



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'énergie OFEN

**Rapport final** 24 décembre 2009

---

# CONTRIBUTION SUISSE À LA TÂCHE 10 AIE PVPS

---

**Mandant:**

Office fédéral de l'énergie OFEN  
Programme de recherche 101 562  
CH-3003 Berne  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Cofinancement:****PVPS Pool Suisse**

EWZ  
Société Mont-Soleil  
Canton de Genève  
Canton de Bâle-Ville  
Swissolar

**Mandataire:**

Planair SA  
Crêt 108a  
CH-2314 La Sagne  
[www.planair.ch](http://www.planair.ch)

Pour le groupe de travail incluant

Planair SA  
Energiebüro AG  
Bauart architectes et urbanistes SA  
Ville de Neuchâtel, Section urbanisme et Section des services industriels

**Auteurs:**

Lionel Perret, Planair SA, [lionel.perret@planair.ch](mailto:lionel.perret@planair.ch)  
Pierre Renaud, Planair SA, [pierre.renaud@planair.ch](mailto:pierre.renaud@planair.ch)

**Responsable de domaine de l'OFEN:** Stephan Oberholzer

**Chef de programme de l'OFEN:** Stephan Nowak

**Numéro du contrat et du projet de l'OFEN:** 154205 / 101562

L'auteur de ce rapport porte seul la responsabilité de son contenu et de ses conclusions.

# Table des matières

Table des matières .....	3
Résumé .....	4
Zusammenfassung .....	5
1. Situation de départ .....	7
2. La Tâche 10 du programme PVPS .....	8
1. Objectifs .....	8
2. Equipe de projet .....	8
3. Organisation de la tâche 10 .....	9
3. Résultats internationaux .....	10
1. Sous tâche 1 « Facteurs économiques et institutionnels » .....	10
2. Sous tâche 2 « Planification, design et développement » .....	12
3. Sous tâche 3 « Facteurs techniques » .....	14
4. Sous tâche 4 « Information et dissémination » .....	15
4. Contribution Suisse .....	16
1. Coordination et dissémination nationale .....	16
2. Coordination internationale .....	16
3. Travail sur les politiques photovoltaïques (Intégration urbaine et aspects économiques) .....	17
4. Travail sur les aspects techniques .....	19
5. Bilan des livrables de la Tâche 10 .....	23
6. Conclusions et perspectives .....	25
Références .....	26

# Résumé

La Tâche 10 du programme PVPS a débuté en 2004 et s'est achevée en 2009 suite à une prolongation pour affiner et finaliser les diverses publications.

La Tâche 10 a été lancée afin de détailler les aspects pratiques de l'intégration de photovoltaïque au milieu construit et s'est attachée à décrire les conditions et les facteurs clefs de succès de son déploiement à grande échelle. L'analyse des porteurs du marché, des bénéfices apportés, des politiques de promotion du photovoltaïque dans le milieu bâti sont le cœur de cette tâche. Les études de cas se focalisent sur des cités solaires, dans lesquelles des intégrations urbaines à grande échelle ont été réalisées. Dans ces cas, des défis pour les normes et les réseaux se présentent également, l'identification de ces défis était également une des activités centrales de la Tâche 10.

Ainsi, la Tâche 10 a permis de :

- établir des connections entre les politiques, les architectes et l'industrie photovoltaïque,
- établir des recommandations pour toutes les parties impliquées afin de réduire les barrières au déploiement en masse du photovoltaïque dans les milieux urbains,
- établir des outils et des recommandations pour la planification, la gestion des réseaux et la mise en place de politiques de soutien du déploiement photovoltaïque,
- identifier les vides dans les informations actuelles et combler ces manques par les produits de la Tâche 10,
- organiser des événements conçus en particulier pour l'information et la concertation d'acteurs cibles,
- communiquer en continu et former le grand public pendant la durée de la Tâche.

Pour atteindre ces objectifs, le travail a été divisé en 4 sous tâches avec 17 activités:

- la sous tâche 1 vise à définir et à quantifier le marché pour les produits photovoltaïques intégrés au travers d'études économiques et à établir les forces motrices du marché, notamment au niveau des campagnes politiques et de marketing,
- la sous tâche 2 se concentre sur le développement de politiques et de recommandations pour l'intégration du photovoltaïque au milieu bâti, notamment dans la planification urbaine,
- la sous tâche 3 s'intéresse aux défis techniques et aux défis d'infrastructure liés à un déploiement urbain du photovoltaïque et met en évidence les cas de références avant de réduire ces barrières,
- la sous tâche 4 porte sur la création et la dissémination d'information ciblée pour les différents acteurs.

Les livrables de la Tâche 10 sont disponibles à l'adresse suivante <http://www.iea-pvps.org/>

Outre ces outils, des sites ont été développés ou complétés dans le cadre de la tâche 10, par exemple [www.BIPVtool.com](http://www.BIPVtool.com) et [www.pvdatabase.com](http://www.pvdatabase.com).

Les experts ont transmis au niveau national et international leurs connaissances à travers cette collaboration. Cette Tâche avec son spectre large de destinataires a permis d'identifier les éléments déterminants pour le développement de l'énergie photovoltaïque. Elle a permis notamment l'étude, l'analyse et la diffusion des cas remarquables dans le monde d'intégration urbaine du photovoltaïque. Elle a aussi souligné le rôle et les effets de divers politiques de soutien au photovoltaïque intégré. Dans le domaine des réseaux, des problèmes et des outils ont été identifiés, mais de nombreux défis techniques pour la gestion intelligente de l'énergie se posent pour le futur.

Le projet a permis d'identifier l'intégration concrète d'une grande quantité d'énergie photovoltaïque au réseau comme une clef de réussite de l'intégration urbaine du photovoltaïque. En effet, à partir d'un certain niveau d'électricité solaire dans le réseau, des efforts particuliers sont nécessaires pour acheminer cette électricité de manière optimale. Au-delà de ce niveau, nous sommes face à de nouveaux défis: les obstacles principaux liés à l'intégration au réseau.

# Zusammenfassung

Task 10 des PVPS-Programms wurde 2004 aufgenommen und 2009, nach einer Verlängerung für die endgültige Ausarbeitung und Fertigstellung der verschiedenen Publikationen, beendet.

