Ce logiciel avait pour but :

- de diffuser une information relative à l'existence des stands (nouveaux ou anciens) ainsi qu'à leurs caractéristiques;
- de mettre à disposition de toute personne intéressée les principales grandeurs mesurées (puissance, ensoleillement, températures...).

Développée dans l'environnement WINDOWS, cette application a fait l'objet d'un effort particulier quant à sa présentation graphique, qui est attrayante, ainsi qu'à l'aspect didactique. Visual Basic 3.0 pro a été utilisé pour la programmation de tous les logiciels du projet DEMOSITE. Nous trouvons pour chaque stand présenté, une photo, un descriptif et les données s'y rapportant.

The screenshot shows the DEMOSOFT application window. It is divided into several sections:

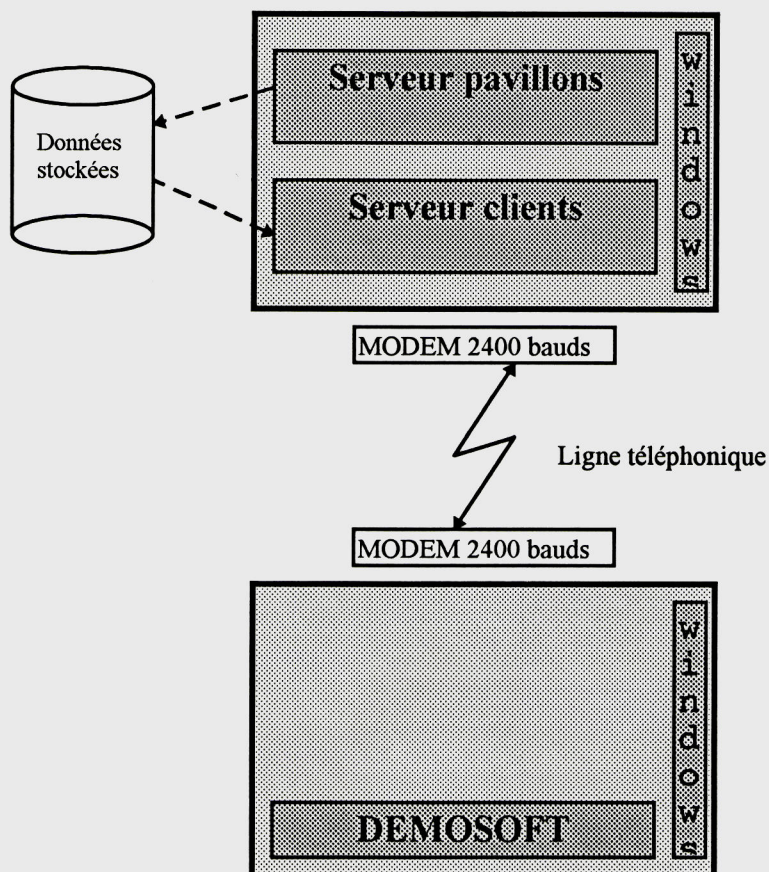
- Affichage de la photo du stand:** A photograph of a building with solar panels on the roof, with a callout box pointing to it.
- Affichage des données concernant le stand:** A graph showing 'Glob. horiz. irradiance [W/m²]' on the y-axis (ranging from 400 to 1000) and a bell-shaped curve. A callout box points to the graph.
- Commandes du programme. (Choix du stand, exécution et arrêt du programme):** A central area containing a dropdown menu with 'Demosite' selected, and buttons for 'Start cycle calling', 'Cancel', and 'EXIT'. A callout box points to this area.
- Description et information du stand:** A text block on the left side of the window providing details about the exhibition. A callout box points to this text.

The main window content includes:

- Header: **INTERNATIONAL PHOTOVOLTAIC BUILDING ELEMENTS EXHIBITION**
- Text: (FOR) DEMOSITE is an international exhibition and demonstration centre for photovoltaic building elements, located at the ECOLE POLYTECHNIQUE at Ecublens. Each pavilion is more than a simple display as it also shows various solutions to problems of implementation and measures real on-site performance.
- Graph: Glob. horiz. irradiance [W/m²] with a peak around 800 W/m². Legend: Best up to JUL-1990, Today.
- Text: Last update 'FOR' 06-APR-1990 at 8:10
- Fields: Irradiance in the plane [W/m²]: 195; Out door temperature [°C]: 2.759
- Buttons: Start cycle calling, Cancel, EXIT
- Status: CYCLE CALLING ACTIVE, Next call in: 20 minutes
- Version: v.2.3 F. Leresche
- Logos: BEW, OFEN, IFFL LESO-FB CE-1995, Task 16: PV IN BUILDINGS

La communication avec le serveur du LESO s'effectuait à l'aide d'un modem 2400 Bauds. Il assurait la transmission des données souhaitées par l'utilisateur entre le serveur du LESO et l'utilisateur du programme DEMOSOFT.

Les tâches du serveur étaient divisées en deux parties : l'une assurait une mise à jour régulière des données journalières en appelant à tour de rôle les stands, et la deuxième assurait l'établissement du dialogue entre le serveur et le programme DEMOSOFT. Les données souhaitées par l'utilisateur étaient ainsi transmises et affichées.



Dès 1997, le service DEMOSOFT a été supprimé et remplacé par le site DEMOSITE INTERNET, site rattaché à celui de l'EPFL (c.f. chapitre 6.2). Ceci a permis une gestion plus simple et plus efficace, ainsi qu'une plus grande ouverture aux visiteurs potentiels (tout Internet...!).

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 XVI, 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 l'AIE tâche XVI se sont chargés d'effectuer le même travail. Cependant, nous avons constaté que cette contribution n'a pas été de la même qualité dans tous les pays, et 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 !

Cette campagne initiale a permis d'entrer en relation avec une vingtaine de firmes intéressées. Elle a constitué le point de départ de la recherche continue de nouveaux exposants, notamment à travers une version actualisée de la brochure. Rappelons qu'une rangée supplémentaire de pavillons ont dû être érigés en 1996, afin de permettre aux nouveaux exposants de montrer leur système.

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:

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

ensoleillement vent 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

- dépouillement et transmission des données concernant chaque pavillon pendant au minimum 1 année;
- service informatique permettant aux exposants de connaître les performances de leur pavillon on-line, grâce au logiciel Demosoft;
- service de promotion. L'équipe qui anime le DEMOSITE fait connaître et visiter tous les systèmes PV présentés;
- 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 pavillons;
- à 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 :

PAVILLON N° 1



Figure 6 : 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

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.

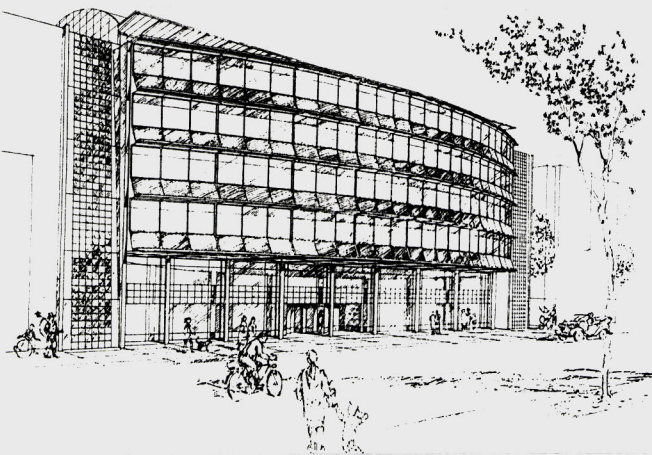


Figure 7 : Vue artistique d'un bâtiment utilisant ce système de façade.

Figure 58 : Système à bardages horizontaux, détail-type

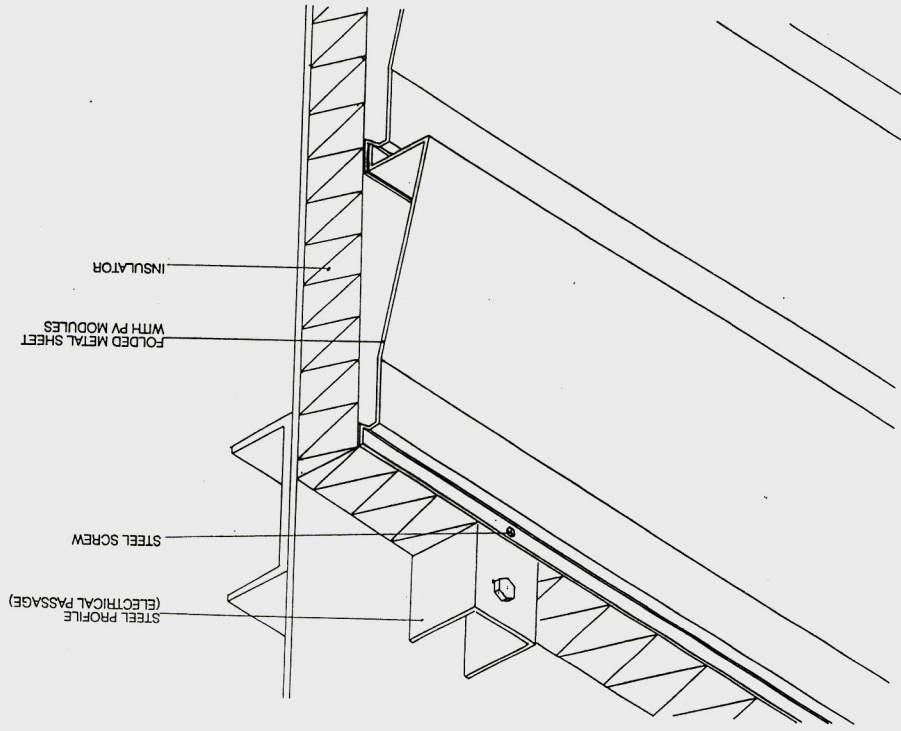
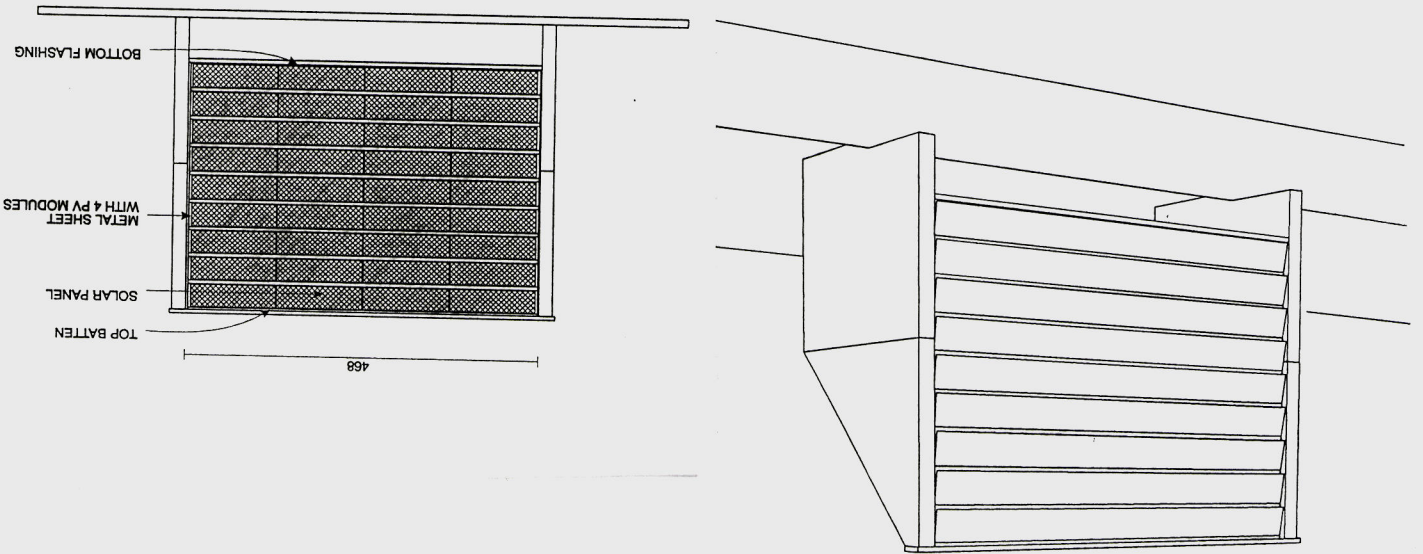
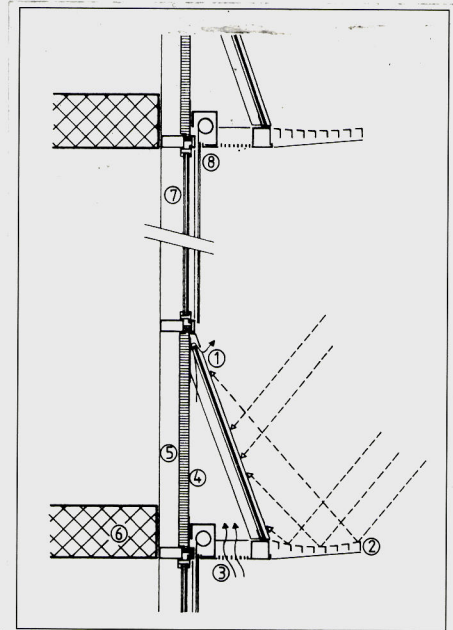
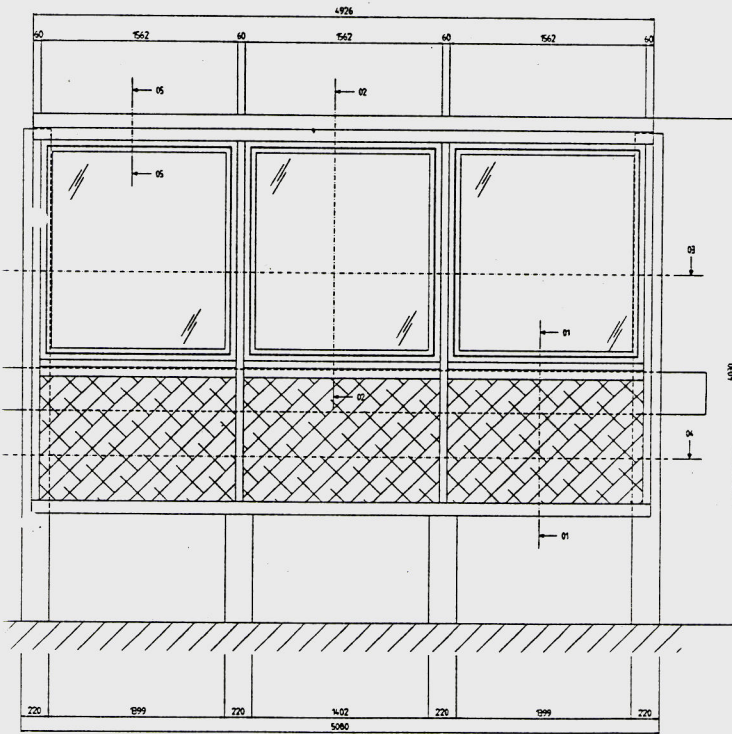


Figure 57 : Système à bardages horizontaux, vue perspective et façade

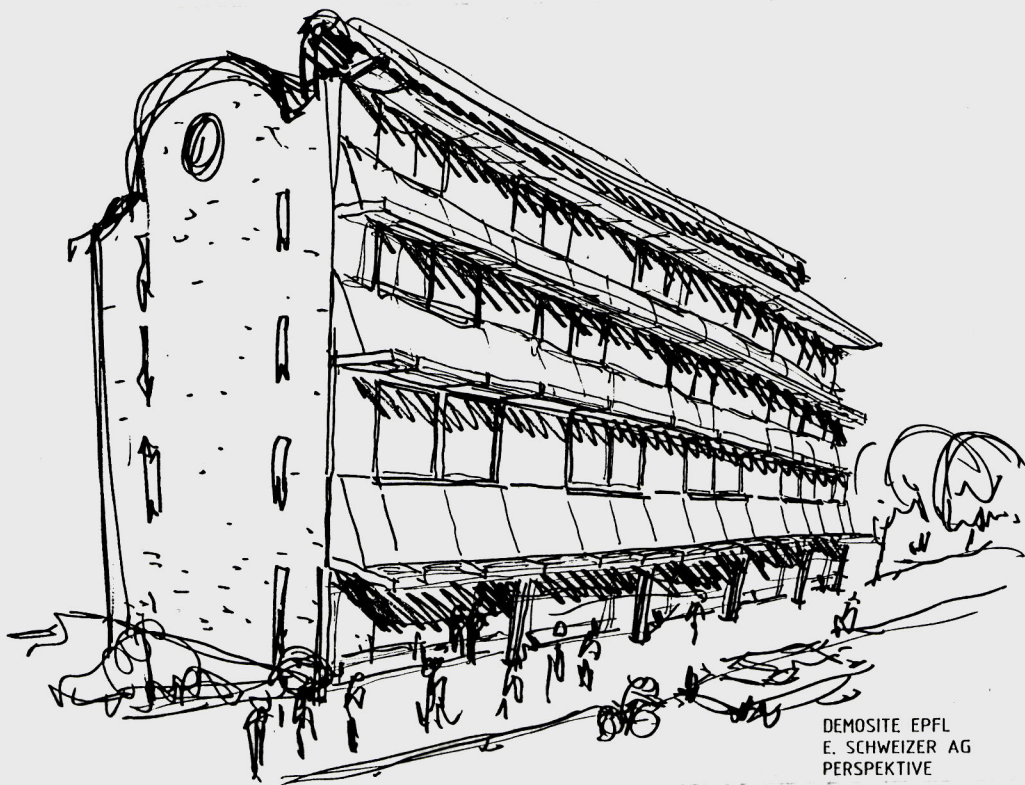


Ansicht von Aussen Mst.: 1:10



DEMSITE PAVILLON SCHWEIZER AG

Architekt	Bernhard Winkler, Zürich	Architekt	
Bauherr	Emil Schweizer AG	Maßstab	1:10
Standort	Demsite, Lausanne	Blatt	
Verlag	Schweizer	Service	A Ansicht
			08A



Figures 8, 9 et 10 : Elévation coupe et croquis d'intention.

PAVILLON N° 2

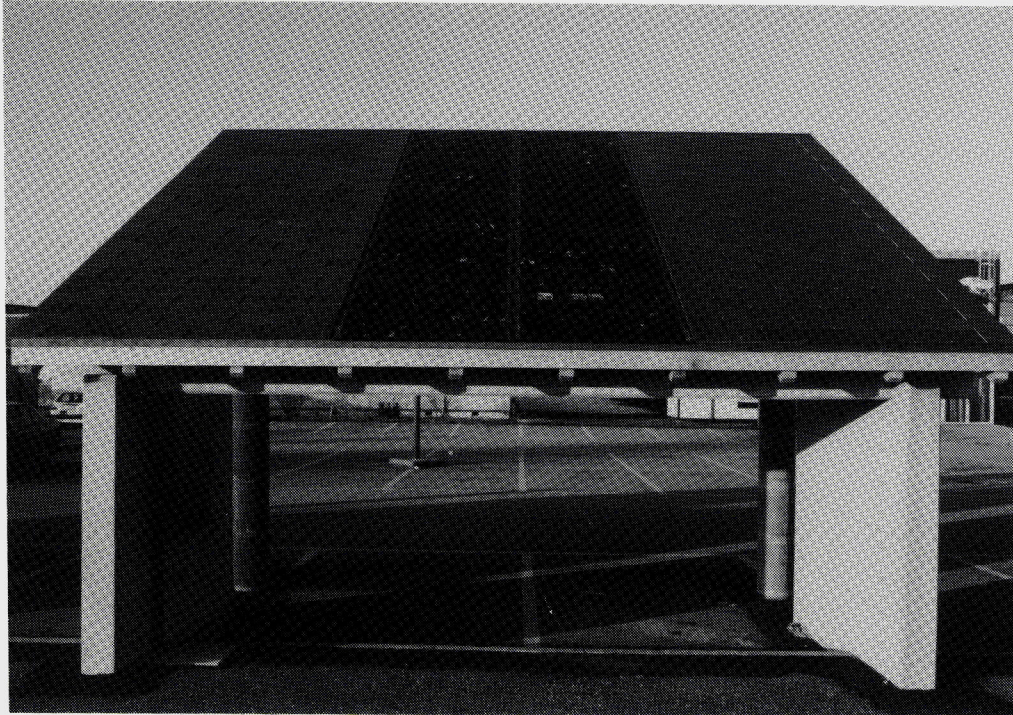


Figure 11 : Pavillon Photowatt.