Task 10 wurde lanciert mit dem Ziel, die praktischen Aspekte der Einbindung von Photovoltaik in Siedlungsgebieten genau zu erläutern und die Bedingungen und Haupterfolgsfaktoren für eine Anwendung im grossen Stil zu beschreiben. Die Analyse der Marktträger, der erzielten Gewinne und der Förderungspolitik für Photovoltaik in Siedlungsgebieten stellt dabei die Kernaufgabe dar. Die Fallstudien fokussieren auf Solarstädte, in denen Einbindungen im grossen Stil bereits realisiert wurden. Dabei entstanden auch Herausforderungen im Bereich der Normen und der elektrischen Netze. Deren Identifizierung stand ebenfalls im Zentrum der Tätigkeiten im Rahmen von Task 10.

Task 10 ermöglichte Folgendes:

- Herstellen von Kontakten zwischen Politikern, Architekten und der Photovoltaikindustrie;
- Erarbeitung von Empfehlungen für alle beteiligten Parteien, um die Hindernisse für eine Anwendung der Photovoltaik im grossen Stil in Siedlungsgebieten zu reduzieren;
- Erarbeitung von Tools und Empfehlungen für die Planung, das Netzmanagement und die Umsetzung von Förderungspolitiken für die Anwendung von Photovoltaik;
- Identifizierung von Lücken in den aktuellen Informationen und Beseitigung dieser Mankos durch die Produkte von Task 10;
- Organisation von Anlässen insbesondere für die Information und Beratung der Hauptakteure;
- Kontinuierliche Information und Schulung der Öffentlichkeit über den gesamten Zeitraum des Tasks.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde die Arbeit in vier Teilaufgaben mit 17 Aktivitäten unterteilt:

- Ziel von Teilaufgabe 1 ist es, den Markt für integrierte Photovoltaikprodukte mittels wirtschaftlicher Studien zu definieren und zu quantifizieren und die treibenden Kräfte des Marktes, insbesondere in Bezug auf Politik- und Werbekampagnen, festzulegen;
- Teilaufgabe 2 fokussiert auf die Entwicklung von Politiken und Empfehlungen zur Einbindung von Photovoltaik in Siedlungsgebieten, insbesondere im Rahmen der Siedlungsplanung;
- Teilaufgabe 3 beschäftigt sich mit den Herausforderungen hinsichtlich Technik und Infrastruktur, die mit dem Einsatz von Photovoltaik in Verbindung stehen, und zeigt Referenzfälle auf, um anschliessend die Hindernisse entsprechend zu reduzieren;
- Ziel von Teilaufgabe 4 ist die Erstellung und Verbreitung von gezielter Information für die verschiedenen Akteure.

Die Ergebnisse von Task 10 sind unter <http://www.iea-pvps.org/> einsehbar.

Zusätzlich zu diesen Tools wurden im Rahmen von Task 10 Websites entwickelt bzw. ergänzt, zum Beispiel [www.BIPVtool.com](http://www.BIPVtool.com) und [www.pvdatabase.com](http://www.pvdatabase.com).

Dank dieser Zusammenarbeit konnten die Fachleute ihr Know-how im In- und Ausland weitergeben.

Durch die weite Erreichbarkeit von Adressaten konnten im Rahmen von Task 10 die Schlüsselemente für die Entwicklung der Photovoltaikenergie identifizieren werden. Das Projekt machte insbesondere die Abklärung, Analyse und Verbreitung von bemerkenswerten Referenzfällen weltweit für die Einbindung von Photovoltaik in Siedlungsgebiete möglich. Zudem unterstreicht es die Rolle und die Auswirkungen von verschiedenen Förderungspolitiken für integrierte Photovoltaik. Im Bereich der elektrischen Netze konnten Probleme und Tools identifiziert werden, aber es stellen sich zahlreiche technische Herausforderungen für ein intelligentes Energiemanagement für die Zukunft.

Das Projekt ermöglichte es schliesslich, die konkrete Einspeisung einer grossen Menge von Photovoltaikenergie in das Netz als Erfolgsschlüssel für die Einbindung von Photovoltaik in Siedlungsgebieten zu identifizieren. Denn ab einer bestimmten Menge in das Netz eingespeister Solarelektrizität sind

besondere Anstrengungen erforderlich, um diese Elektrizität optimal zu verteilen. Zudem stehen neue Herausforderungen vor uns, denn die grössten Hindernisse bestehen in der Einbindung in das Netz.

# 1. Situation de départ

La mission du programme PVPS de l'AIE est de renforcer la collaboration internationale afin d'accélérer le développement et le déploiement de l'énergie solaire photovoltaïque comme une énergie renouvelable significative et durable.

Ainsi le programme PVPS soutient des activités qui :

- stimulent les activités conduisant à une réduction des coûts des systèmes photovoltaïques,
- améliorent la connaissance du potentiel et de la valeur du photovoltaïque,
- réduisent les barrières techniques et non techniques des systèmes photovoltaïques pour des applications dans des pays de l'OCDE,
- renforcent la coopération avec des pays hors de l'OCDE en adressant les défis du déploiement du PV dans ces pays.

L'intégration du photovoltaïque et de l'énergie solaire au bâtiment est une des thématiques clefs de l'AIE. Ces questions sont aussi soulevées dans le programme solaire thermique SHC. Ainsi dans la genèse de la Tâche 10, les réflexions menées dans la Tâche 16 du programme SHC ont permis de définir, également pour le photovoltaïque ce qu'était l'énergie solaire intégrée au bâtiment (BIPV). La Tâche 7 du programme PVPS était principalement dédiée à la définition du photovoltaïque intégré au bâtiment. Les sous tâches permettaient de définir les enjeux d'une bonne intégration au bâtiment pour les aspects architecturaux, technologiques et économiques. Les études de cas se focalisaient sur des installations particulièrement réussies.

A la suite de cette Tâche, la Tâche 10 a été lancée afin de détailler les aspects pratiques de la réalisation de photovoltaïque au bâtiment et s'est attachée à décrire les conditions et les facteurs clefs de succès de son déploiement à grande échelle. Les études de cas se focalisent sur des cités solaires, dans lesquelles des intégrations à grande échelle ont été réalisées. Dans ces cas, de nouveaux défis se présentent, c'est le cœur du sujet de la Tâche 10.

Par mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et d'un consortium représenté par NET SA, Planair SA, en association avec la Ville de Neuchâtel, Energiebüro AG et Bauart architectes a été chargé de la contribution suisse à la Tâche 10 « intégration urbaine du photovoltaïque » du programme PVPS de l'Agence internationale de l'énergie.