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

DESCRIPTION

Avec l'aide de l'équipe photovoltaïque du LESO, le fabricant français PHOTOWATT propose le prototype d'une installation constituée de 10 modules photovoltaïques. Ces modules sont 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'est visible extérieurement.

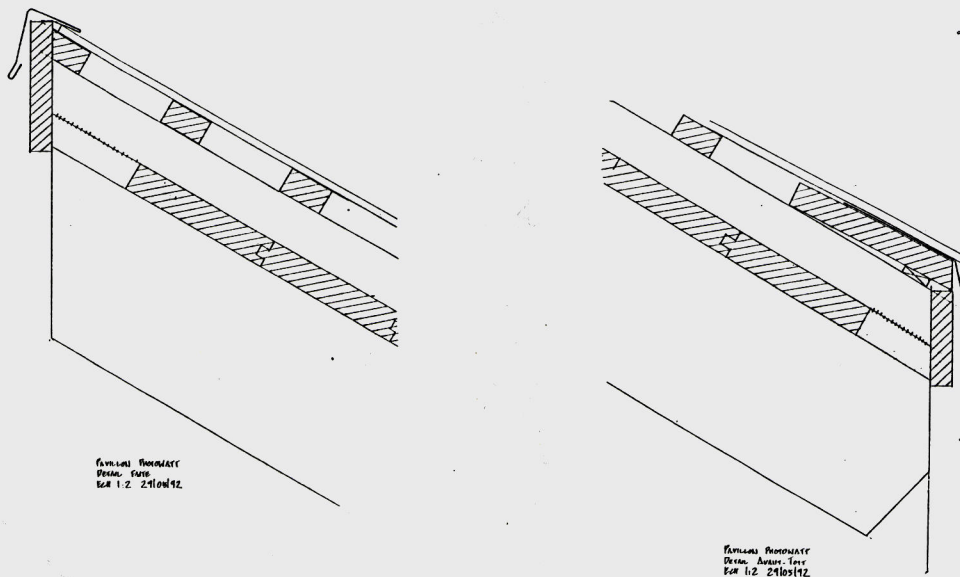
Deux rigoles en tôles de cuivre pliées en forme de "U" récupèrent de part et d'autre des panneaux l'eau de pluie et l'évacuent sur la gouttière.

COMMENTAIRES

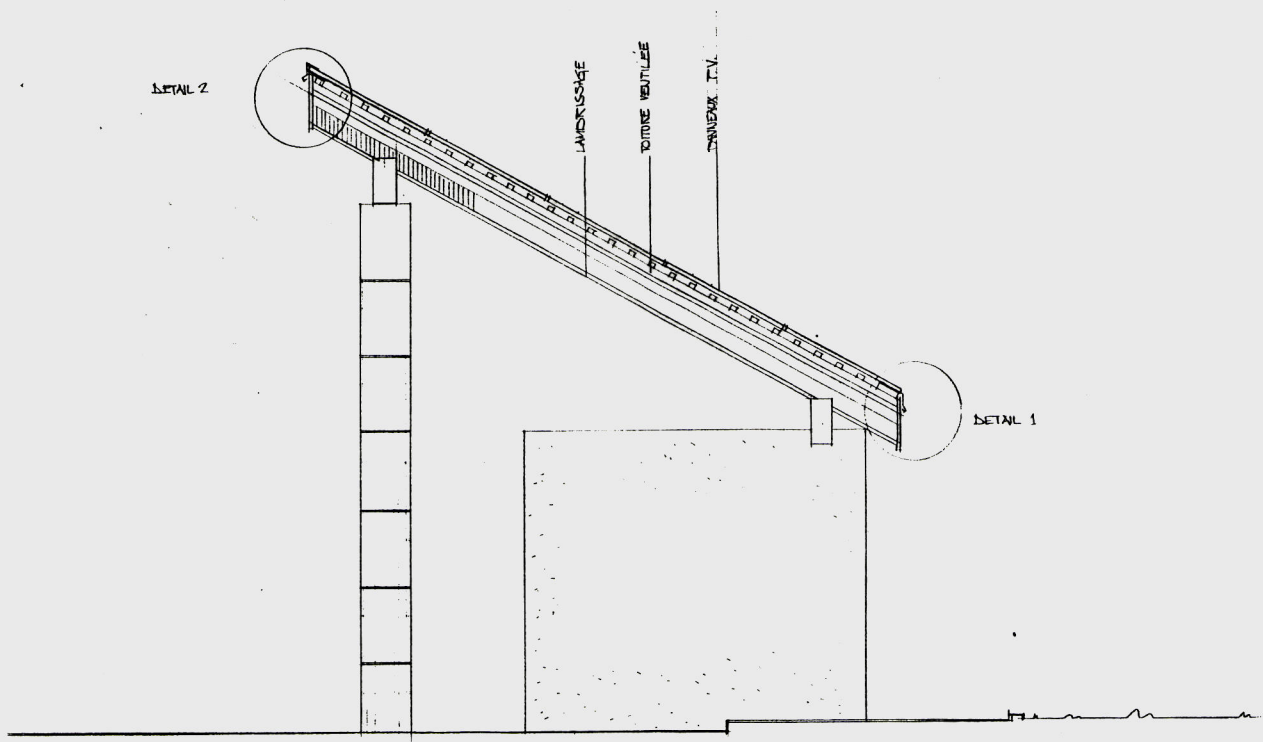
D'un point de vue esthétique, ce pavillon présente un exemple très satisfaisant d'intégration plane en toiture. En effet, l'assemblage de modules polycristallins associé aux plaques Eternit planes permet de fondre dans une même unité esthétique les éléments photovoltaïques.

La durabilité des joints silicones spéciaux suscite en revanche de nombreux commentaires de la part des visiteurs. En effet, dans la construction, une durabilité de 30 années est attendue de tous les matériaux ou assemblages de matériaux, et malgré la spécificité de la mise en oeuvre de ce silicone, une durée de vie de l'étanchéité de cette toiture supérieure à 15 ans paraît bien aléatoire.

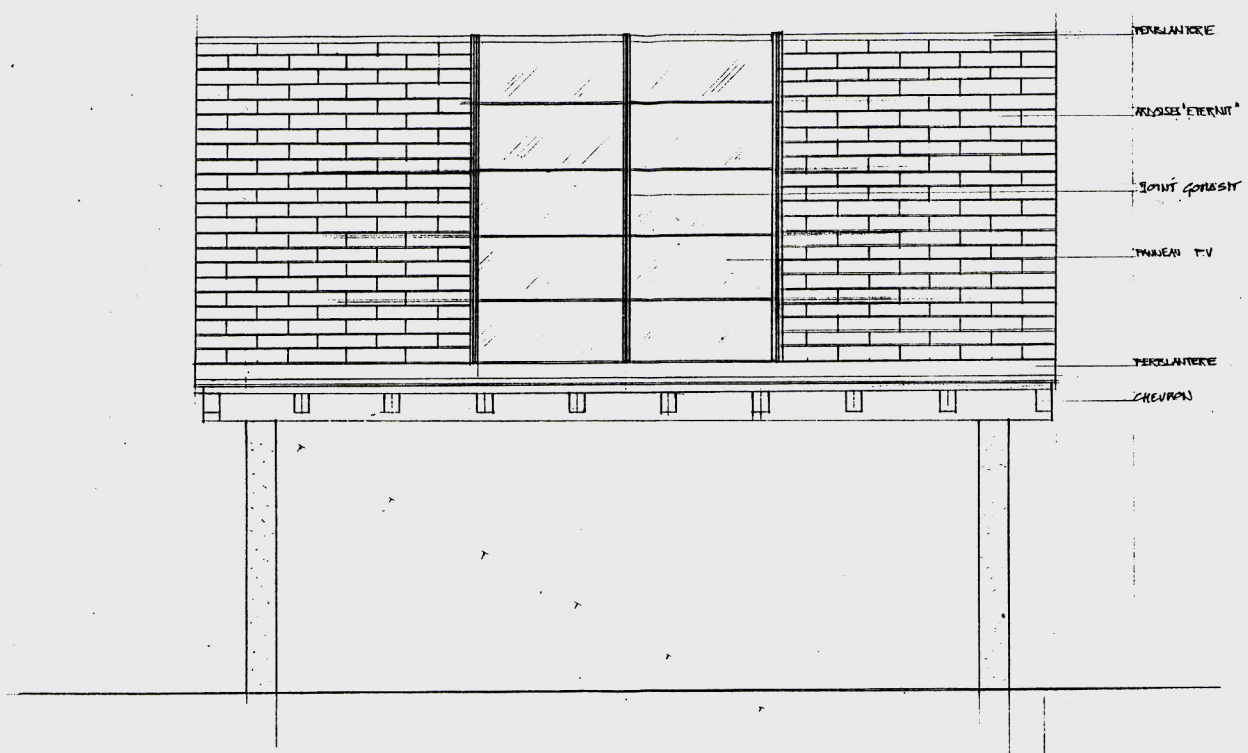
De même, le montage (hissage, puis dépliage) du méga-panneau pesant près de 200 kgs tient de l'exploit sportif. Le montage de très grands panneaux est à proscrire sur toiture inclinée, à moins d'avoir à disposition des moyens de levages mécaniques importants.



Figures 12 et 13 : Détails constructifs.



ÉPFL
 PAVILLON PHOTOVATT
 Coupe Eql 1/20 10.05.92



ÉPFL - LESO
 PAVILLON PHOTOVATT
 VE SIA Eql 1/20 10.05.92

Figures 14 et 15 : Elévation et coupe.

PAVILLON N° 3

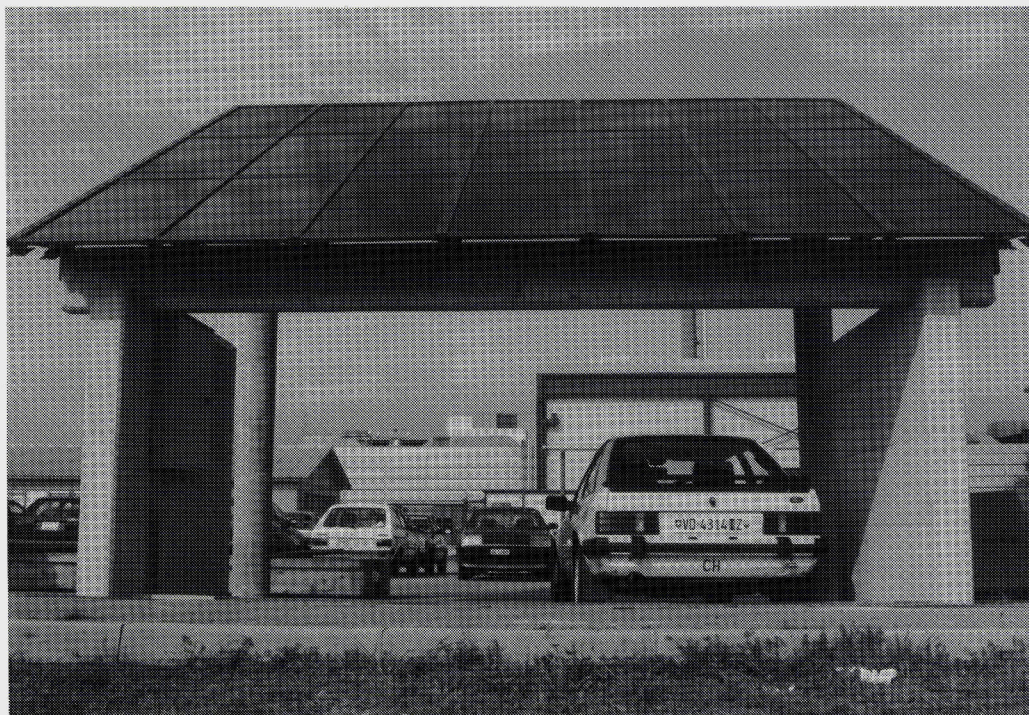


Figure 16 : Pavillon Advanced Photovoltaic Systems.

EXPOSANT

ADVANCED PHOTOVOLTAIC
SYSTEMS

THEME INTEGRATION ARCHITECTURALE

Toiture (inclinaison 30°) type verrière
formée par des profilés aluminium à
rupture de pont thermique soutenant
les modules photovoltaïques standard.

INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE

21 modules APS standard,
technologie amorphe, modules bi-verre.

PUISSANCE, VOLTAGE

1050 W, 114 V

ONDULEUR

SMA SUNKING PV-WR 1800

DESCRIPTION

Le fabricant de modules photovoltaïques Advanced Photovoltaic Systems 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.

COMMENTAIRES

Les architectes sont unanimes : ce pavillon obtient la palme de l'esthétique. Tous les visiteurs 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 APS a modifié son produit 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), la société APS a porté à 4% la transmission lumineuse sur certains de ces panneaux commercialisés (largeur de la découpe au laser variable).

En 1996, la société APS a déposé son bilan. Les panneaux amorphes décrits ci-dessus ne sont donc pour le moment plus disponibles.

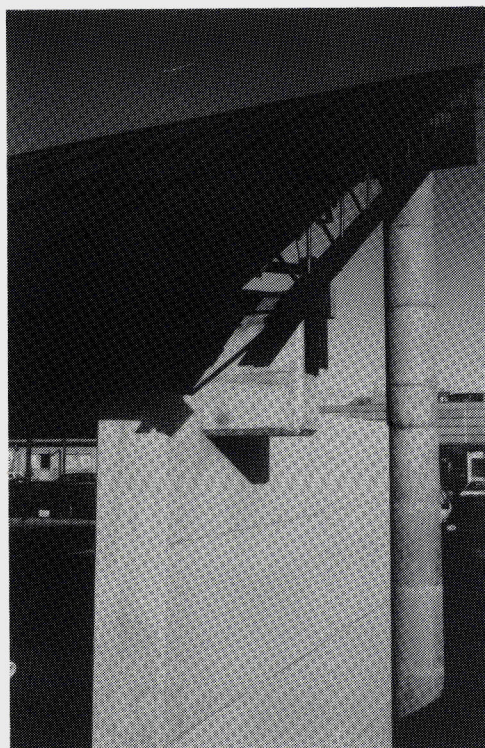
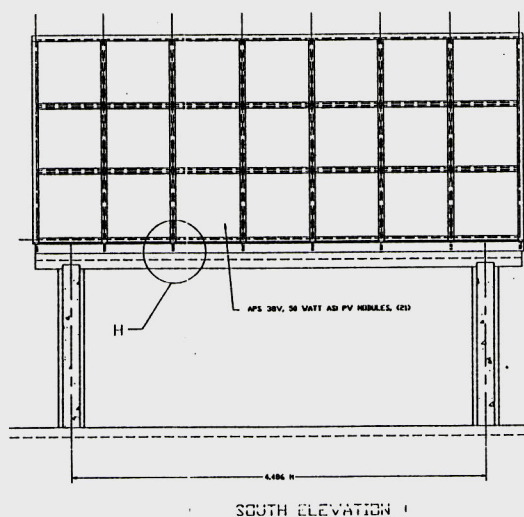
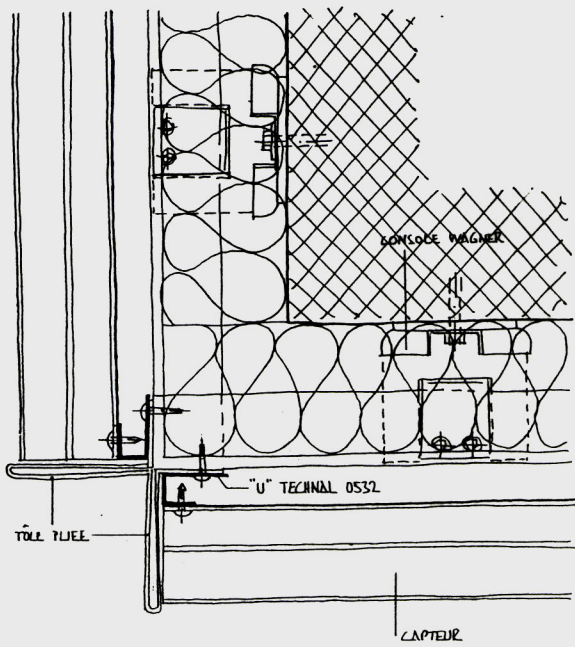


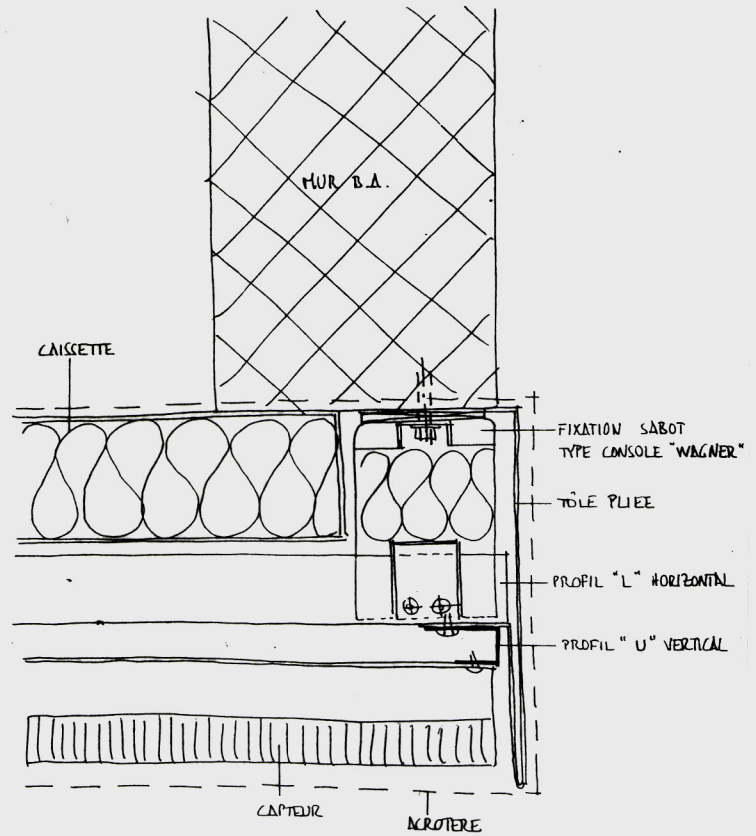
Figure 17 : Détail.

Figure 18 : Elévation sud.

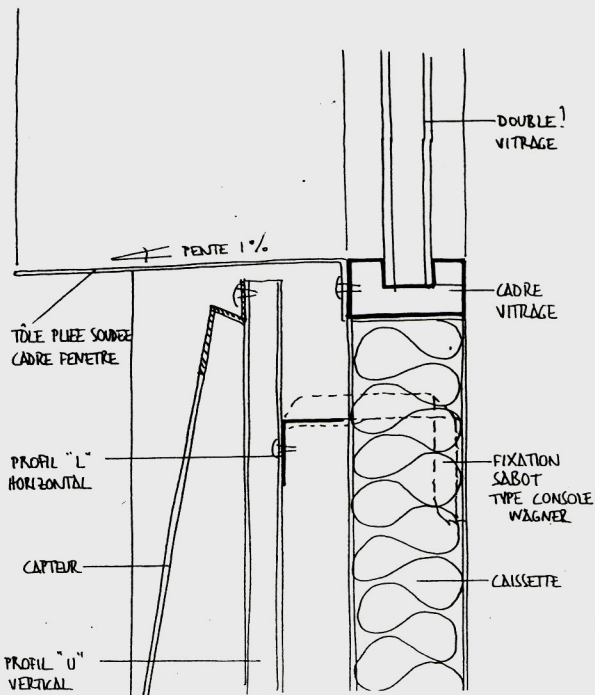
ANGLE EXTERIEUR
Echelle 1/2



ANGLE
Echelle 1/2



TABLETTE DE FENETRE
Echelle 1/2



LINTEAU DE FENETRE
Echelle 1/2

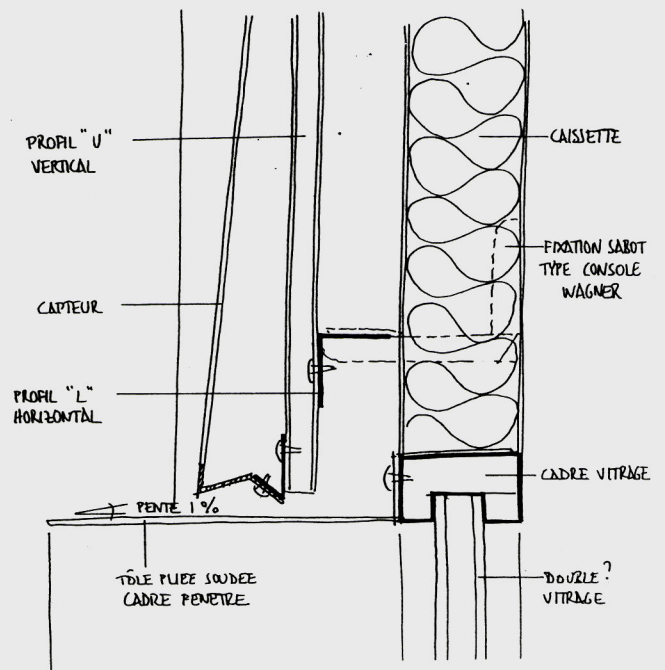


Figure 59 : détails des angles et fenêtres, bardages horizontaux

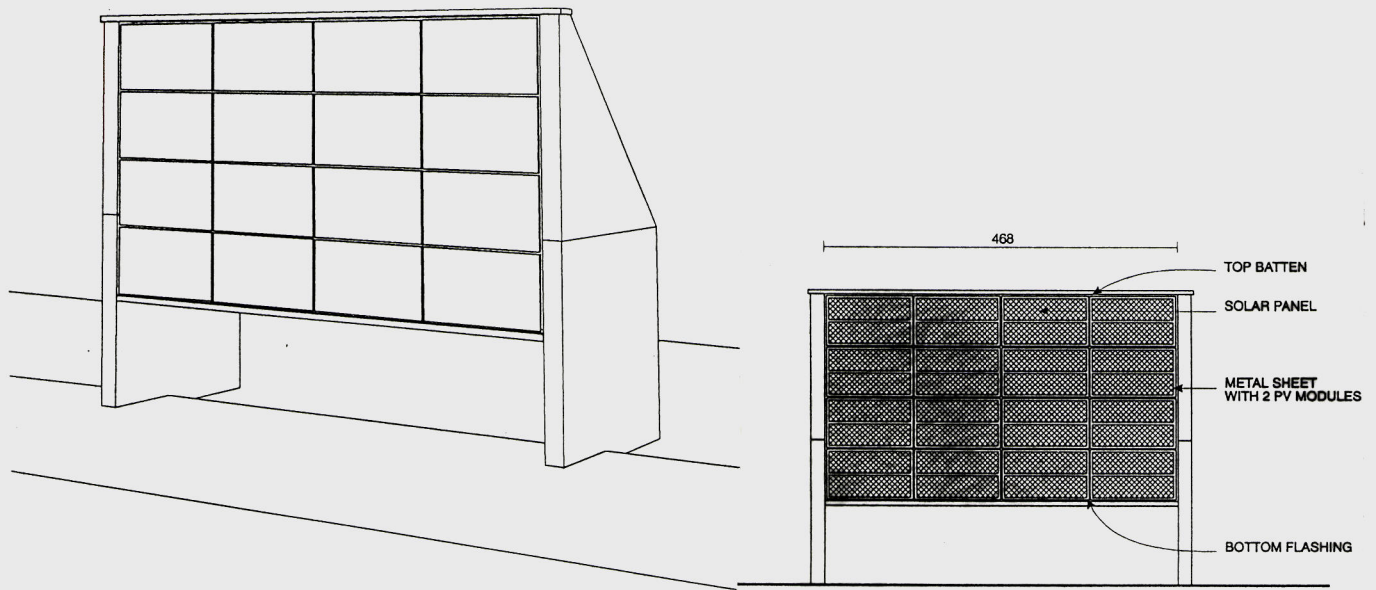


Figure 55 : Système à cassettes, vue perspective et façade

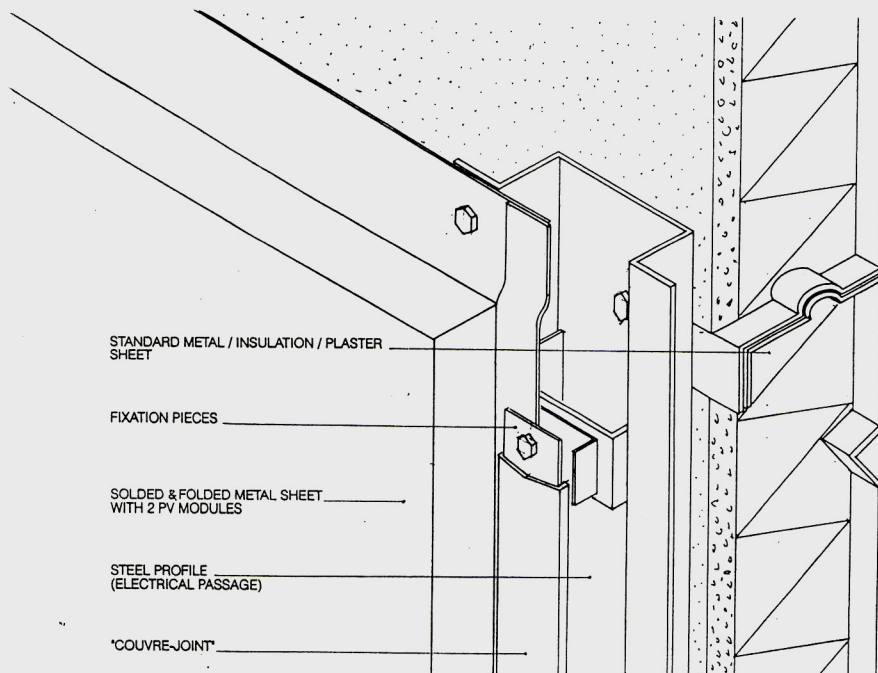


Figure 56 : Système à cassettes, détail-type

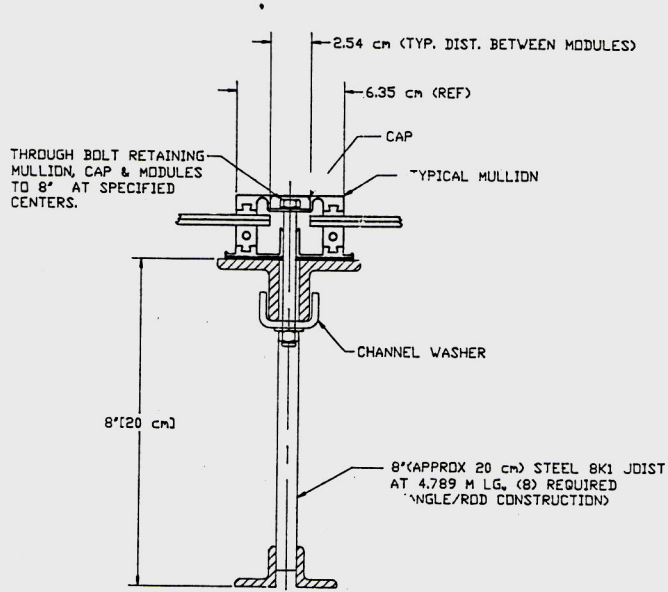


Figure 66 : les animateurs devant un des stands du Demosite pendant la transmission

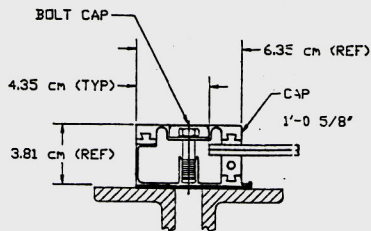


Figure 67 : le régisseur contrôle la qualité des images transmises en direct à Paris.

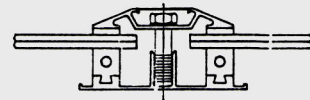
TRUE PLAN VIEW OF ARRAY



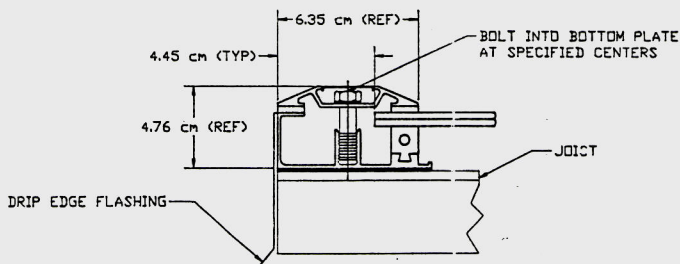
(A) TYPICAL MULLION
DETAIL THRU JOIST



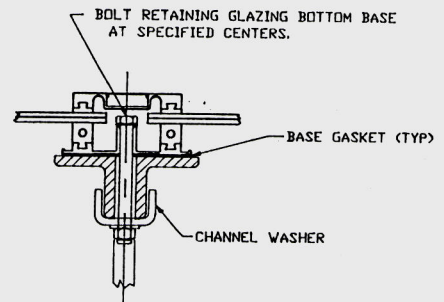
(B) MULLION DETAIL @ RAKE & RIDGE



(D) LATERAL MULLION DETAIL



(C) MULLION DETAIL AT EAVE



DETAIL AT BASE BOLT

Figure 19 : Plusieurs détails d'assemblage.

PAVILLON N° 4

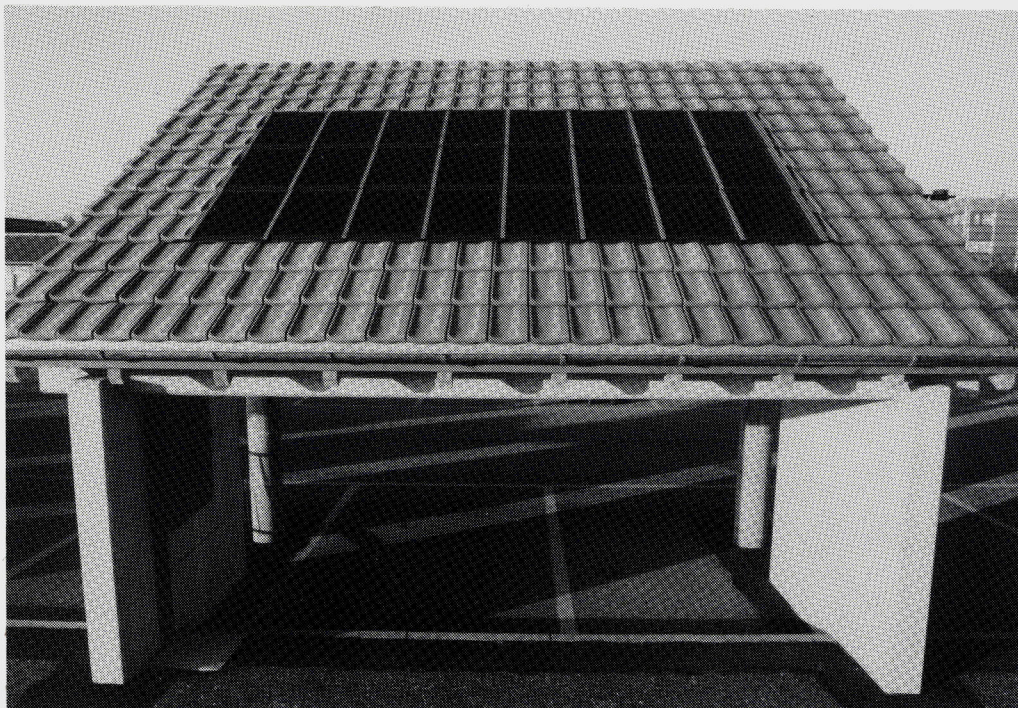


Figure 20 : Pavillon Newtec.

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

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'élément de construction photovoltaïque pour toiture. 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 adjacent.

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 21 : Détail

PAVILLON N° 5

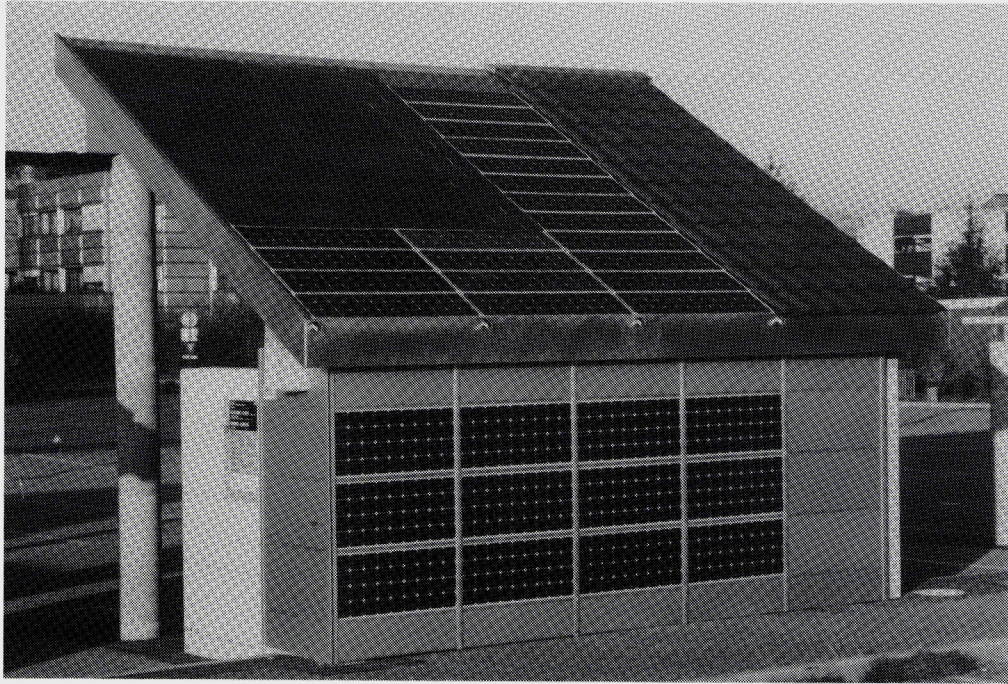


Figure 25 : Pavillon EWI, ALUSUISSE - LONZA et SIEMENS.

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.

DESCRIPTION

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

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

COMMENTAIRES

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

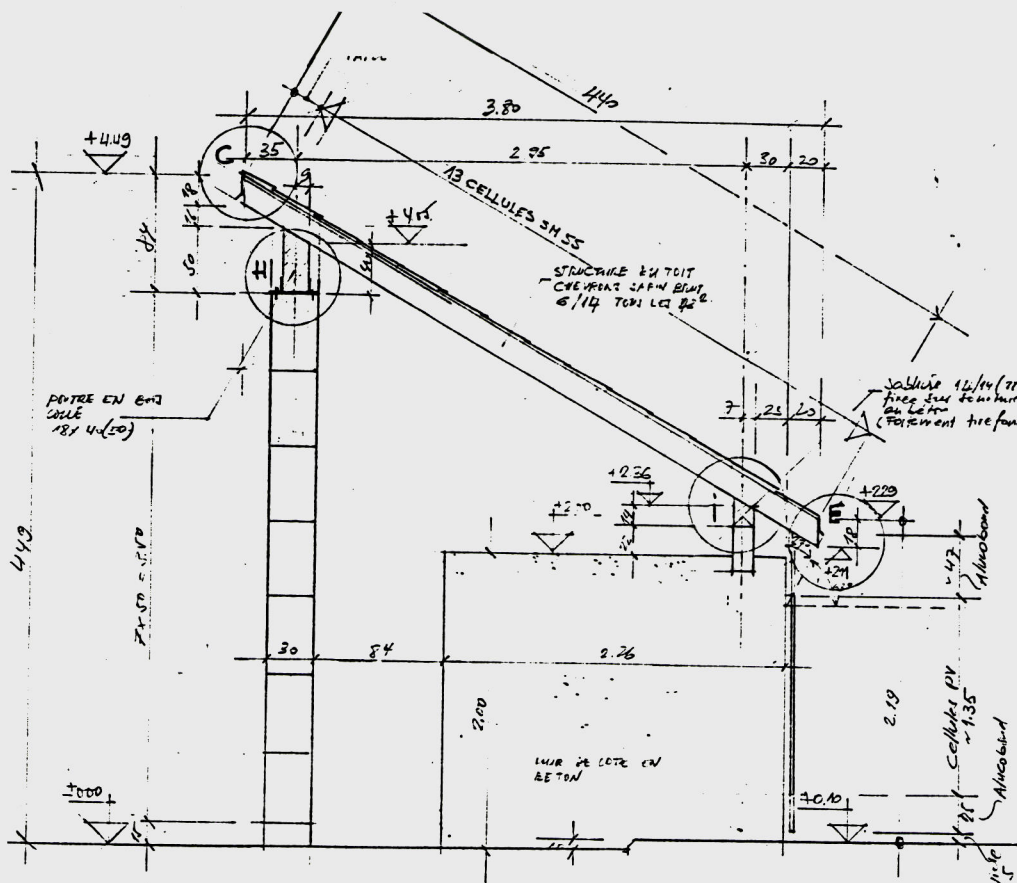


Figure 26 : Coupe.

PAVILLON N° 6



Figure 27 : Pavillon Colt et Solution.

EXPOSANT

COLT INT. 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.

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 et qui offrent 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'oeuvres 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 n'a pas une longévité adéquate en rapport à la durée de vie espérée du bâtiment (comme le pavillon PHOTOWATT, ce silicone a été mis en oeuvre en atelier selon une technique particulière brevetée; après 6 années de mise en place, il conserve toutes les caractéristiques d'un silicone neuf), et les 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.