## 2. La Tâche 10 du programme PVPS

### 1. Objectifs

Le projet vise à favoriser l'intégration urbaine du photovoltaïque, en particulier du point de vue **économique et institutionnel** (sous tâche 1), de **l'urbanisme** (sous tâche 2), des **réseaux électriques** (sous tâche 3) et de **l'information** (sous tâche 4).

Il doit permettre de déterminer les meilleures conditions présentes et futures pour le développement du photovoltaïque dans le milieu bâti, permettre d'identifier les obstacles et les moyens de les surmonter, ainsi que les partenaires à mobiliser.

En effet, le photovoltaïque est en passe de devenir un équipement standard des bâtiments, impliquant une nouvelle approche à la fois au niveau du bâtiment et de la ville entière. Le but de la Tâche 10 est de décrire comment le photovoltaïque peut devenir cet élément standard du bâtiment, à la fois du point de vue de la planification que de l'intégration au réseau.

Le cahier des charges pour la Suisse se concentrait particulièrement sur les sous tâches 2 et 3, sur les aspects liés à l'urbanisme et aux réseaux électriques.

### 2. Equipe de projet

Australia	University of New South Wales, Sydney	Marc Snow
Austria	Institute of Power Systems and Energy Economics, Vienna	Reinhard Haas, Assun Lopez-Polo, Demet Suna
Canada	Climate Change Technology Early Action Measures	David Elzinga
Denmark	Energimidt A/S, Brædstrup	Kenn H. B. Frederiksen
France	Hespul, Villeurbanne	Bruno Gaiddon, Marc Jedliczka
Italy	Gestore dei Servizi Elettrici - GSE S.p.a, Roma	Francesca Tilli
	Italian National Agency for New Technologies, Energy and the Environment, Rome	Michele Pellegrino
Japan	Mizuho Information & Research Institute Inc.	Keiichi Komoto, Tomoki Ehara
Korea	Korea Photovoltaics Development Organization	Hee-Jin Lim
Malaysia	Pusat Tenaga Malaysia	Ahmad Hadri Harris
The Netherlands	Energy Research Centre of the Netherlands	Henk Kaan
Norway	SINTEF, Trondheim, Norwegian University of Science and Technology	Inger Andersen, Tommy Kleiven, Anne Grete Hestnes
Portugal	IN+ Center for Innovation, Technology and Policy Research	Maria João Rodrigues Pinto
Spain	Instituto de Energia Solar, CENER	Estefanía Caamaño Martín, Ana Rosa Lagunas
Sweden	Energibanken AB, Malmö Stad Stadsfastigheter, Lund University	Mats Andersson, Martin Nilsson, Elisabeth Kjellsson
Switzerland	Planair SA, Energiebüro, Ville de Neuchâtel, Bauart architectes	Pierre Renaud, Lionel Perret, Pierre Bonhôte, Christian Meier, Christian Trachsel, Emmanuel Rey
USA	Segue Energy Consulting	Christy Herig

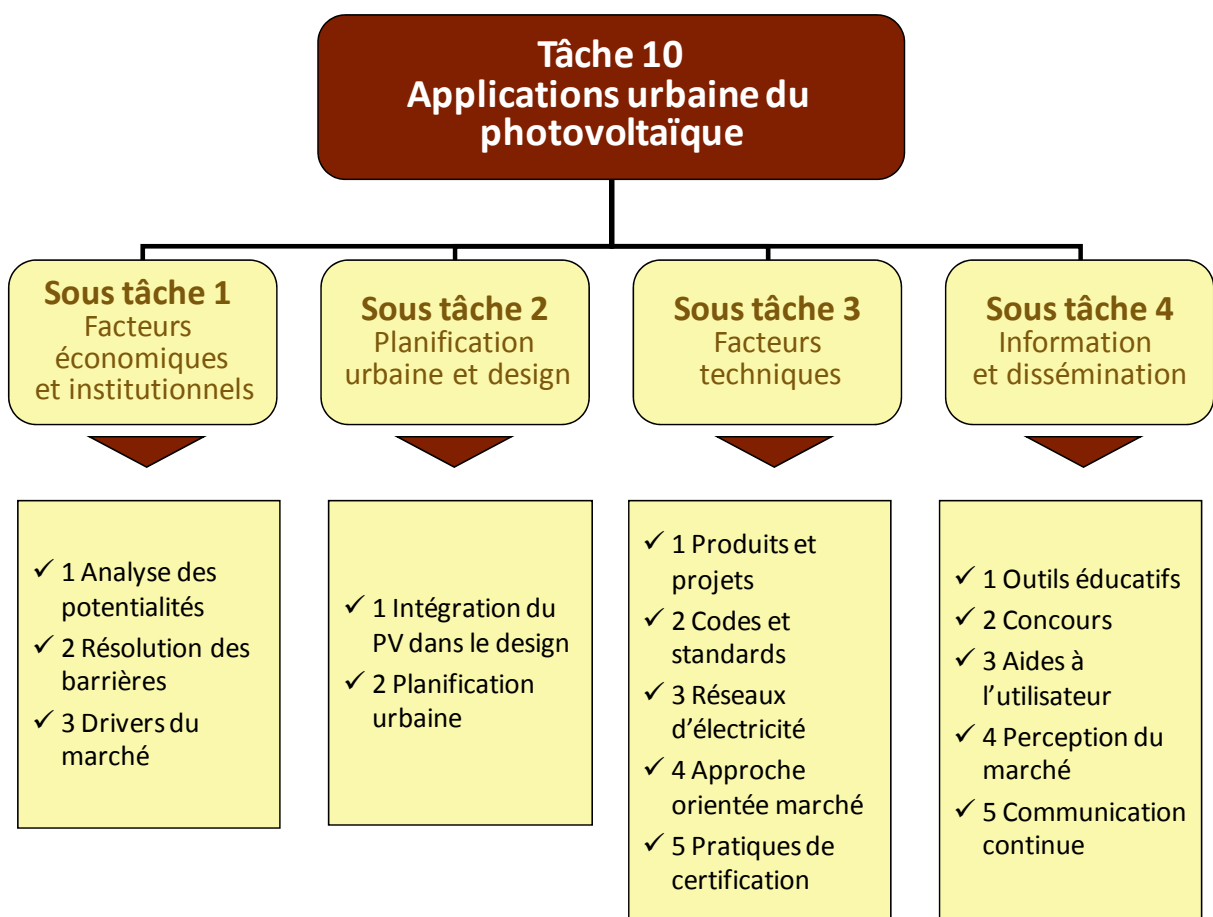
**Tableau 1** : liste des participants à la Tâche 10 PVPS



Un des objectifs principal de la Tâche 10 est d'assurer une dissémination large des résultats au sein d'une multitude de pays. Ainsi la Tâche 10 a été suivie par des experts de nombreux pays, et notamment de pays asiatiques où le développement photovoltaïque est en pleine expansion. L'équipe de projet générale de la Tâche 10 a réuni des experts de 16 pays. Les experts impliqués sont rappelés dans le tableau 1.