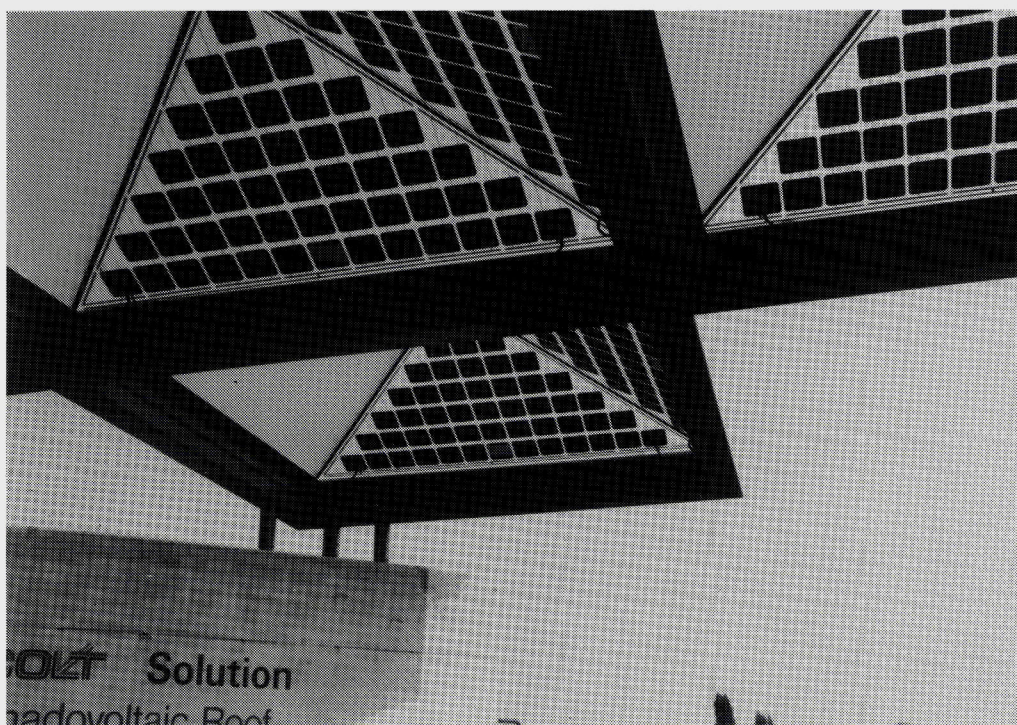
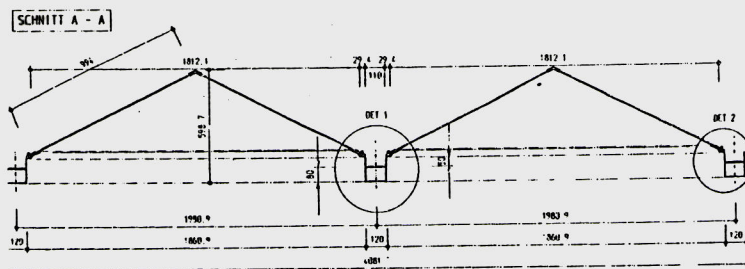
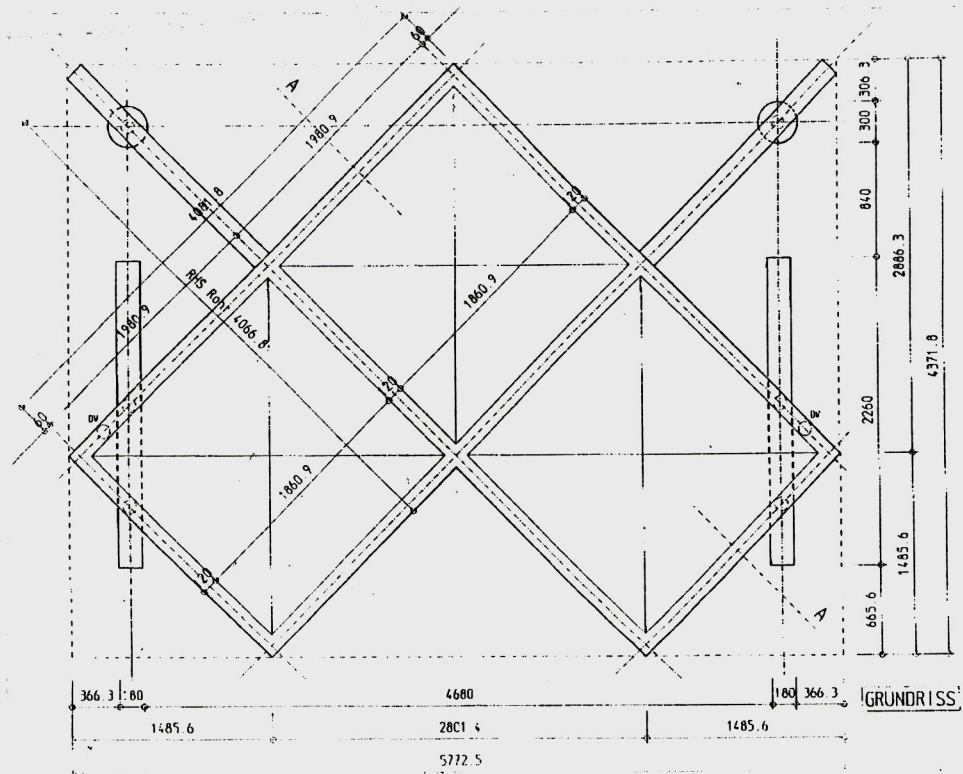
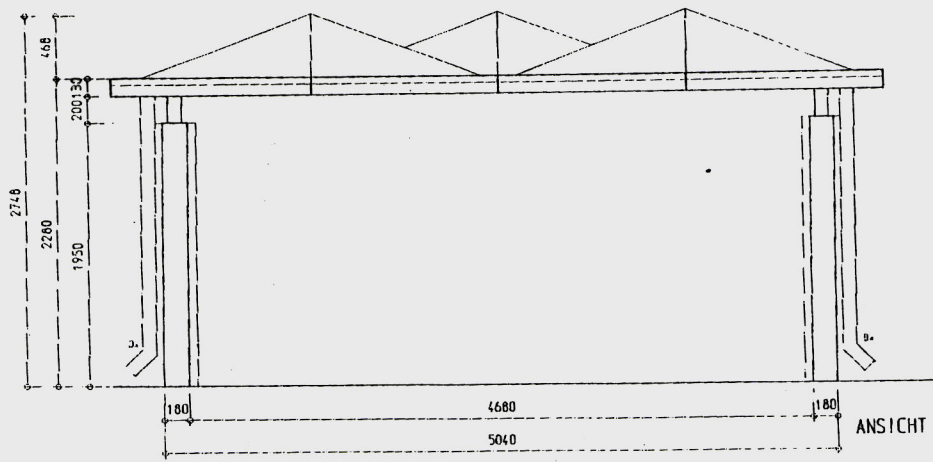
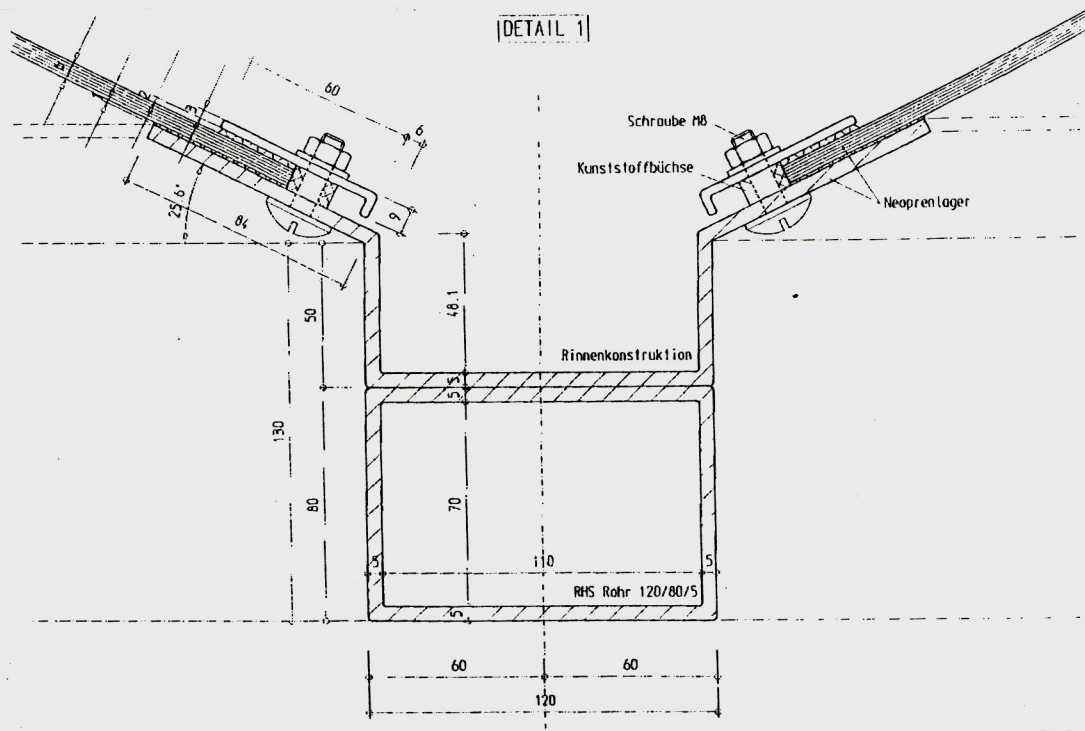
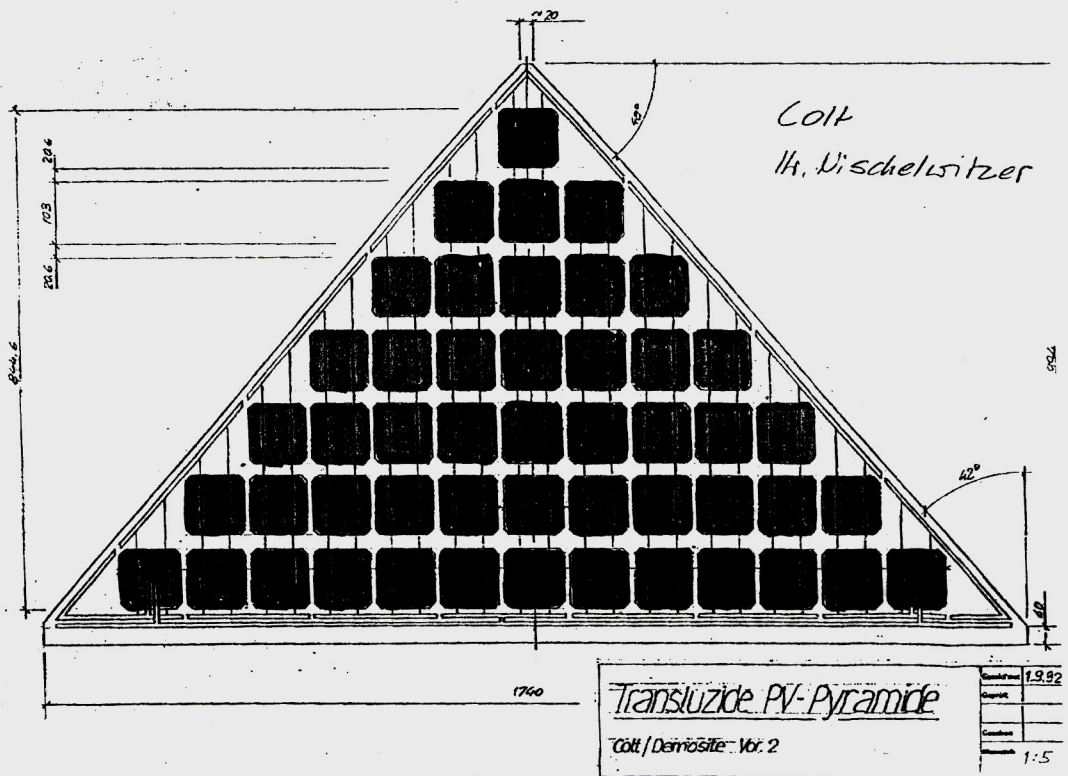


Figure 28 : Détail.



Figures 29 : Elévation, plan et détail.



Figures 30 : Détails.

PAVILLON N° 7 A (jusqu'en 1995)



Figure 31 : Pavillon 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

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 sont lamifiées les cellules photovoltaïques avec de l'EVA. Un film de TEFZEL assure le rôle de protection frontale.

Ces nouveaux éléments de couverture sont 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 est assurée par un profil de recouvrement en acier thermolaqué.

COMMENTAIRES

Ce produit photovoltaïque est révolutionnaire car, comparativement à tous les autres modules verre/verre ou verre/Tedlar, cet élément photovoltaïque est souple, léger et peut être mis en forme par pliage. La concrétisation de ce pavillon en élément de construction à DEMOSITE laisse, en revanche, plus d'un visiteur sceptique. En effet, esthétiquement, les profilés de recouvrement en métal thermolaqué sont trop saillants, trop rapprochés et donc trop voyants. De plus, ce système constructif est exposé à côté de tuiles mécaniques ayant une tout autre apparence, ce qui soulève, de la part du public, de l'incompréhension.

Techniquement, les éléments photovoltaïques ne sont pas plans, ils se cintrent légèrement et donnent à l'ensemble de ce système de toiture une apparence peu crédible.

U.S.S.C.
Sep. 17, 1992

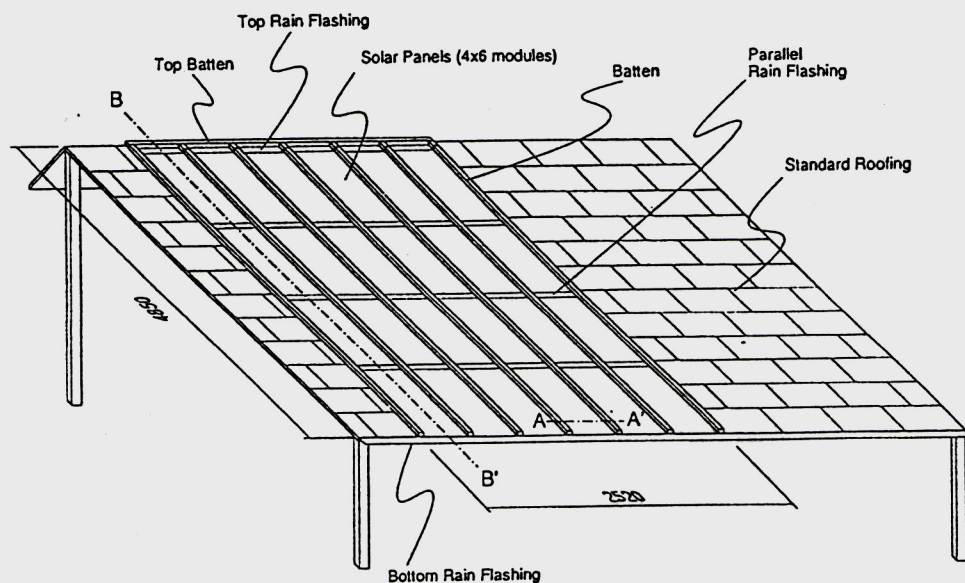
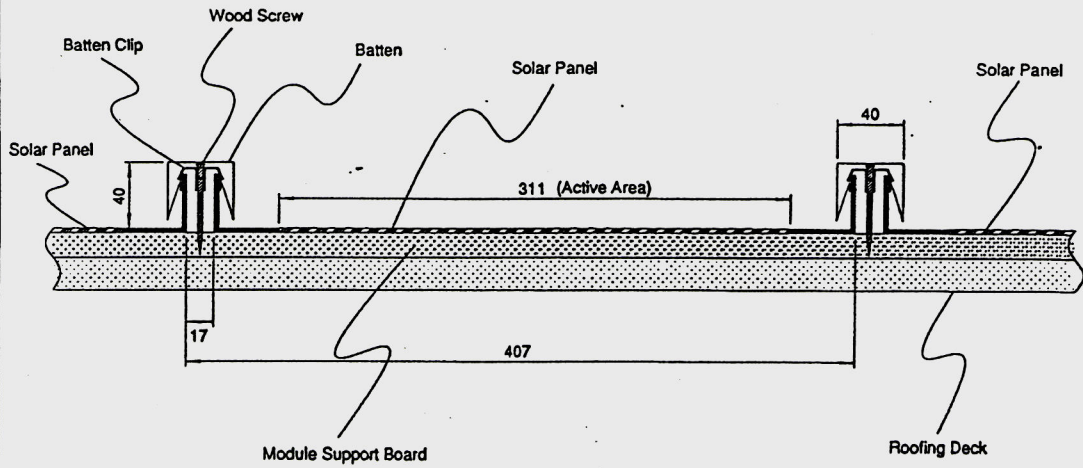


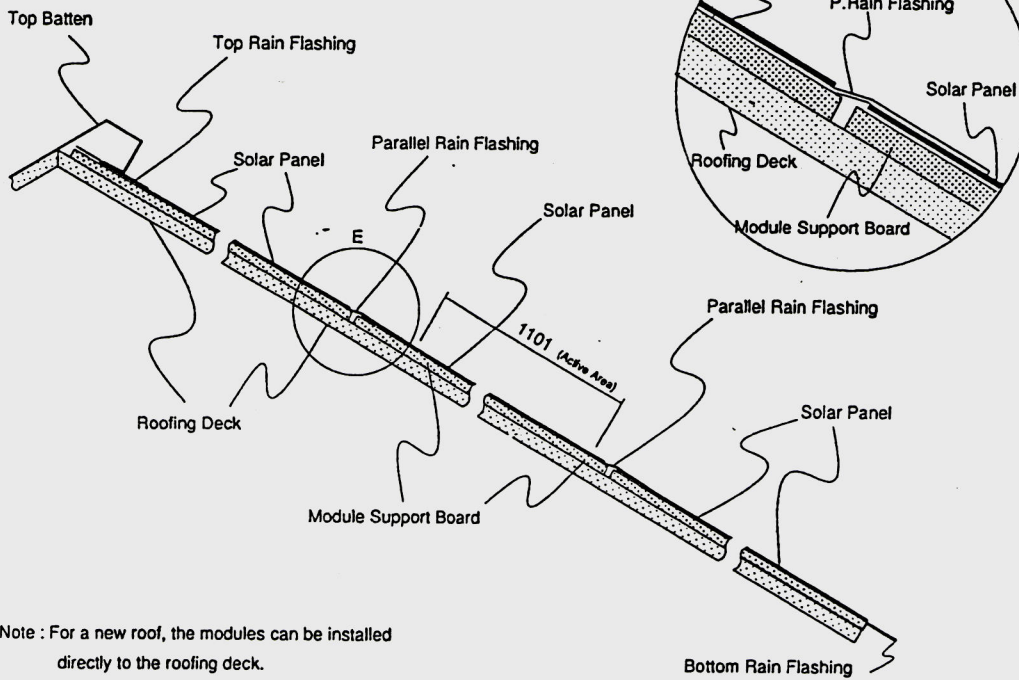
Figure 32 : Axonométrie.