### 3. Organisation de la tâche 10

L'organisation des sous tâches et des activités de la Tâche 10 a été répartie selon la figure 1.



**Figure 1** : organisation des sous tâches et des activités de la Tâche 10

### 3. Résultats internationaux

La Tâche 10 a été initiée en janvier 2004 quand le marché photovoltaïque mondial était de 500 MW par an, or en 2008, il était déjà passé à 5 GW. Les travaux de la Tâche sont destinés à un public large, car ce marché nécessite de nouvelles relations financières entre les industries et leurs clients, ainsi que l'intégration des acteurs traditionnels de la planification urbaine. Les résultats de la Tâche 10 permettent d'assurer des bénéfices à toutes les parties pour des projets d'envergure de déploiement urbain du photovoltaïque.

La Tâche 10 a duré pendant 5 années et a été prolongée de 9 mois afin de finaliser de nouveaux déli-vrables. A partir de la troisième année, des synergies ont été exploitées avec le projet européen PV-UP-Scale. En effet, les objectifs de ce projet étaient relativement similaires à la Tâche 10. Deux réu-nions communes (en 2006 et 2007) ont eu lieu afin de permettre un enrichissement mutuel, notam-ment au niveau des exemples.

Les 4 sous tâches ont été prévues pour apporter des réponses aux différents partis impliqués dans le développement photovoltaïque. En diffusant ces résultats, le but est d'ancrer le photovoltaïque comme installation urbaine.

Les livrables ont pour but de s'adresser à un public varié avec les objectifs suivants :

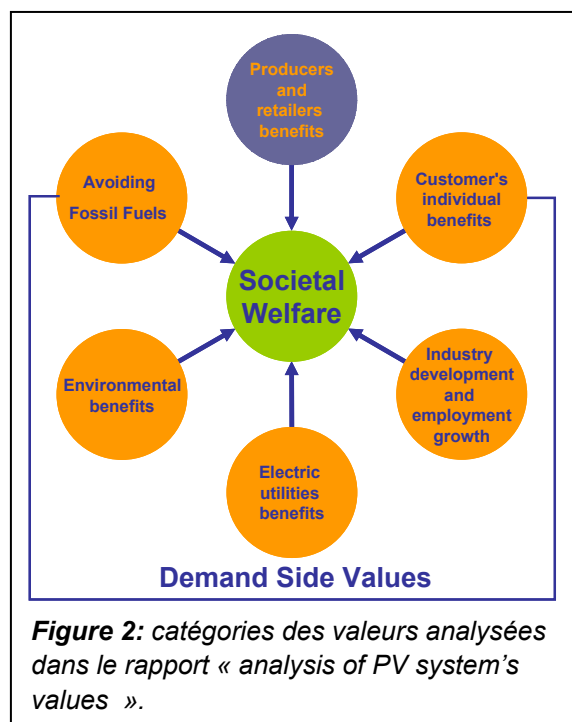
- Secteur de la construction : montrer que le solaire est une solution pour tout design et construction.
- Utilisateurs finaux : mettre en valeur des intérêts financiers, opérationnels et de confort d'une in-stallation complètement intégrée.
- Gouvernement : définir les apports économiques, environnementaux et sociaux et aider dans le choix de politiques photovoltaïques.
- Entreprises électriques : intégrer les aspects économiques sur toutes la chaîne et anticiper la forte intégration du photovoltaïque au milieu urbain.
- Education : transmettre et diffuser des informations sur la mise en place de solution photovoltaï-ques urbaines.

#### 1. Sous tâche 1 « Facteurs économiques et institutionnels »

L'objectif de cette sous tâche est d'identifier et d'exploiter l'ensemble des valeurs ajoutées liées au photovoltaïque dans le bâtiment.

Le document intitulé « **Compared assessment of selected environmental indicators of photovol-taic electricity in OECD Countries** » mis en consultation dans le cadre de l'activité 1.1 « value analysis » a été publié en 2006. Ce document vise à évaluer les réductions de rejets de CO<sub>2</sub>, et le temps de retour sur investissement énergétique que permet la production d'électricité photovoltaïque dans les pays de l'OCDE. Une fiche par pays est proposée. Les chiffres obtenus dans ce rapport se basent essentiellement sur les différences d'ensoleillement. C'est donc un chiffre standard, alors que dans la pratique, ces indices peuvent varier également selon la technologie photovoltaï-que choisie.

Le rapport « **Analysis of PV system's values beyond energy** » (activité 1.1) a été achevé fin



2007, mis en consultation auprès des participants et approuvé. Ce document analyse l'ensemble des avantages matériels et immatériels liés à une installation photovoltaïque, selon le schéma de la figure 2. Il est établi en collaboration avec PV-UPSCALE.

Les bénéfices environnementaux ont été évalués par pays en termes de quantités de polluants évités (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) par kWh d'électricité photovoltaïque produite (tableau 2). Ces valeurs ont été converties en coûts externes évités.

Les avantages pour les entreprises électriques ont été estimés sur la base de l'adéquation temporelle entre la production photovoltaïque et le prix spot de l'électricité. Il en ressort clairement que l'adéquation quotidienne entre production PV et prix est bonne, principalement dans les pays européens centraux.

Les avantages en termes d'emploi sont également rappelés, avec des valeurs indiquant la création d'un emploi national pour 5 kWp à 20 kWp de capacité photovoltaïque installée.

Les avantages pour le consommateur en termes de remplacements d'éléments de construction ont été analysés dans différents pays. Il s'avère que c'est dans le domaine du revêtement de façade que les éléments photovoltaïques sont les plus concurrentiels. Leur coût au mètre carré est proche de celui des matériaux de haute valeur (verre, métal, pierre naturelle).