Cross Section A-A'



Schematic View of Cross Section B-B'

Enlargement of E



Figures 33 : Détails

PAVILLON N° 7 B (dès 1995)

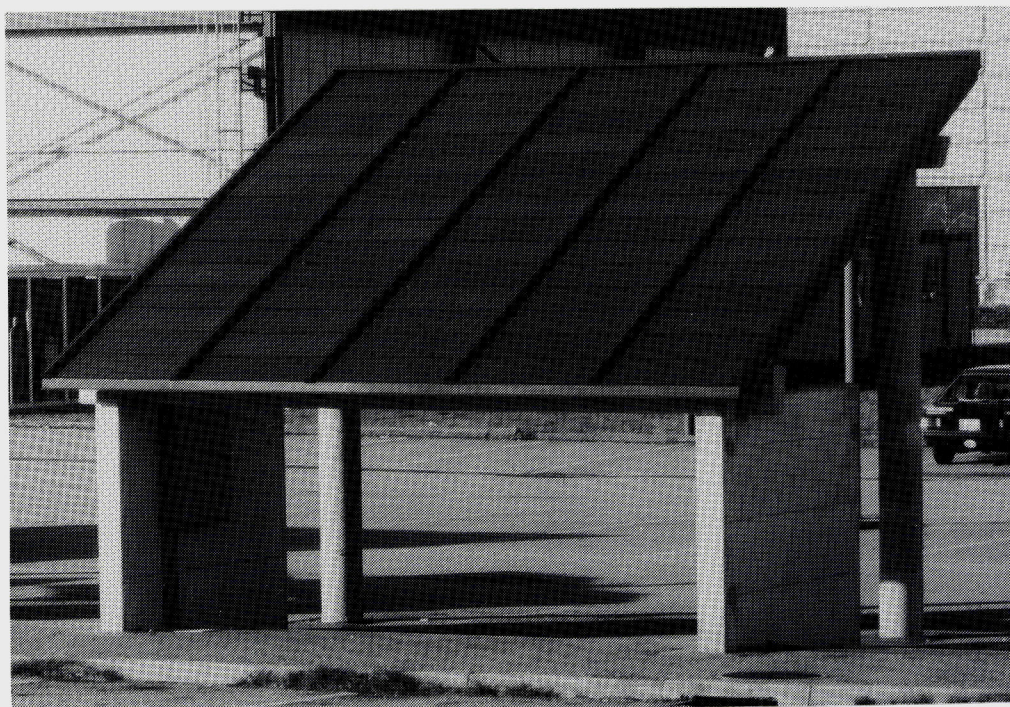


Figure 34 : Pavillon UNI-SOLAR

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 PHOTOVOLTAÏQUE

14 branches de 5 modules en série

PUISSANCE, VOLTAGE

1070 W, 66 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

DESCRIPTION

Suite à la construction du pavillon N° 7A 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 aux 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 prototype 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 Auvernier, Neuchâtel, CH

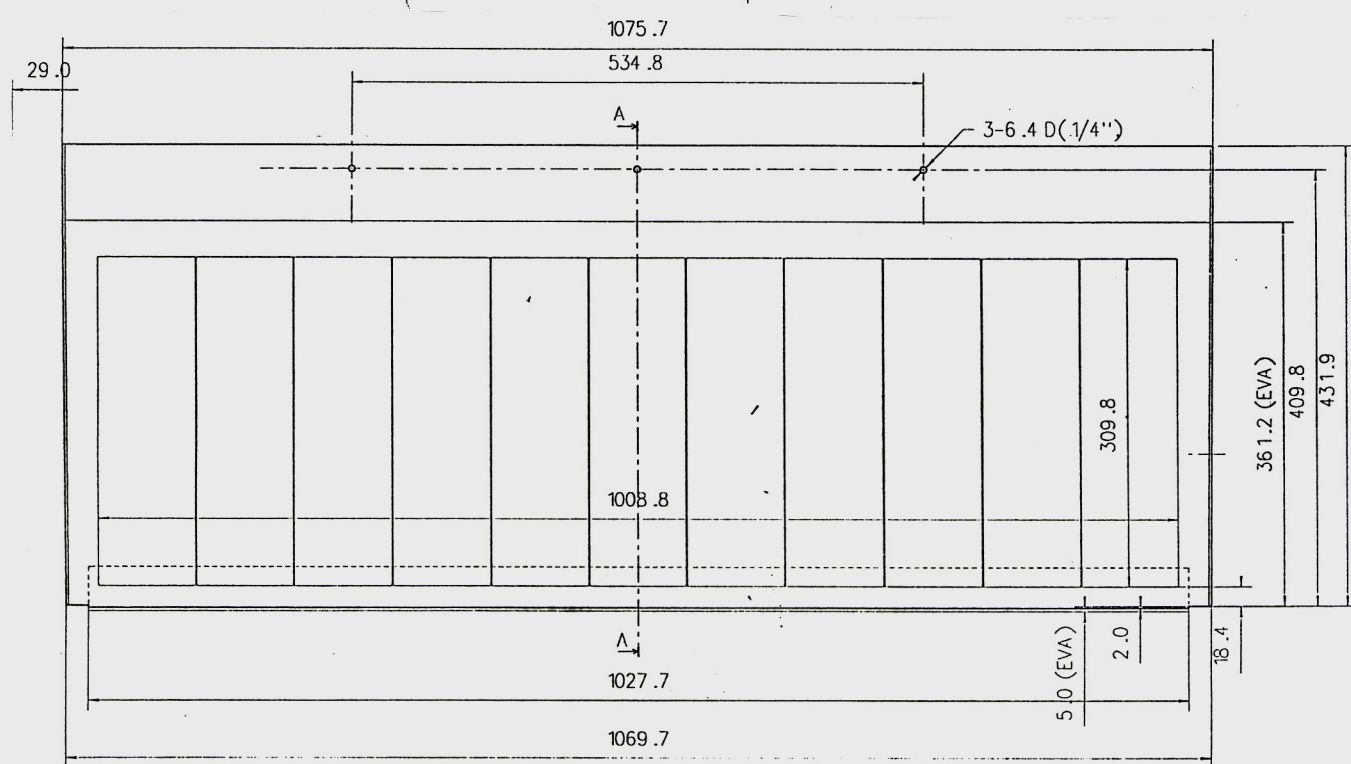
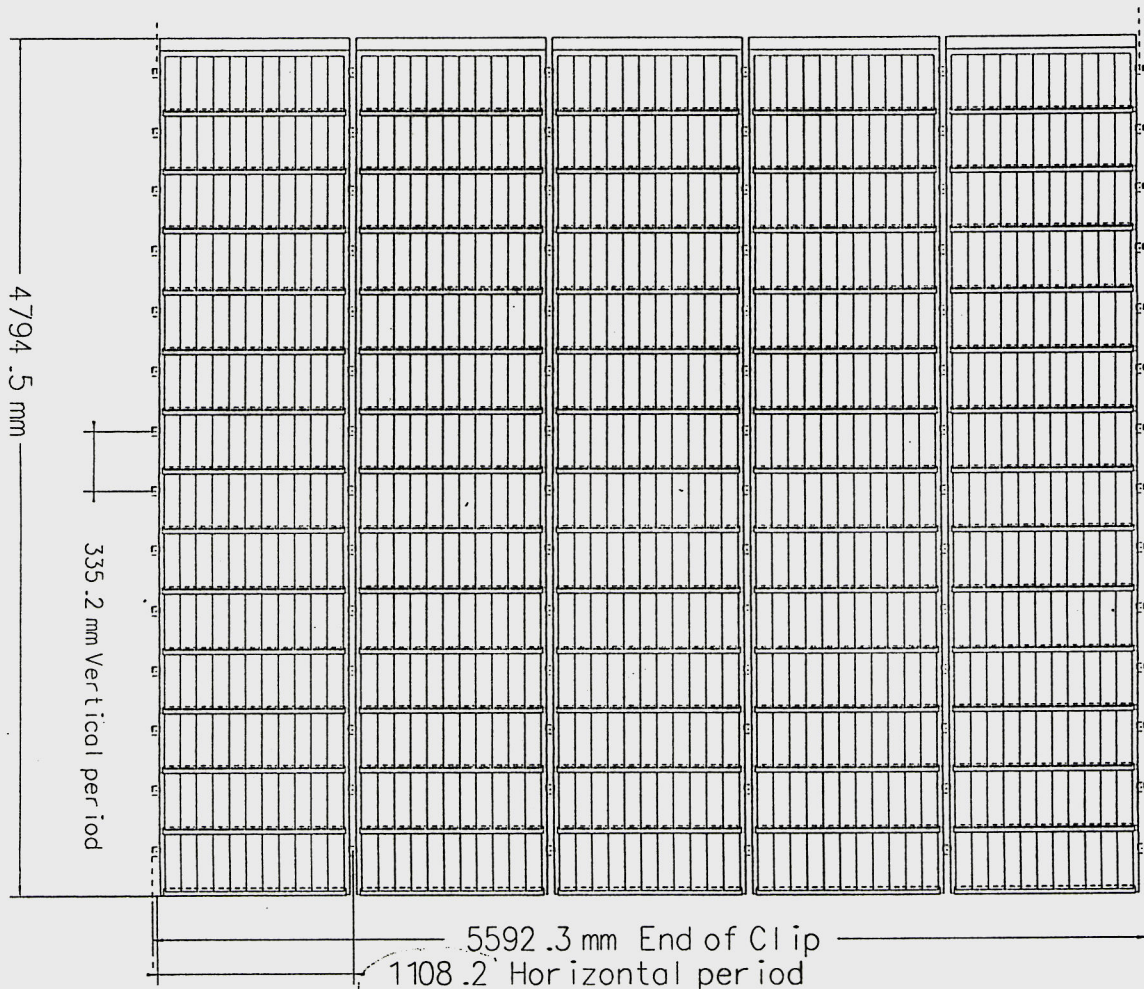
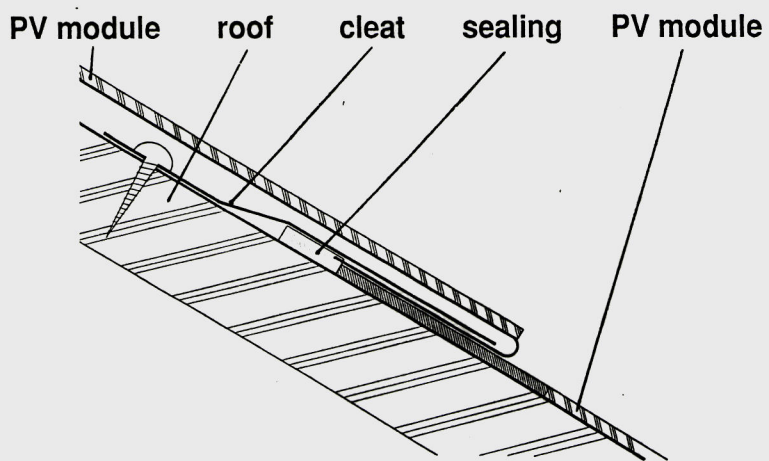
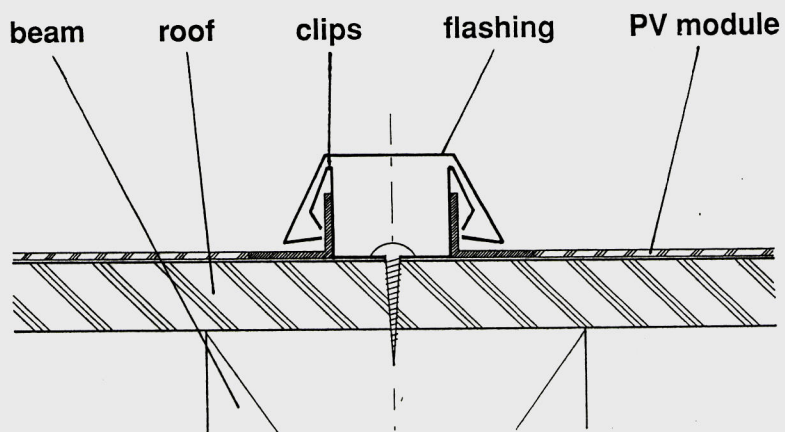


Figure 35 : Plans de la toiture et d'un module



horizontal junction



lateral junction

Figures 36 : Détails constructifs du système

PAVILLON N° 8



Figure 37 : 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 PHOTOVOLTAIQUE

14 modules photovoltaïques translucides sur mesure, cellules monocristallines SIEMENS.

PUISSANCE, VOLTAGE

756 W, 67 V

ONDULEUR

ASP TOPCLASS 1500 GRID

DESCRIPTION

La firme COLT a conçu ce prototype spécialement pour DEMOSITE. Sept lamelles en verre/TEDLAR sont disposées devant une portion de façade vitrée de 3 mètres de hauteur. Ces lamelles sont orientables de la position verticale à la position horizontale; les positions sont 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 est boulonnée sur deux corbeaux métalliques emboutis dans un tube acier mobile sur un axe (c.f. coupe technique). Les câblages ont été entièrement intégrés à la structure métallique. Une motorisation hydraulique permet 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 réalisées ou sont en voie de réalisation: 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 38 : Détails

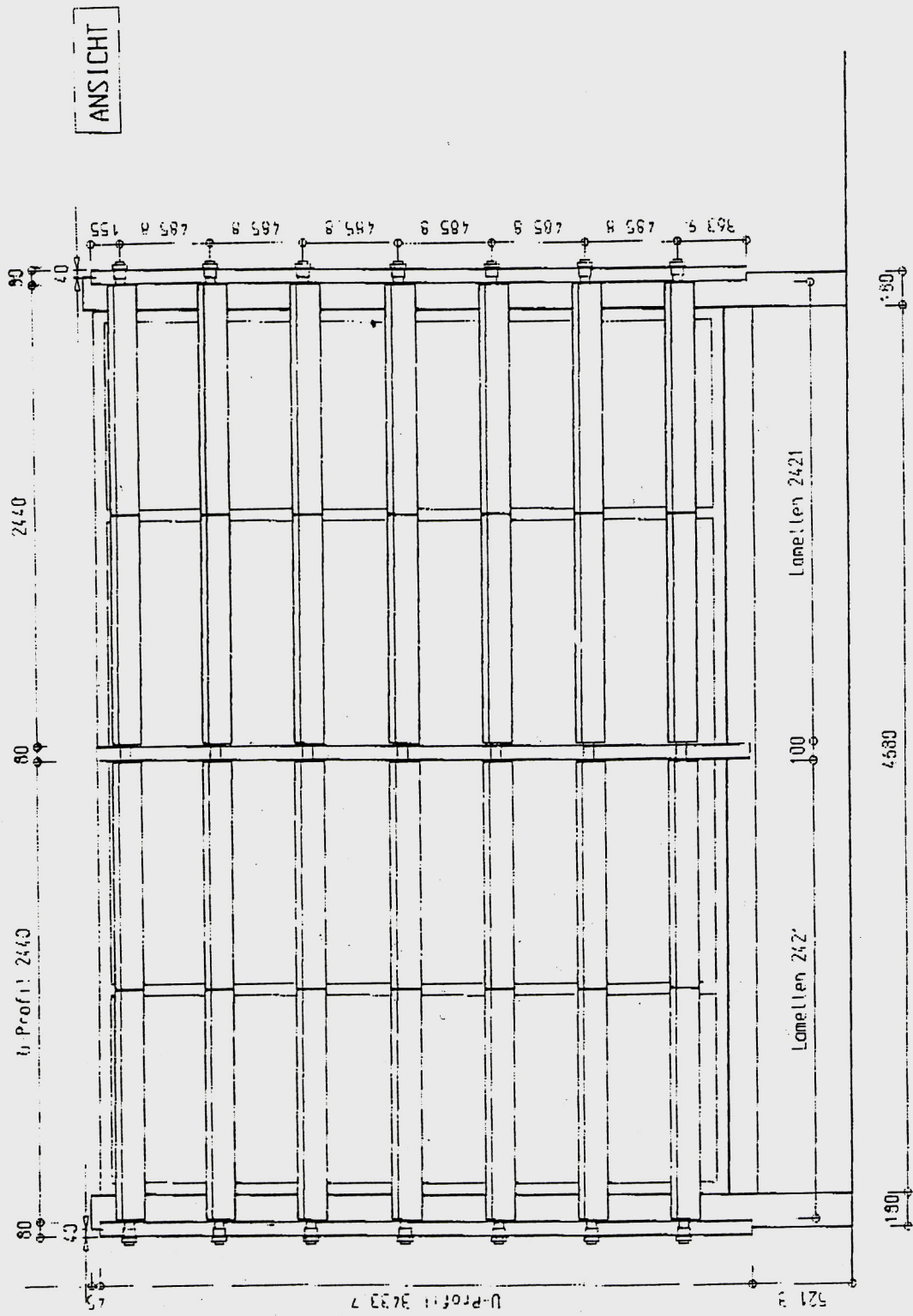
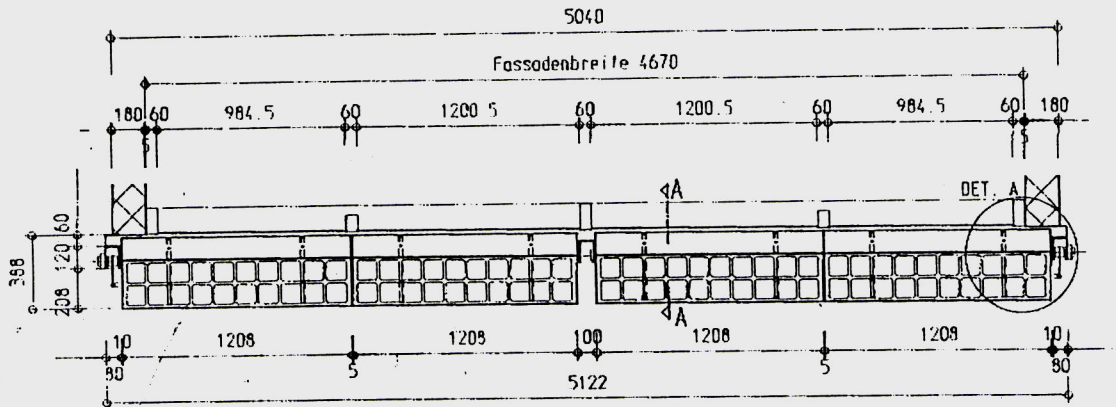


Figure 39 :Elevation.

GRUNDRISS LAMELLENKONSTRUKTION UND FASSADE



DETAIL A

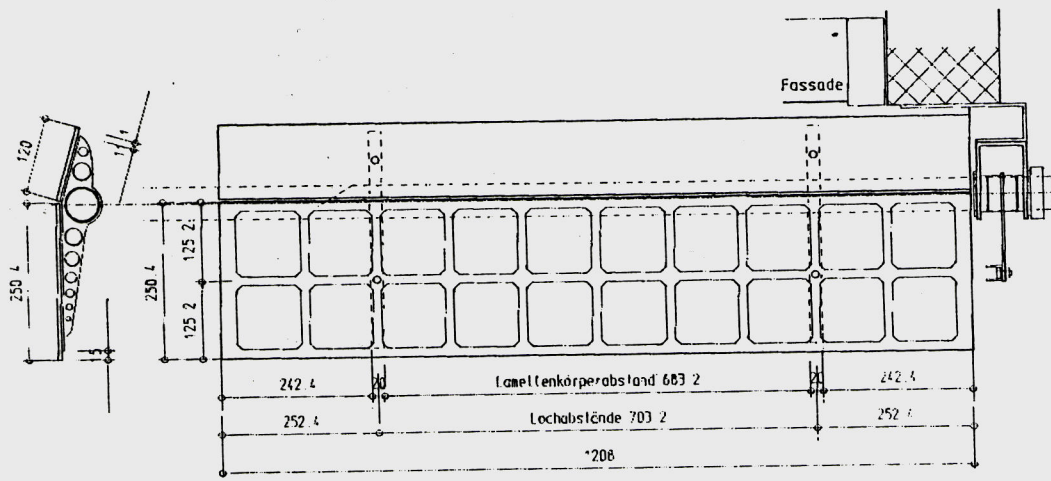


Figure 40 : Vue en plan et détail d'un élément brise-soleil photovoltaïque.

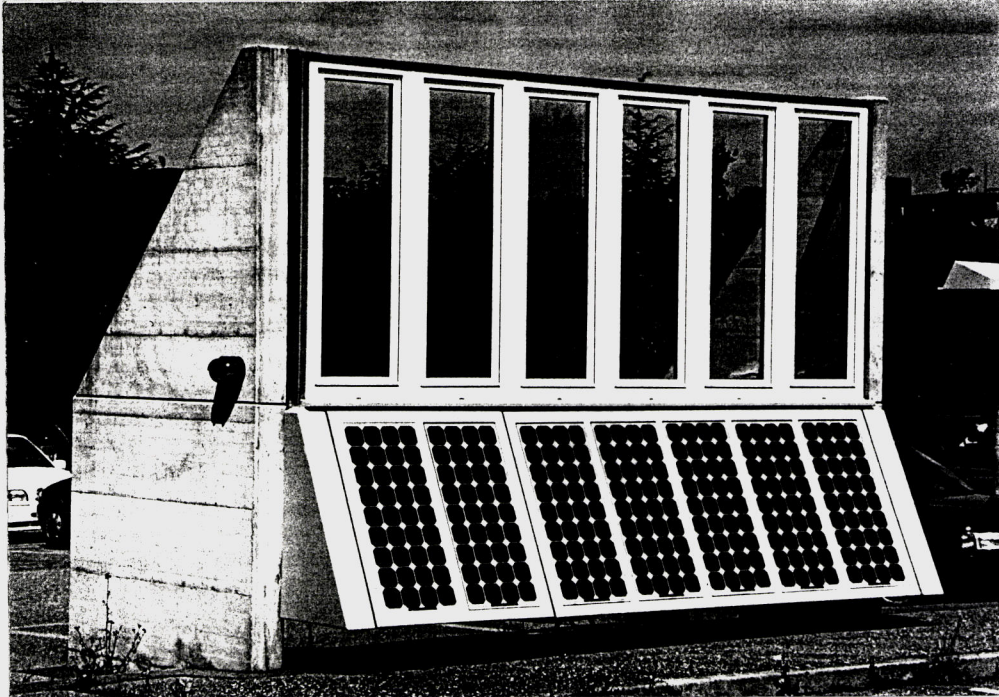


Figure 41 : Pavillon IT POWER

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

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, vues 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 ouvragée.