Country	Replaced Fuel (Assumed)	Emissions Factors of Replaced Fuel (g/kWh)		
		CO <sub>2</sub> -eq	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
AT	Hard Coal	949	0,85	0,82
CH	Natural gas	429	1,37	0,01
DE	Hard Coal & Lignite	1.094	0,64	0,53
DK	Hard Coal	949	0,85	0,82
ES	Hard Coal	960	3,81	7,00
FR	Hard Coal	949	0,85	0,82
GBR	Hard Coal	1.115	3,49	1,09
JP	Oil	742	0,30*	0,20*
NL	Natural Gas	411	1,50	0,01
SE	Natural Gas	429	1,37	0,01
USA (California)	Natural Gas	499	0,57	0,32

**Tableau 2: Avantages environnementaux de l'électricité photovoltaïque en termes de réduction d'émissions de polluants, par pays.**

L'activité 1.2 (« barriers resolution ») a aussi fait l'objet d'un questionnaire soumis aux partenaires et auquel Planair a répondu pour la Suisse. Les résultats préliminaires montrent que les coûts de transactions les plus élevés résultent des obstacles administratifs et de la recherche de financement. L'Italie a repris ce travail et est en cours de développement pour un rapport résumant les obstacles des catégories suivantes : administration, distributeur, économiques, technologique, social et culturel, mais ce rapport n'a pas été finalisé.

Le rapport « **Promotional drivers for PV** » (activité 1.3) a été publié en mai 2009, suite à l'intégration des diverses remarques formulées sur le rapport en 2008. Il vise à analyser le rapport offre/demande dans le photovoltaïque et les différents avantages offerts par cette filière.

Ce rapport analyse les succès de différents programmes de soutien au photovoltaïque dans le monde, et en détaille les modalités. Il donne aussi d'une manière générale les différentes options possibles pour des programmes de promotions en détaillant leurs effets économiques. Ce rapport permet d'avoir une vue d'ensemble des facteurs clefs de succès de ces diverses politiques de soutien au photovoltaïque. Ce succès est évalué par rapport aux évolutions des puissances installées dans les pays concernés et aux facteurs clefs de succès définis dans le tableau 3.

Success criteria	Definition	Quantitative parameters
<b>Dissemination effectiveness</b>	Degree to which a measure maximizes the installed power and reaches maximum participants that play decisive roles as multiplier agents	<u>Global effectiveness</u> : Total installed capacity <u>Local effectiveness</u> : installed capacity per inhabitant
<b>Costs for the public</b>	Measurement of the efficiency of a program. Amount of money spent for subsidies and other financial incentives compared with the output of the policy (e.g. installed capacity)	Monetary unit/ installed capacity
<b>Cost reductions</b>	Policies can contribute to system cost reductions over time	Monetary unit/ kW or kWh
<b>Improvement of technical performance</b>	Measure of how policies can contribute to improve and secure the technical performance of the installed systems over time	Standards and codes
<b>Market conformity</b>	Contribution of a policy to a sustainable PV market by satisfying the needs of the market	-Willingness to Pay (WTP) for PV electricity -Cost effectiveness -Willingness to Invest (WTI)

**Tableau 3: facteurs clefs de succès pour l'évaluation des politiques de soutien au PV**

Il conclut que les principaux moteurs actuels du développement du photovoltaïque sont les programmes de promotion. Les coûts des modules sont dépendants des marchés internationaux, mais les coûts d'installation dépendent largement des marchés locaux. Les programmes de promotions doivent donc viser à diminuer ces coûts d'installations. Le plus efficace pour diminuer le coût des installations est le programme japonais, en raison de sa longue durée qui a permis de créer la confiance dans la stabilité des conditions-cadres et le développement d'une industrie forte. La transparence du marché basée sur la standardisation et la certification de compétences des installateurs est également essentielle. Les tarifs de reprise au prix coûtant (Allemagne, Espagne, Italie) ont permis de déclencher de gros volumes d'investissements pour des projets à grande échelle, avec tendance à la centralisation.

Les initiatives privées volontaires avant l'initiative de la rétribution à prix coûtant (RPC) telles qu'elles ont eu lieu en Suisse sont utiles pour soutenir temporairement le développement du PV mais ne suffisent pas à créer une croissance durable du marché.

## 2. Sous tâche 2 « Planification, design et développement »

**L'activité 2.1** « intégration du design et du développement photovoltaïque » n'a finalement pas été une activité centrale de la sous tâche mais quelques contributions ont été développées.

Un instrument « Urban PV tool » a été développé par les partenaires norvégiens de la Tâche 10 et intègre la prise en compte des aspects architecturaux. Cet outil devrait assister les promoteurs et propriétaires pour s'assurer de la qualité environnementale et architecturale des projets, à l'aide d'indicateurs adéquats et d'une grille d'évaluation. Ce projet devrait être finalisé dans le cadre de la Tâche 41 SHC.

De plus, le livre « **Photovoltaic in the Urban Environment** » comprend également des recommandations architecturales. Des illustrations des principes d'intégration architecturaux issus de la Tâche 7 sont proposées, ainsi que des illustrations de ces principes.

Des degrés d'interaction entre photovoltaïque et architecture sont aussi définis et illustrés selon le tableau 4.

Le système PV est invisible
Le système PV est ajouté au design
Le système PV complète l'image architecturale
Le système PV détermine l'image architecturale
Le système PV crée un nouveau concept architectural



**Tableau 4 :** interactions possibles entre architecture et système photovoltaïque

L'activité 2.2 « planification urbaine » a été l'objet de nombreuses discussions internationales et a fait l'objet des analyses suivantes.

Le rapport «**Urban PV policies**» a été élaboré par Planair sur la base des réponses, au questionnaire conçu à cet effet, fournies par 16 villes de 8 pays participants à la Tâche 10 (figure 3).

En Suisse, le questionnaire élaboré par Planair a été complété dans le cadre de deux ateliers, l'un à Neuchâtel et l'autre à Zurich. Ces réunions ont permis de confronter les avis d'urbanistes, d'architectes, d'électriciens et d'investisseurs afin de fournir les réponses aux questions les plus représentatives d'un consensus des spécialistes concernés.

Dans chaque pays, ce questionnaire a été complété selon les avis d'un consensus local entre les autorités, les distributeurs, les architectes et les investisseurs.

Le but de cette étude, partant d'une base standardisée, est de procéder à l'évaluation des politiques urbaines concernant l'intégration du photovoltaïque, dans un certain nombre de villes des pays participants.