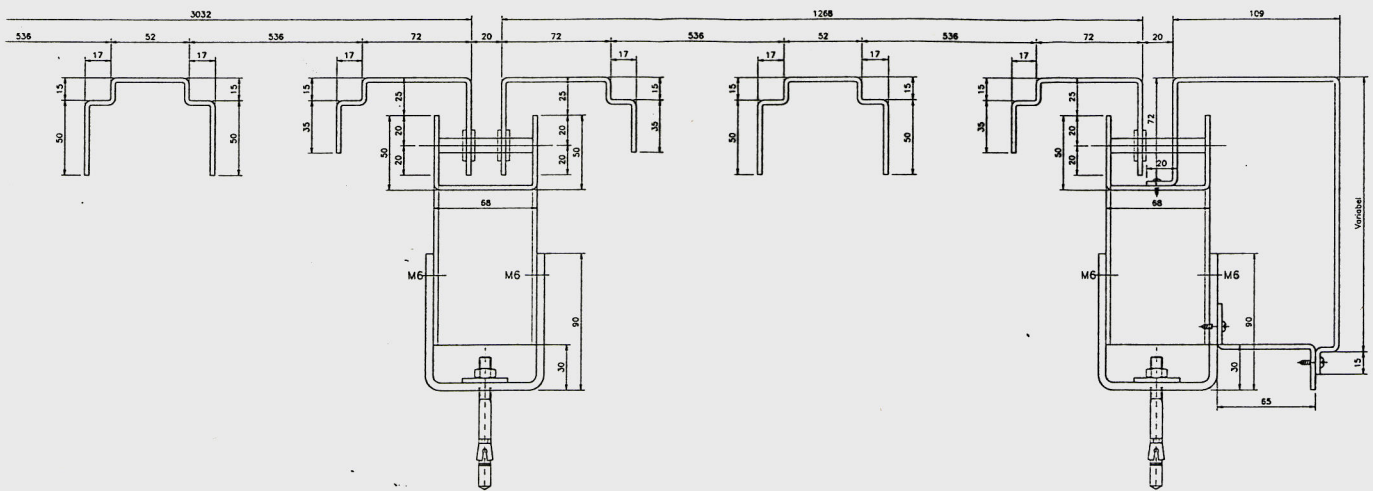


Figure 42 : Détail des allèges

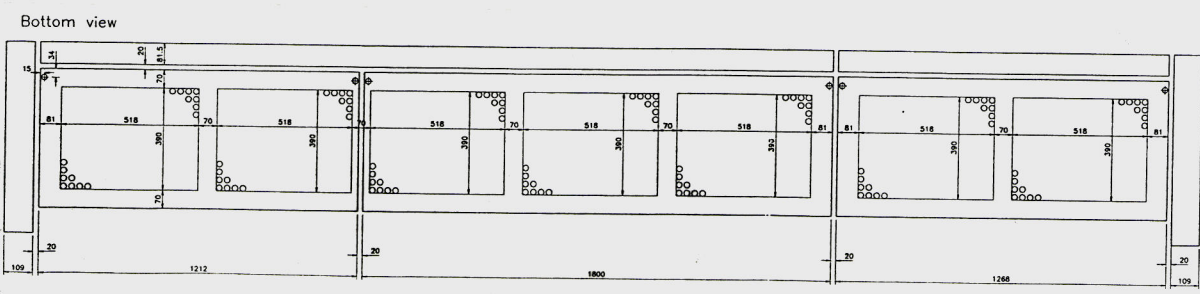
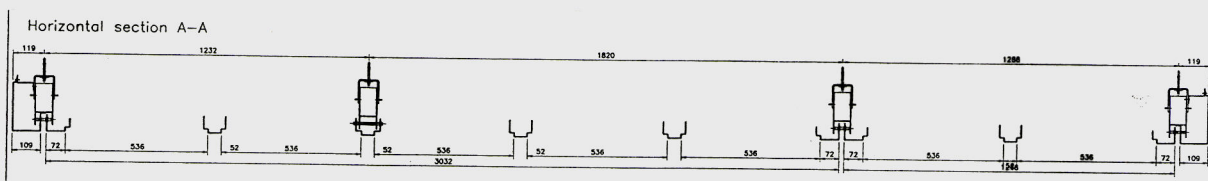
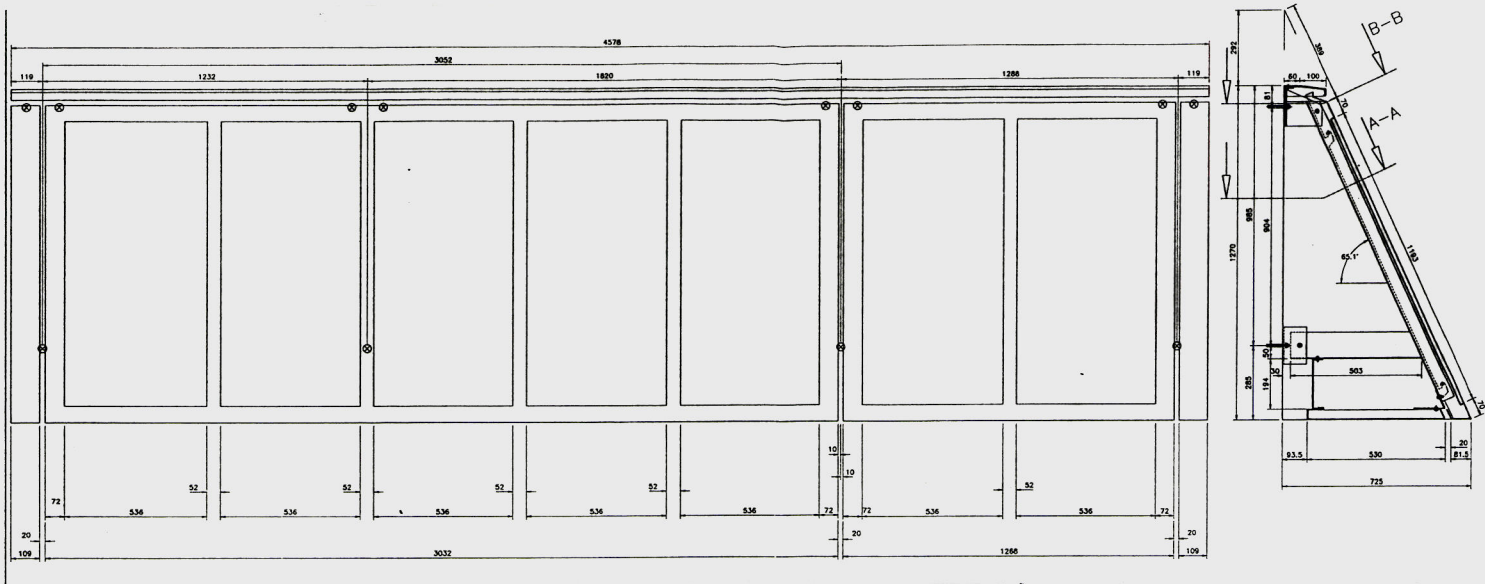


Figure 43 : Vue , coupes et plans des allèges



Figure 44 : Vues de la façade du bâtiment de l'université de Northumbria

PAVILLON N° 10



Figure 45 : 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 PHOTOVOLTAÏQUE

24 modules monocristallins BP-SOLAR standard sans cadre métallique.

PUISSANCE, VOLTAGE

936 W, 102 V

ONDULEUR

SMA SUNKING PV-WR 1800

DESCRIPTION

Ce pavillon a été développé conjointement par les firmes ALPHA REAL et PMS ENERGIE en collaboration avec l'UBS et le LESO-PB.

Une tôle en acier thermolaqué, pliée selon une forme particulière (c.f. coupe Fig. 40), permet de réaliser une étanchéité totale de la toiture. Les éléments photovoltaïques sont ensuite collés (bande autocollante) sur des profilés métalliques rivetés à la face inclinée. Des rigoles placées

transversalement récupèrent les eaux pluviales pour les évacuer à l'extérieur de la construction ou dans un chéneau.

COMMENTAIRES

Pour la plupart des constructeurs visitant DEMOSITE, ce pavillon présente un concept constructif intéressant, malheureusement non encore totalement abouti.

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 n'a pas encore atteint sa pleine maturité.

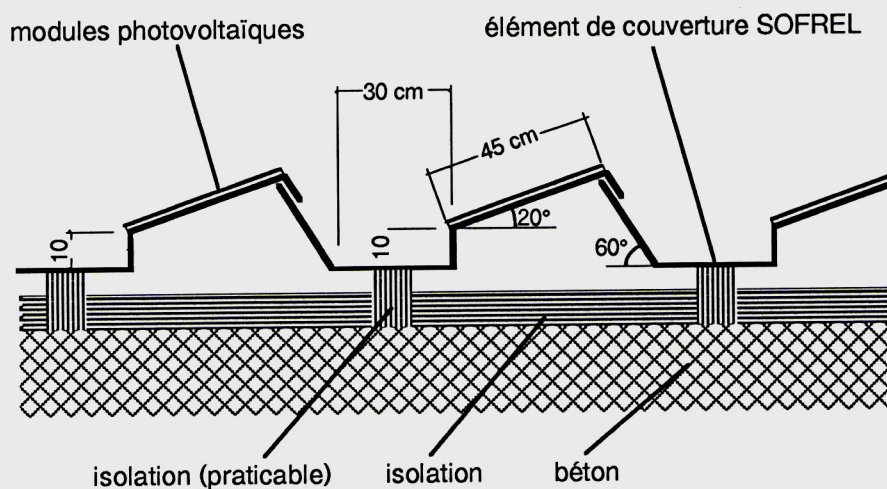
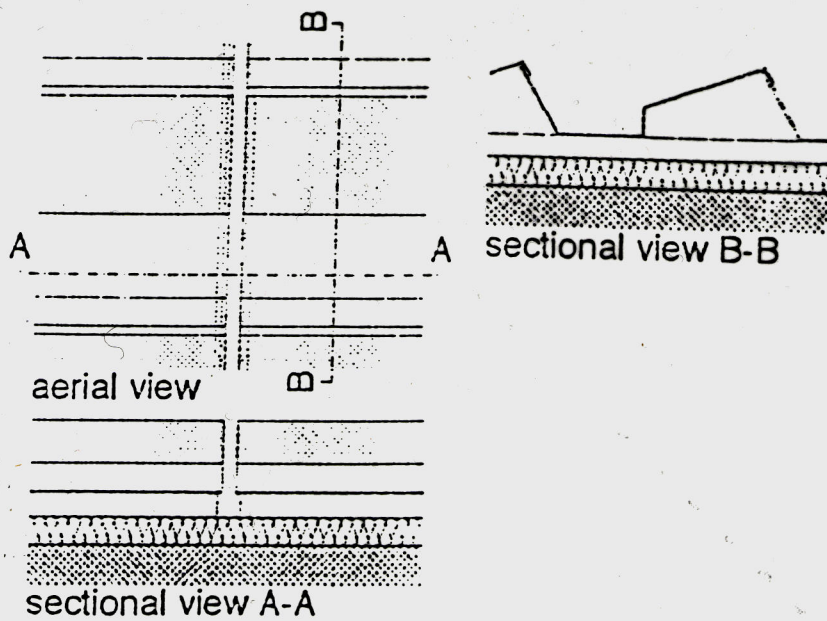
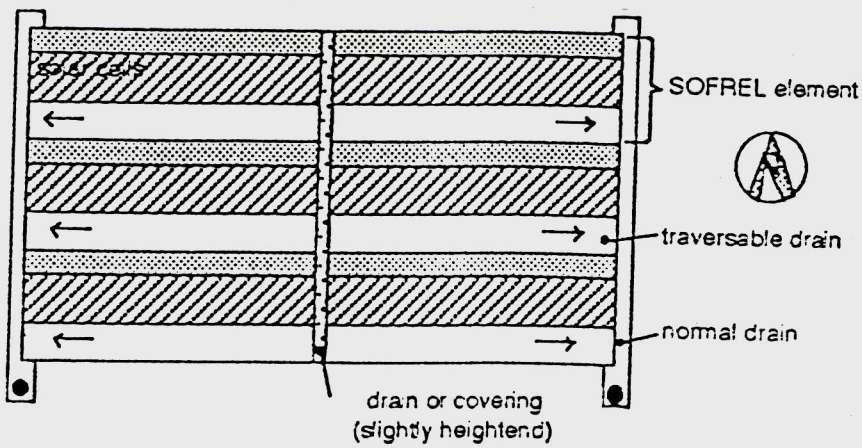
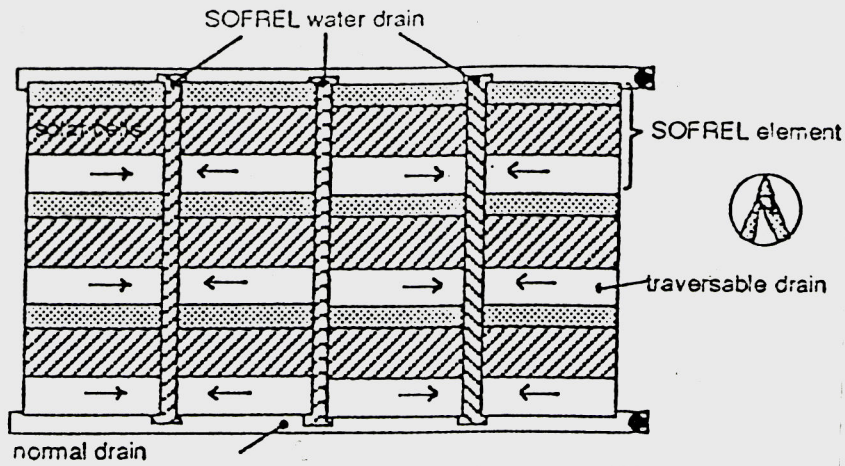


Figure 46 : Coupe-type.



Figures 47 : Plan, détail et coupe avec système de récupération des eaux de pluie.

PAVILLON N° 11

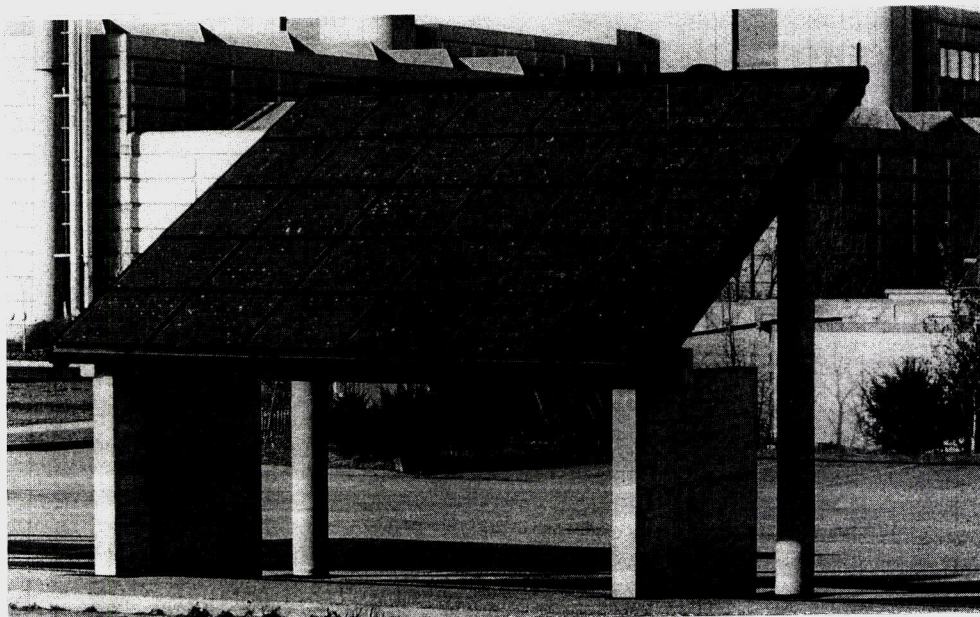


Figure 48 : Pavillon MSK

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

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 associées 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.