L'étude s'est concentrée sur trois sujets :

- A. L'état actuel des politiques publiques,
- B. La recherche de politiques publiques futures aptes à accueillir un déploiement du photovoltaïque, et
- C. La recherche de politiques futures aptes à gérer une intégration du photovoltaïque à large échelle.

Pays	Ville
Canada	Toronto
	Peel
	Kelowna
Danemark	Horsens
France	Lyon
Hollande	Herrhugowaard
	Langedijk
	Alkmaar
Japon	Tokyo
	Hachinohe
	Ota
Suisse	Neuchâtel
	Zurich
Suède	Malmö
USA	Boston
	Orlando

**Figure 3:** villes participant à l'étude sur les politiques urbaines liées au PV.

Le livre « **Photovoltaic in the Urban Environment** » qui comprend beaucoup d'études et d'exemples provenant de la Tâche 10 s'inscrit aussi dans cette activité.

Le livre débute par une check-liste sur les éléments de planification d'installations photovoltaïque à grande échelle urbaine, avant d'analyser en détail 15 projets urbains. Ensuite, 7 projets en cours de planification sont analysés, avant d'en venir à des recommandations sur la planification, le financement et l'intégration architecturale de tels projets. Le livre comprend aussi une revue d'intégration d'élément photovoltaïque au mobilier urbain.

Une partie particulièrement intéressante est celle des études de cas, où un aperçu général des problèmes, barrières et solutions est donné. Le livre comprend également une revue des directives tech-



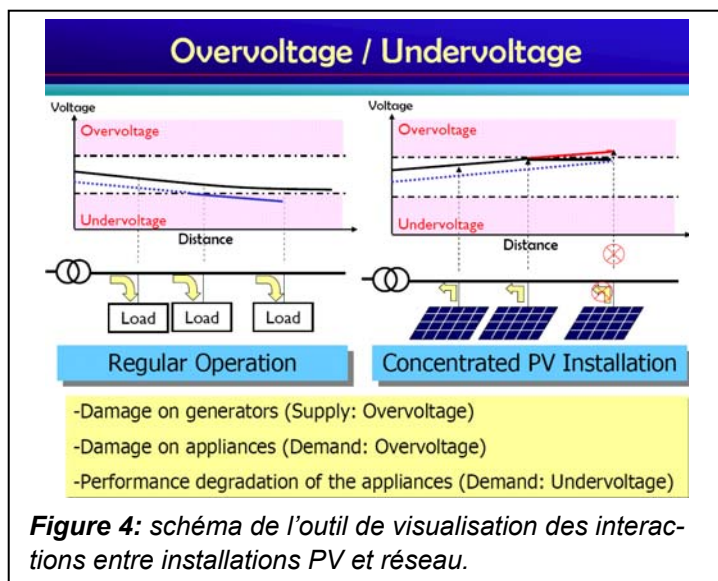
niques et des normes concernant la planification, la construction et la connexion au réseau. Ce livre est une excellente introduction à la thématique du photovoltaïque en milieu urbain pour un public varié, allant de planificateurs professionnels du PV aux architectes.

### 3. Sous tâche 3 « Facteurs techniques »

Dans le cadre de l'activité 3.1 (industrie du bâtiment / produits et projets photovoltaïques), le potentiel du photovoltaïque lié à l'industrie de la construction a été évalué pour différents pays.

Le rapport « **Urban BIPV in the New Residential Construction Industry** » en est le résultat principal. Les informations relatives à la Suisse ont été fournies. Il évalue le potentiel de croissance du photovoltaïque intégré au bâtiment dans les pays partenaires en fonction de l'activité du marché de la construction. Ce rapport se focalise sur les constructions nouvelles et estime les puissances installées intégrées au bâtiment si le BIPV devient un standard de construction.

Pour l'activité 3.2 (« règles et standards »), une collecte d'informations concernant les réglementations nationales a eu lieu.



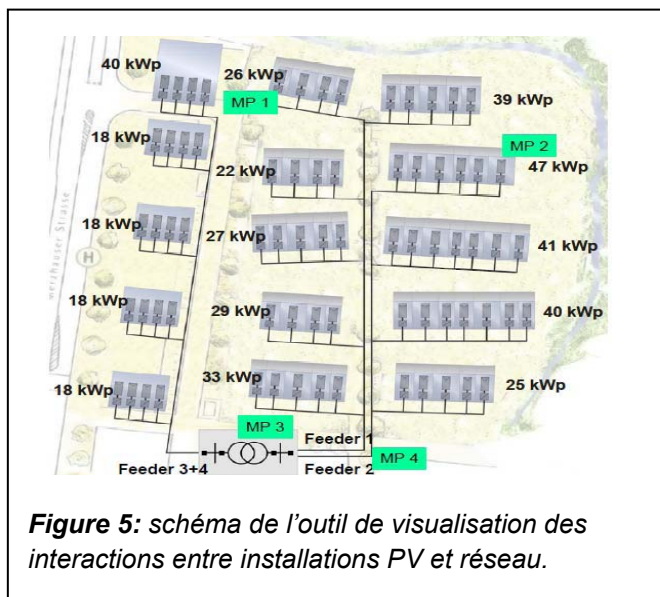
Le livrable de cette activité a été un chapitre ajouté dans le rapport sur les réseaux.

Dans le cadre de l'activité 3.3 (« réseaux électriques »), une collecte d'informations sur les expériences nationales et locales en matière d'intégration du PV au réseau et des éventuels problèmes rencontrés a été effectuée. Un instrument didactique de visualisation des problèmes possibles a été réalisé comme animation PowerPoint par les partenaires japonais (figure 4).

Pour l'activité 3.2 (« règles et standards »), un rapport « **Overcoming PV grid issues in urban areas** » identifiant et proposant des solutions pour intégrer l'énergie photovoltaïque dans les réseaux a été finalisé par l'équipe japonaise et validé.

Le but de ce rapport est de partager les expériences et le savoir sur l'influence du PV sur les réseaux. Les mesures pour réduire les impacts négatifs ainsi que les technologies qui peuvent renforcer les avantages de l'intégration dans le réseau sont analysées. Chacune de ces technologies est détaillée avec un tableau récapitulatif.

Dans les impacts négatifs recensés sur le réseau, la question de la gestion des surtensions semble une priorité. Des phénomènes de surtension apparaîtront certainement dans des zones rurales ou



l'impédance de la ligne est élevée, et le courant relativement faible.