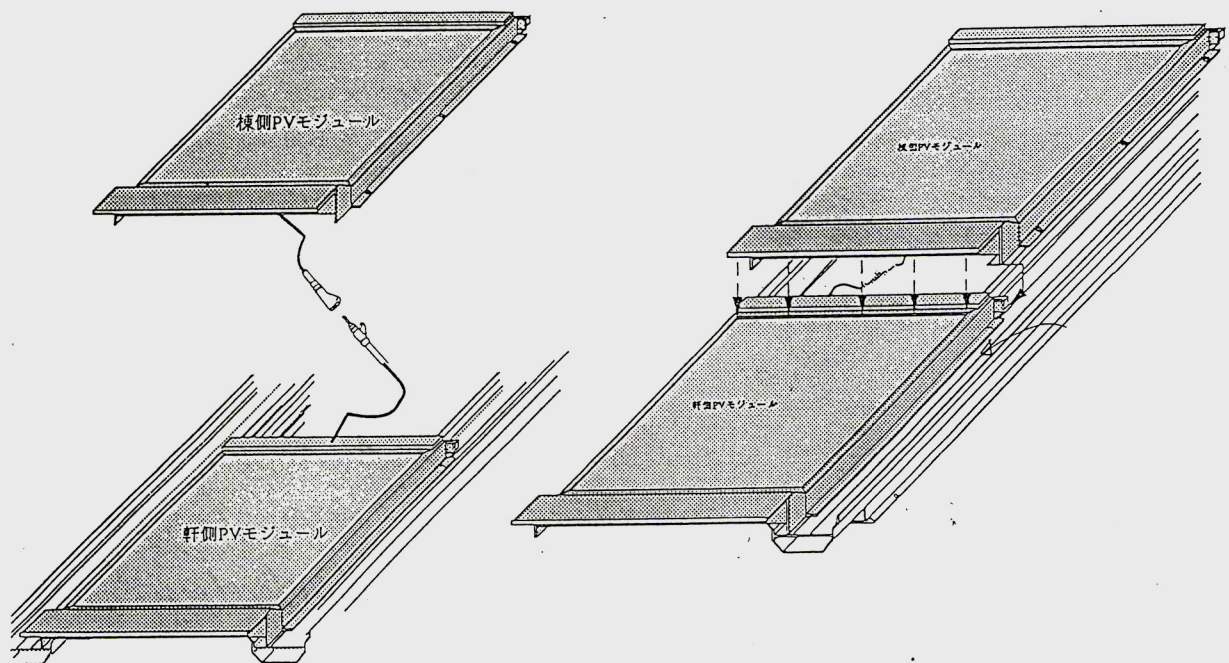


Figure 49 : Mise en oeuvre des panneaux

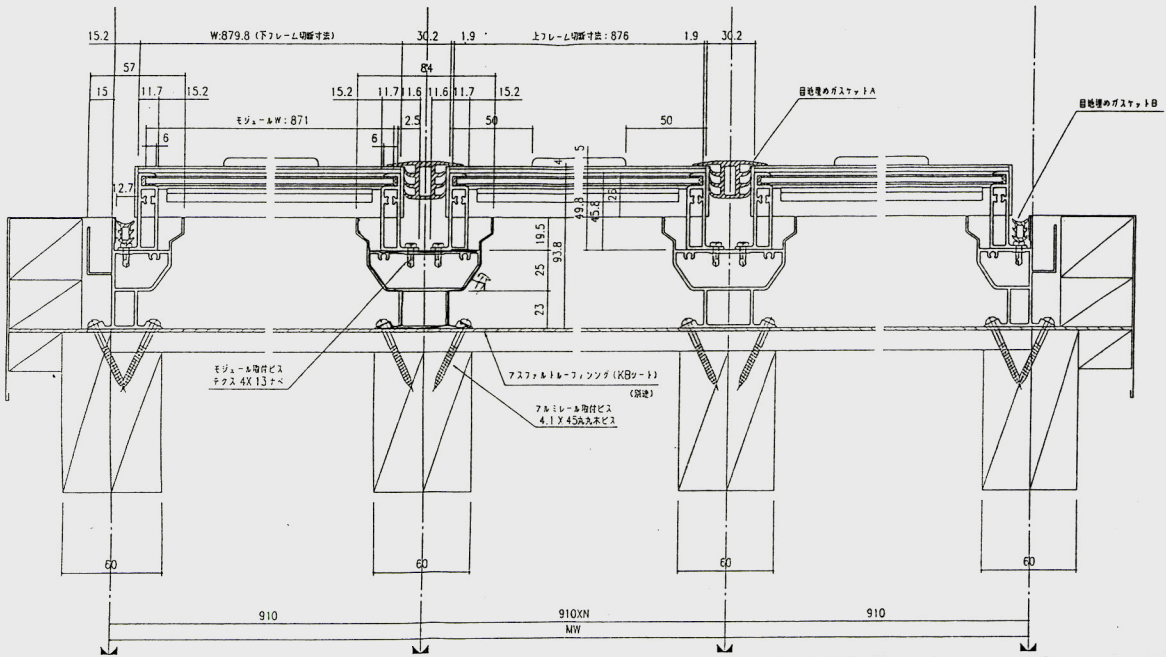
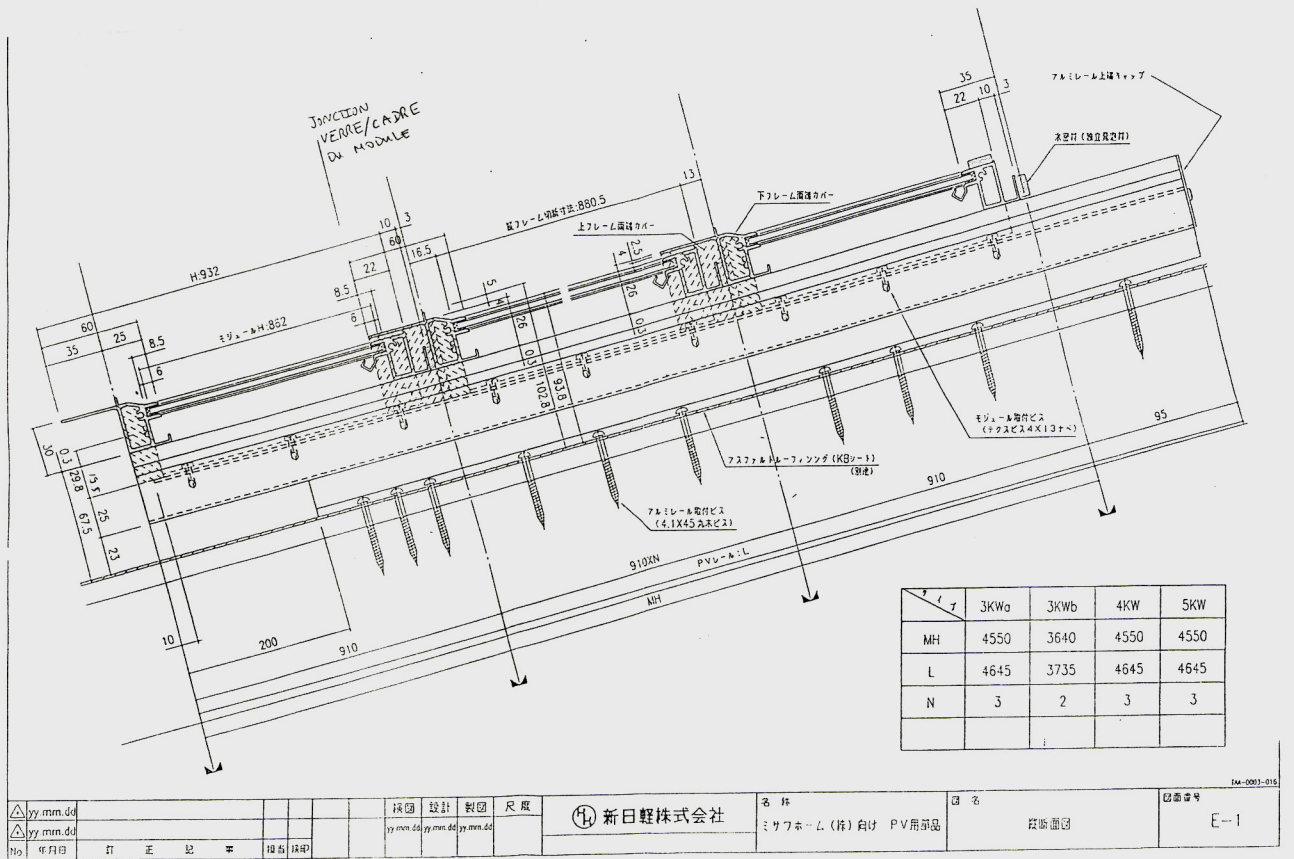


Figure 50 : Détails de l'installation

PAVILLON N° 12

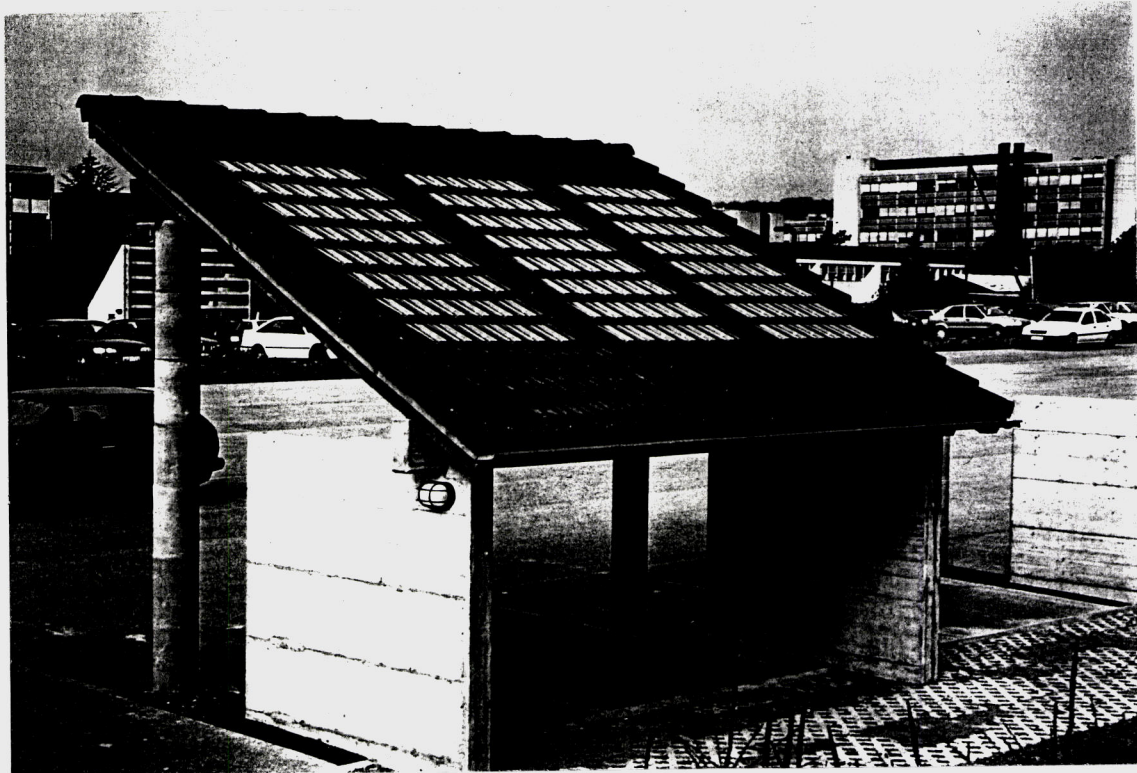


Figure 51 : Pavillon Star Unity

EXPOSANT

INTEGRATION ARCHITECTURALE

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

PUISSANCE, VOLTAGE

ONDULEUR

SMA Sunking PVWR 1800

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.

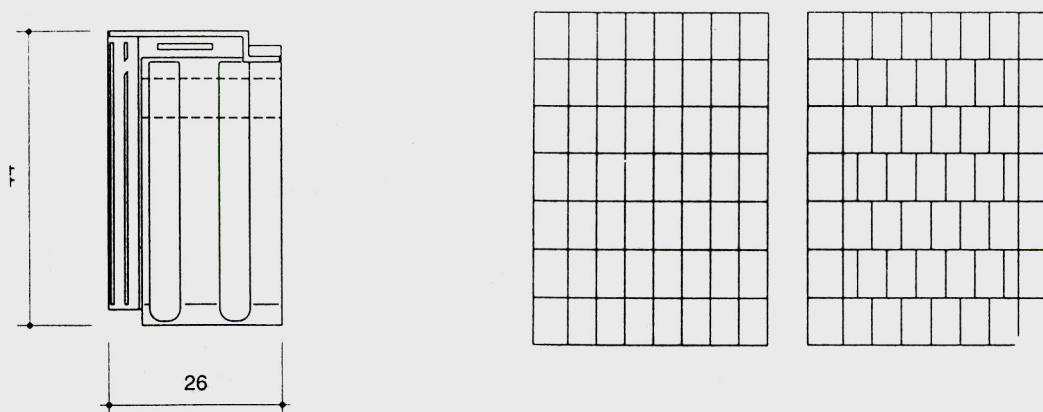


Figure 52 : Détail d'une tuile et possibilités de pose

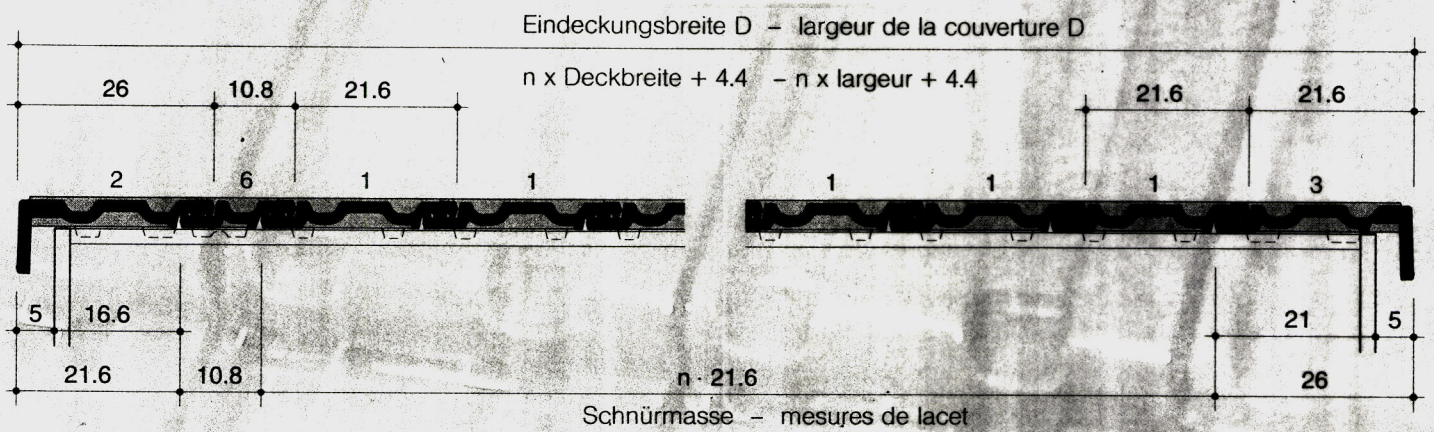
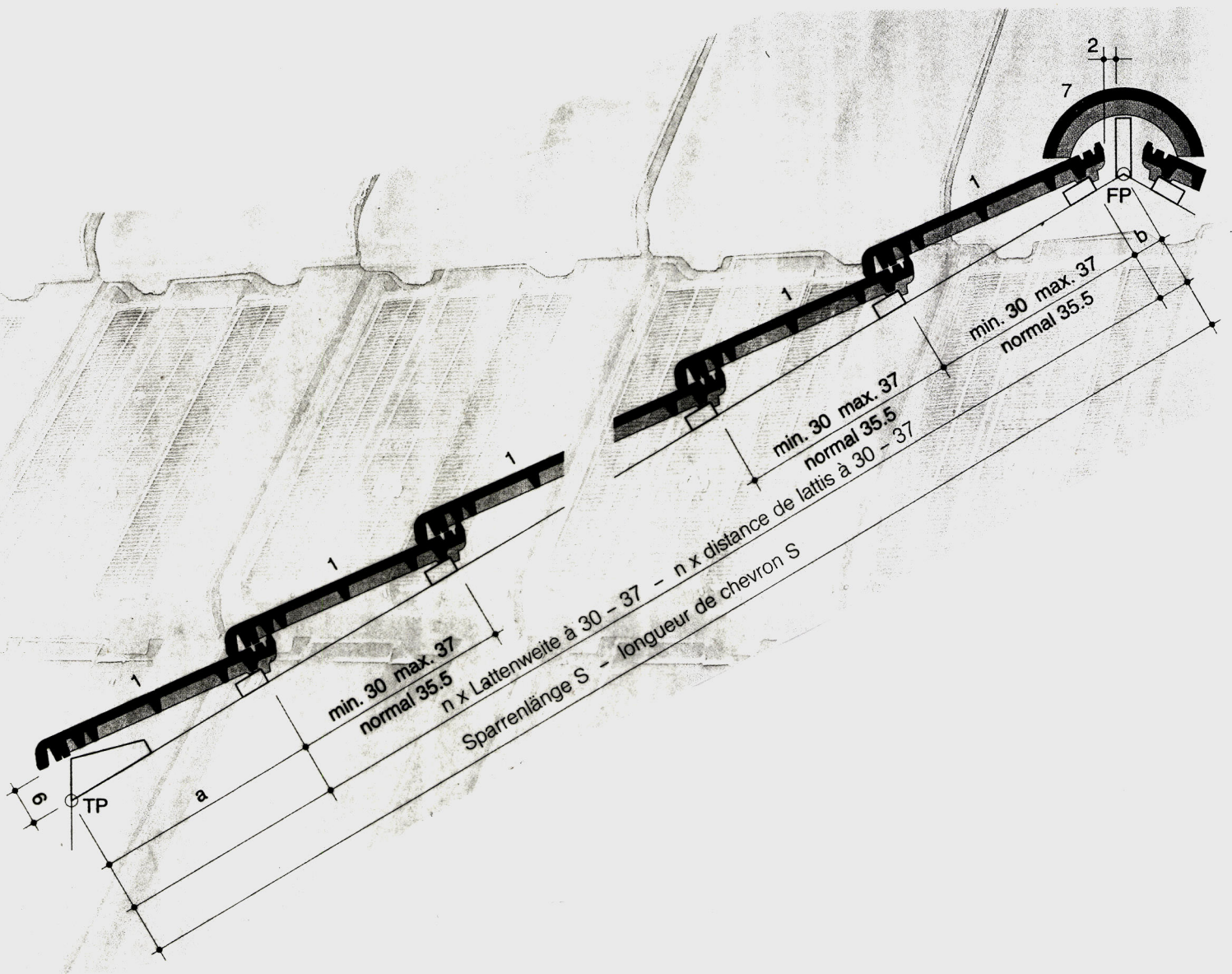
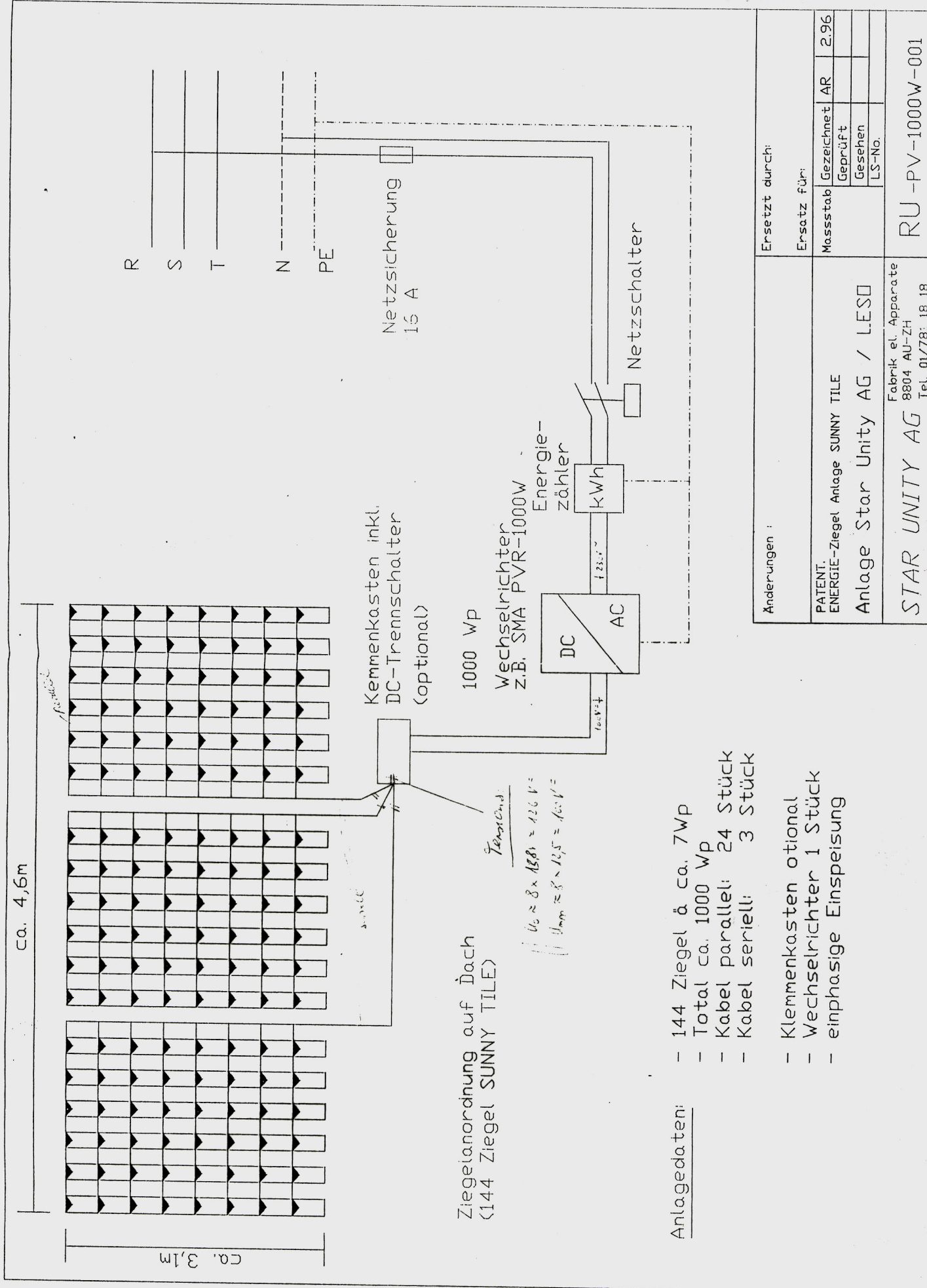


Figure 53 : Coupe transversale et longitudinale



- Anlagedaten:
- 144 Ziegel à ca. 7Wp
 - Total ca. 1000 Wp
 - Kabel parallel: 24 Stück
 - Kabel seriell: 3 Stück
 - Klemmenkasten optional
 - Wechselrichter 1 Stück
 - einphasige Einspeisung

Anderungen :		Ersetzt durch:	
PATENT. ENERGIE-Ziegel Anlage SUNNY TILE		Ersetzt für:	
Anlage Star Unity AG / LESO	Massstab	Gezeichnet	AR
		Geprüft	2.96
		Gesehen	
		LS-No.	
STAR UNITY AG Fabrik el. Apparate 8804 AU-ZH Tel. 01/78: 18 18		RU -PV-1000W-001	

Figure 54 : Plan du schéma électrique de branchement

5.1.13 Projets de nouveaux systèmes

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 6,8 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.

5.2 Mesures et résultats

5.2.1 Généralités

Ainsi que prévu à l'origine du projet, la mesure a pour but principal d'établir les conditions de travail des installations et de contrôler leur bon fonctionnement.

S'agissant souvent d'éléments nouveaux ou de prototypes, un contrôle permanent a permis de vérifier leur degré de fiabilité et de résistance aux éléments naturels. Ce contrôle a également permis de constater rapidement des dégâts dus, par exemple, à des cas de vandalisme.

Pour plusieurs fabricants, leur 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.

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 PV 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 les tailles 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 à la centrale de mesures (Portakabin). Il s'agit de:

- la température de l'air;
- l'ensoleillement global horizontal;
- la vitesse et la direction du vent;
- la puissance totale injectée dans le réseau.

D'autre part, chacun des systèmes est équipé pour pouvoir acquérir les grandeurs 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);
- puissance alternative à la sortie du convertisseur statique (compteur d'énergie électronique). 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 de chacun des stands 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 (data sheet). 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 chacun des stands sont donnés en annexe 11.3. L'annexe 11.4 (data sheet overview) représente une vue d'ensemble des fiches mensuelles disponibles. La plupart d'entre elles sont publiques en accord avec l'exposant.

5.2.4 Mesures thermographiques

Le Demosite a fait l'objet de mesures thermographiques. Mandaté par le Département du Territoire du Canton du Tessin, 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.

{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.

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;
- 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.

Tous les autres stands 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.

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;
- des présentations;
- des visites;
- des données informatiques.

6.1 Publications sur support papier

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

- les articles techniques publiés dans des revues spécialisées en Suisse et à l'étranger (voir chap. 10);
- le bulletin DEMONEWS, rédigé en anglais, et largement diffusé au niveau international;
- les "dossiers systèmes" comprenant un ensemble de fiches descriptives des différents pavillons et systèmes (en français et en anglais, voir annexe 11.2);
- les articles "grand public" qui font suite à des communiqués de presse ou à des visites (voir chap. 10);
- la publication d'une brochure descriptive destinée aux futurs exposants;
- 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 que le DEMOSITE est connu de l'ensemble des personnes actives dans le domaine de l'intégration architecturale du PV.

L'utilisation par des exposants de photos de leur pavillon au sein du DEMOSITE, à des fins publicitaires, a également contribué à faire connaître le site.

6.2 Présentation sur Internet

En plus des diverses données techniques imprimées, une information plus générale sur DEMOSITE a été implantée en 1994 sur le réseau informatique WWW (World Wide Web) avec l'adresse www.demosite.epfl.ch). Rattachée au site Internet de l'EPFL, la présentation comporte une description du DEMOSITE et des systèmes. Des photos digitalisées des pavillons ainsi que leur description technique complètent l'information.

Research Group

RENEWABLE ENERGIES

ARCHITECTURAL INTEGRATION OF PHOTOVOLTAICS

Task: Development, testing and promotion of building-integrated photovoltaic systems for the production of solar electricity
(Résumé en Français, Zusammenfassung Deutsch)

Key words: solar energy / solar electricity / photovoltaics / architecture / building element / facade / flat roof

Projects

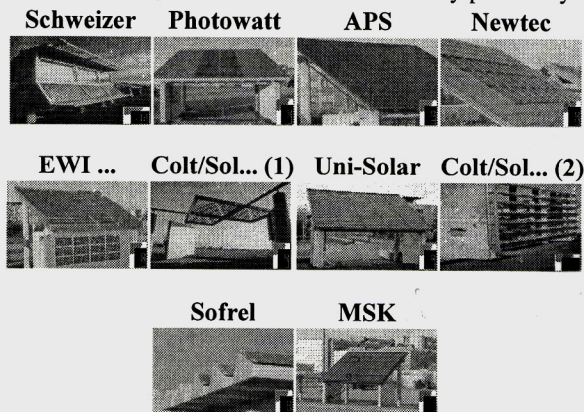
- DEMOSITE
- Pilot installations

• *DEMOSITE*

The International Exhibition Centre for Photovoltaic Building Elements

An IEA project, financially supported by the Swiss Federal Department of Energy and the Swiss Federal Institute of Technology (EPFL). Set up in 1990 on the site of the EPFL; open to any exhibitors who would like to display and test innovative PV integration systems. Products and visitors from all over the world.

- General view and more detailed information / Visits / Slides
- Individual pavilions: Have a closer look (detailed information on every pavilion you click on):



Return to Group Renewable Energies / LESO-PB / EPFL

• *Pilot installations*

See how smoothly PV can be integrated - full scale examples

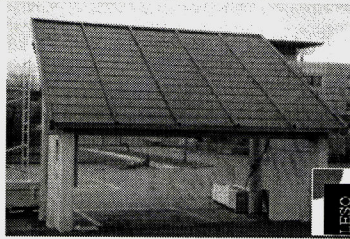
Innovative PV installations on buildings of the EPFL, Morges railway station canopies, etc., designed, installed and monitored during a certain time by the LESO-PB PV team. Financially supported by the Swiss Federal Office of Energy, the Swiss Federal Office of Construction and the EPFL.

See for yourself (detailed description of every installation you click on):

Rooflights BES Sofrel DMX Rooflights Civ... Sunshades

Figure 61 : Ecran-type Internet présentant le DEMOSITE

UNI-SOLAR



- [Project description](#)
- [Technical details](#)
- [Supplier](#)

[Return to Demosite / Group Renewable Energies / LESO-PB / EPFL](#)

Project Description

United Solar Systems Corp. (UNI-SOLAR) has developed and perfected a unique proprietary technology which produces rugged flexible solar cells. These are manufactured in a continuous roll-to-roll process in which thin layers of amorphous silicon alloy material are deposited on stainless steel substrates. Current production cells employ double junction (tandem) devices. New production will incorporate higher efficiency triple junction cells.

This product has many architectural possibilities thanks to its flexibility and non-glass structure. This stand is a collaboration between LESO/EPFL and UNI-SOLAR.

The key concept is to have the upper module overlap the lower module to ensure water resistance as with ordinary roofing tiles. The module design simplifies installation with a 180° fold at the bottom that is fastened with a cleat and some screws. Furthermore, it is folded at 90° on the left and right ends to allow fastening with clips and to allow space for cabling. Lateral water resistance is easily obtained with a vertical flashing placed on the clips.

The system has the very agreeable aesthetics of Canadian shingles.

[Return to top of page](#)

Technical details

ARCHITECTURE

Building type	Sloped roof
Building element	Direct mount photovoltaic roofing module
Mounting technology	Wood screws, batten clips, parallel + edge flashings

PHOTOVOLTAIC ARRAY

Area	5.5 x 4.7 m ² = 25.85 m ²
Connection	14 strings in parallel, 1 string = 5 mod. in series
Output power, voltage	1070 W, 66 V (standard conditions)

PHOTOVOLTAIC MODULE

Type	Tandem-junction a-Si on stainless steel Composite laminate of Tezel/EVA/Nylon dielectric and galvanized steel structure Side-by-side terminations Integrated by-pass diode on each cell
Size	1080 x 430 mm ²
Cells	11 connected in series
Power, Voltage	15.3 W, 13.2 V (standard conditions)

[Return to top of page](#)

Supplier

UNI-SOLAR
United Solar Systems Corp.
1100 W. Maple
TROY, MI 48084 USA
fax: ++1 810 362 44 42

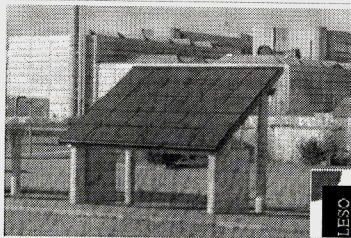
[Return to Demosite / Group Renewable Energies / LESO-PB / EPFL / top of page](#)

For more information, please contact:

Pascal.Affolter@leso.da.epfl.ch
Jacques.Bonvin@leso.da.epfl.ch

Figure 62 : Ecran-type Internet présentant le système UNI-SOLAR

MSK



- [Project description](#)
- [Technical details](#)
- [Supplier](#)

[Return to Demosite / Group Renewable Energies / LESO-PB / EPFL](#)

Project Description

To develop the PV market, the Japanese Ministry of Industry and Commerce has made available a subsidy for private grid-connected photovoltaic power stations. Anticipating this action, Misawa Homes (a large manufacturer of prefabricated houses) and [MSK Corporation](#) (a manufacturer of photovoltaic modules) have joined forces to develop a new type of photovoltaic roofing. This system is currently the only photovoltaic building element available on the Japanese market. It includes photovoltaic modules with rails and screws, connectors, cables and a connection box, a static inverter, security elements and a control apparatus.

The photovoltaic modules have exactly the dimensions of half a tatami (91 x 91 cm). These dimensions are ideal in so far as the modules are big enough for quick mounting and small and therefore light enough for easy handling. Because of their size and bluish color they are also particularly well adapted to Japanese architecture. With 49 photovoltaic cells, every module provides a nominal power of 82 W. Its frame in mat black anodised aluminium is practical (mounted like tiles) and aesthetically pleasing at the same time.

[Return to top of page](#)

Technical details

ARCHITECTURE

Building type	roof
Building element	direct mount photovoltaic module
Mounting technology	screwed on aluminium rail

PHOTOVOLTAIC ARRAY

Area	4.8 m ²
Connection	10 x 3 modules in series
Output power, voltage	2460 W, 69 V (standard conditions)

PHOTOVOLTAIC MODULE

Type	MSP-49
Size	910 x 910 mm ² (half a tatami)
Cells	Solarex (USA) polycrystalline, 49 connected in series
Power, Voltage	82 W, 23.3 V (standard conditions)

[Return to top of page](#)

Supplier

MSK Corporation
Sumitomo Bldg., 19F
6-1 NISHI-SHINJUKU 2-chome
Shinjuku-ku, Tokyo 163-02, Japan

fax: ++81 3 3342 6534

[Return to Demosite / Group Renewable Energies / LESO-PB / EPFL / top of page](#)

For more information, please contact

Pascal.Affolter@leso.da.epfl.ch

Jacques.Bonvin@leso.da.epfl.ch

Figure 63 : Ecran-type Internet présentant le système MSK

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:

- CISBAT'91, Lausanne, Suisse, 1991;
- OTTI 92, Staffelstein, Allemagne, 1992;
- 11th PVSEC, Montreux, Suisse, 1992;
- CISBAT'93, Lausanne, Suisse, 1993;
- PVSEC-7, Nagoya, Japon, 1993;
- 12 th PVSEC, Amsterdam, Hollande, 1994;
- Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Berlin, Allemagne, 1995;
- 13 th PVSEC, Nice, France, 1995.

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, 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).

Plusieurs associations professionnelles ont également profité de l'existence du DEMOSITE pour organiser une manifestation sur le site (KNS, SZFF, SIA, PROMES, CERN).

Sur une période d'observation de 22 mois, 90 visites ont été organisées sur demande, avec un total de 813 visiteurs (soit en moyenne 9 personnes par visite).

Les figures 64 et 65 indiquent la provenance de visiteurs, ainsi que leur domaine d'activité.

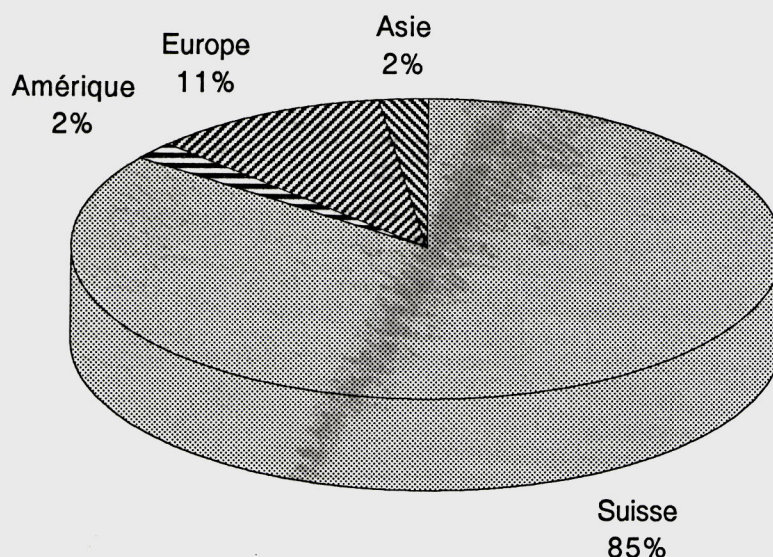


Figure 64 : Provenance des visiteurs du DEMOSITE.

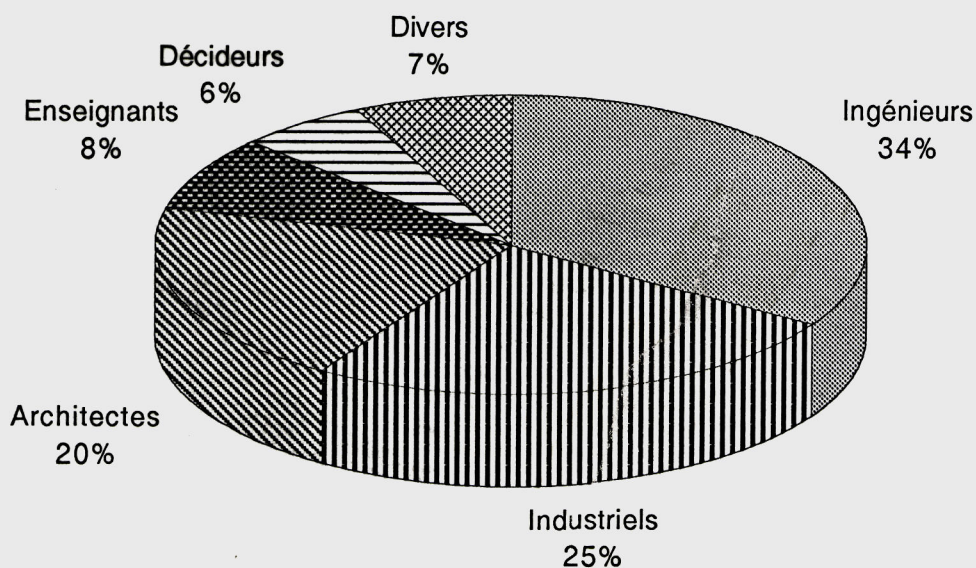


Figure 65 : Domaine d'activité des visiteurs du DEMOSITE.

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, comme le révèle le nombre moyen de visiteurs par mois : 52 personnes par mois en 1992, 37 personnes par mois en 1993, 58 personnes par mois en 1994.

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 penser que le DEMOSITE a une influence sur ce public.

6.5 Visiophonie

Contacté par la cité des Sciences et de l'Industrie (La Vilette, Paris), le LESO-PB a eu l'occasion 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 ses 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. L'équipe ad hoc mise sur pied comprenait :

- 3 personnes du SAVE (un régisseur, deux cameramen)
- 2 personnes du SP (un journaliste, un photographe)
- 4 personnes du LESO (deux animateurs, deux techniciens).

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 (PictureTel, system 1000TM) louée au Télécom;
- trois lignes téléphoniques numériques permettant une vitesse de transmission é 384 kb/s;
- une régie ad hoc a par ailleurs été installée dans le Portakabin du Demosite permettant le choix de différentes sources d'images : caméra sur un des stands du Demosite, lecteur vidéo, projecteur de diapositives.

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.

Si quelques coupures de lignes ont été constatées le troisième jour, l'échange à distance était performant et très spectaculaire.

Le bilan global de l'opération est tout à fait positif. Ce mode de communication ouvre de nouvelles portes permettant de remettre en question la nécessité de mobilité. Il est tout à fait pensable que Demosite remette sur pied des opérations de ce genre pour compléter sa palette de moyens de diffusion.

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 pavillons actuellement installés sur le DEMOSITE.

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

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.

2. Toit Photowatt

Négatif :

- Solution non industrielle
- Durabilité des joints problématique
- Echange de modules difficilement réalisable
- Difficulté de mise en oeuvre

Positif :

- Esthétique du module
- Possibilité d'intégration

3. Toit APS

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 Newtech

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

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.

Positif :

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

6. Pyramides COLT

Négatif :

- Structure métallique mal étudiée et mal réalisée (déformation, détails bricolés au silicone, rouille)
- 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 UNI-SOLAR (dès 1995)

Négatif :

- Mise en oeuvre relativement longue et difficultés d'aligner les modules.

Positif :

- Esthétique générale

- Qualité du module PV, souple, acier, cellule amorphe, TEFZEL
- Potentiel d'application
- Originalité du module (aspect, couverture, possibilité de le courber)

8. Protections solaires COLT

Négatif :

- Système mécanique trop complexe (ce système à maintes fois évolué au fur et à mesure des projets réalisés par COLT)
- Régulation défaillante 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

Positif :

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

10. Toit plat SOFREL

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. Toit Star Unity

Négatif :

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

Positif :

- Originalité du concept
- Mise en oeuvre
- Esthétique générale

8. Conclusion

Après une première phase de recherche d'exposants, de réalisations des pavillons et de mise sur pied de l'infrastructure de mesure, DEMOSITE a atteint aujourd'hui sa maturité.

Au plan international DEMOSITE est maintenant connu et de nouveaux exposants potentiels se sont manifestés. Les exposants trouvent à DEMOSITE l'opportunité de confronter leurs produits à la concurrence, et ceci en condition réelle.

L'intérêt majeur du DEMOSITE est de présenter, en grandeur réelle, et sur un même site, une large palette de systèmes d'intégration du PV au bâtiment. De plus, son implantation sur le site EPFL présente l'avantage supplémentaire de permettre aux visiteurs de voir également une demi-douzaine d'autres installations pilotes, intégrées aux bâtiments de l'école. Le nombre des visiteurs n'a pas cessé de croître et nous relevons un intérêt spécialement développé chez les architectes. Dans ce sens on peut dire que nous ne nous situons plus uniquement au niveau de la sensibilisation, mais également de la pratique.

Il s'agit maintenant de continuer à dynamiser le développement de l'intégration du photovoltaïque afin d'une part d'augmenter la diffusion des connaissances acquises au niveau de la pratique et d'autre part de garantir la survie des entreprises qui se sont engagées dans cette voie.

Au vu du succès remporté par le DEMOSITE (originalité, effet de démonstration, nombre de pavillons, nombre de visiteurs), le gouvernement suisse a décidé de poursuivre et d'étendre les activités du DEMOSITE dans le cadre du nouveau programme de l'AIE (Tâche VII du programme AIE "Photovoltaic Power Systems") entièrement consacré à l'intégration du photovoltaïque au bâtiment. La durée de cette nouvelle tâche sera de minimum 5 ans (1997-2001).

9. Remerciements

DEMOSITE a été proposé dans le cadre de la tâche XVI, solaire, de l'Agence Internationale de l'Energie. 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. Ch. de Reyff, S. Nowak et U. Wolfer 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.
- Enfin aux exposants, 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.