Le rapport fait également l'étude détaillée de 4 cas de forte intégration au réseau urbain de photovoltaïque et livre des résultats précis sur la qualité de l'électricité dans le réseau. Ces cas sont basés au Japon, en Allemagne et en France. L'installation étudiée en Allemagne est représentée dans la figure 5.

#### 4. Sous tâche 4 « Information et dissémination »

Les activités principales de cette sous tâche ont été dirigées par la France en 2008 et ont été la publication des nouveaux documents et la mise à jour des sites internes liés aux activités de la Tâche 10 (notamment [www.bipvtool.com](http://www.bipvtool.com)).

D'une manière générale, les livrables ont été améliorés avec la création d'une présentation et d'un exécutive summary associé pour chaque rapport. Ces ajouts permettront une meilleure dissémination des résultats.

Le site internet « educational tool » conçu dans le cadre de l'activité 4.1 « outils de formation » est en ligne à l'adresse [www.bipvtool.com](http://www.bipvtool.com). Il permet de suivre une procédure de planification à l'image de différents exemples. La Suisse y est représentée par le cas du Stade de Suisse, à Berne.

L'activité 4.2 (« compétition ») s'est concrétisée par la mise en place du concours de design urbain « Lisbon Idea Challenge » ([www.lisbonideachallenge.com.pt](http://www.lisbonideachallenge.com.pt)) dont la première édition s'est conclue en novembre 2006 par la sélection du meilleur des 23 projets soumis. La 2<sup>e</sup> édition du concours s'est conclue par la remise de trois prix de EUR 5'000 chacun, dans les catégories « commercial », « logement social » et « espace public ».

L'activité 4.5 (« communication continue ») a conduit, outre les réunions internationales et la tenue du site internet [www.iea-pvps-task10.org](http://www.iea-pvps-task10.org), à la finalisation d'une base de donnée [www.pvdatabase.org](http://www.pvdatabase.org) : la base de donnée établie à l'origine par la Tâche 7, AIE PVPS, a été mise à jour et en ligne. (figure 6)

Elle recense les réalisations photovoltaïques dans trois rubriques :

- BIPV PROJECTS
- BIPV PRODUCTS
- URBAN SCALE PV

Cette base de données permet d'identifier les projets en appliquant un grand nombre de filtres de sélection (pays, type de construction, affectation du bâtiment, date, position géographique, type de modules, etc...). Le nombre de projets recensés est de 189. Cette base de données devra encore croître sensiblement pour offrir une palette représentative d'installations. La Suisse y sera présente avec 5 exemples. Energiebuero a contribué à cette base de données.



**Figure 6:** base de données « PV-database » sous [www.pvdatabase.org](http://www.pvdatabase.org).

## 4. Contribution Suisse

### 1. Coordination et dissémination nationale

L'année 2006 a été consacrée essentiellement à la prise de contacts nationaux et internationaux, à l'acquisition d'une compréhension approfondie du programme IEA PVPS en général et de la Tâche 10 en particulier, à l'élaboration d'un programme de travail et à la mise en place de la méthode d'analyse des politiques dans le domaine du photovoltaïque.

Des séances de coordinations entre les membres de l'équipe de projet ont eu lieu afin de préciser certaines modalités de la collaboration au sein de l'équipe de projet et d'attribuer les Tâches en ce qui concerne les sollicitations des partenaires étrangers.

Le groupement ou un représentant du groupement a pris part aux séances annuelles de coordination nationale des Tâches PVPS, et a présenté à ces occasions les contributions prévues. Des représentants ont participé aux séminaires photovoltaïques nationaux.

Suite aux réunions internationales, des séances de synthèse ont été menées avec les mandants afin de les informer de l'évolution internationale de la Tâche.

Les résultats pour l'intégration architecturale et la planification urbaine ont été confrontés et discutés au sein des séminaires ISAAC Bisol, notamment dans les ateliers sur les politiques de soutien et bonne intégration du photovoltaïque. Une présentation a été faite à Swissolar auprès des acteurs de la branche solaire en présentant les résultats et les sites d'informations liés à la Tâche 10.

### 2. Coordination internationale

Le groupement a pris part à toutes les rencontres des experts à l'international. A cette occasion, il a été proposé que Planair prenne la direction internationale de la sous tâche 2. Cette option a été confirmée ultérieurement, avec approbation du mandant.

Ces responsabilités ont impliqué l'élaboration d'un plan de travail pour la Tâche et la conduite des réunions internationales relatives à la sous tâche 2.

Planair SA a répondu à différentes sollicitations des partenaires étrangers de la Tâche 10 et de PV-UPSCALE:

- pour l'étude sous tâche 3.1 « **Housing survey** », fourniture des statistiques suisses de la construction, description des programmes pour l'efficacité énergétique dans le bâtiment et du soutien au photovoltaïque en Suisse;
- pour la préparation de l'« **Urban PV tool** », formulation d'appréciation d'un point de vue de la diversité des instruments de soutien au PV et de l'architecture (par Bauart architectes et urbanistes);
- pour le **rapport de la sous tâche 3.1**, diverses remarques visant à souligner l'importance de la qualité architecturale et de la mise en valeur de bons exemples dans les différentes catégories de constructions;
- examen du projet de **questionnaire pour la sous tâche 3**, préparé par M. Tomoki Ehara de Mizuho Information & Research Institute et transmission de diverses remarques;
- participations aux consultations et aux votes sur les différents rapports soumis à l'approbation des membres de la Tâche 10.

Energiebüro AG a travaillé pour sa part à:

- fournir à l'« **Urban scale PV project (PV community)** » des exemples suisses de réalisations PV intégrées aux bâtiments dans le cadre de quartiers ;



- remplir le **questionnaire pour la sous tâche 3**, relatif aux aspects techniques de la connexion d'installations PV au réseau ;
- fournir à M. Andersson d'Energibanken i Jättendal AB, la contribution suisse à la collection d'**études de cas** du « IEA PVPS Task 2 and Task 10 Educational Tool » avec une présentation de l'installation du Stade de Suisse ;
- fournir des contributions suisses aux projets «PV database» et «Community database». Il a également contribué à la réflexion sur les axes d'activités possibles pour une prolongation de la Tâche 10.

### **3. Travail sur les politiques photovoltaïques (Intégration urbaine et aspects économiques)**

Trois séances de discussion du programme de travail ont été organisées avec les partenaires de l'équipe de projet en 2006. Elles ont permis d'élaborer une première esquisse de programme détaillé pour la sous tâche 2.

Sur la base des séances de travail tenues avec les partenaires de l'équipe de projet en juillet, un document intitulé « **SUBTASK 2 : Urban planning and development – proposed work plan** » a été élaboré par Planair SA, ce document a été mis en consultation interne à l'équipe et approuvé.

Des ateliers nationaux ont été créés pour la Tâche 2, notamment pour remplir le questionnaire issu de ce document sur les politiques.

Le questionnaire a été rempli pour le cas de Neuchâtel, lors d'un atelier, avec la contribution des personnes suivantes:

- Olivier Neuhaus, chef du service de l'urbanisme de la Ville,
- Christian Trachsel, délégué à l'énergie de la Ville,
- Emmanuel Rey, architecte, Bauart SA, Neuchâtel,
- Lucien Willemin, promoteur immobilier, Procity SA, La Chaux-de-Fonds.

De même Energiebüro a organisé un atelier afin de remplir le questionnaire pour la Ville de Zurich avec différents experts.

Lors de la **réunion des participants à la Tâche 10 de l'AIE et au projet européen PV-UPSCALE**, tenue à Malmö du 11 au 13 septembre 2006, Planair a présenté ce document qui a été accepté. Il a été convenu que l'analyse des politiques aurait de préférence lieu dans le cadre d'ateliers organisés dans les villes concernées, afin que les réponses données reflètent un consensus entre intéressés de différents horizons (autorités, urbanistes, architectes, propriétaires immobiliers, investisseurs, entreprises électriques).

Afin d'obtenir les réponses de chaque pays de nombreuses relances ont été nécessaires. Ce suivi a permis d'avoir une contribution avancée de la plupart des partenaires du projet. Les résultats ont été analysés et détaillés dans le rapport « Urban photovoltaic policies » en 2008.

Le rapport a été approuvé par les membres de la Tâche 10 fin 2008. Le rapport a été encore complété par les partenaires américains en 2009, et le rapport a été adapté suite à cet apport, avec notamment des statistiques ajustées. Le rapport intégrant ces modifications a été soumis au comité exécutif et a été approuvé avec quelques commentaires. Ces commentaires ont été intégrés au rapport mi-2009 et ce dernier a été officiellement publié en octobre.

La collecte de l'information s'est faite via un questionnaire à choix multiples, auxquels les participants ont rajouté des commentaires dès que cela était nécessaire. Le but était de réunir le plus de données comparables possibles. Dans chaque ville participante, le questionnaire a été rempli pour exprimer un consensus local entre divers partenaires, tels que représentants administratifs, architectes, investisseurs. Au total, seize villes de huit pays ont pris part à l'enquête.

Une synthèse détaillée de ce rapport est proposée ici. L'étude se base sur les questionnaires complétés en 2007 et 2008, or certaines politiques locales et nationales ont évolué de manière régulière pendant ou depuis cette période. Elle permet cependant d'analyser la perception et les effets des politiques de cette période.

La **Section 1** de l'étude porte sur l'état des politiques publiques. Au moment de la réalisation des interviews (2007-2008), les plans de déploiement du photovoltaïque au niveau national étaient généralement absents des politiques publiques. A vrai dire, des plans nationaux ont été mis en place après les interviews. A l'opposé, la plupart des villes participantes ont déjà des plans énergétiques incluant le photovoltaïque dans les 90's, ou les années plus récentes. Dans notre échantillon, les supports sont locaux, avec des politiques publiques largement répandues en ce qui concerne les bâtiments publics. Cependant, la meilleure pénétration du photovoltaïque est obtenue quand la planification s'effectue au niveau national (cas du Japon, de l'Allemagne, de l'Espagne). Généralement, les discussions se déroulent entre un large éventail de partenaires, mais les sources de financement (publiques ou privées) peuvent être très variées. Les subventions ou les tarifs incitatifs sont les types majeurs de politiques de soutien, mais les solutions de soutien au photovoltaïque sont variées.

Au niveau des résultats, la mise en place de lignes directrices pour l'intégration du photovoltaïque dans le bâtiment grâce à des filtres esthétiques améliore son acceptation sans réduire son taux de pénétration. Au contraire, des coûts procéduraux élevés peuvent réduire ce même taux. Les effets économiques sont plus importants que les effets de régulation.

La procédure et les coûts associés peuvent varier selon les pays, on peut trouver ainsi des extrêmes entre pays voisins. Une procédure coûteuse réduit le taux de pénétration du photovoltaïque dans les pays prospectés. En effet, le rapport établit un bilan du coût des procédures administratives et des écarts notables sont relevés entre les pays.

Cette analyse est complétée par la **Section 2**, qui traite des obstacles à la pénétration du photovoltaïque, et des solutions pour les dépasser. Les obstacles majeurs apparaissent lors d'un faible développement du photovoltaïque ; ils sont mineurs dès lors que l'on obtient une forte pénétration.

Le premier obstacle identifié réside dans le faible soutien public. De même, les obstacles financiers prédominent sur les restrictions légales ou la complexité des procédures. Le manque de connaissance de la part des investisseurs, et des architectes est une autre barrière significative.

Les mesures nécessaires à un déploiement du photovoltaïque plus rapide confirment la présente analyse. Ainsi, il faudrait en priorité introduire et même renforcer le soutien public, afin d'améliorer par la suite la coopération des partenaires.

La **Section 3** prospecte les opportunités du déploiement photovoltaïque futur, par le biais notamment de l'intégration à large échelle du photovoltaïque.

Tout d'abord, les sondés favoriseraient plus les modèles reposant sur des mesures incitatives, et notamment des mesures au niveau des villes. Dans la plupart des pays, l'intervention de l'Etat a été sollicitée pour implémenter le déploiement, sous la forme de mesures régulatrices et de lignes directrices. Un développement ouvert et décentralisé est préféré à un développement centralisé qui voit l'encouragement de grandes installations.

### **Conclusion de l'étude sur les politiques urbaines**

On constate que les villes pourraient adopter des solutions à leurs problématiques d'environnement urbain complexe en réservant une part spécifique au photovoltaïque dans leur planification énergétique. Elles devraient agir en innovatrices et démontrer leur implication réelle, profitant de leur autonomie pour supporter le développement du photovoltaïque, en complément avec les schémas existants de tarifs incitatifs. En fonction de leur autonomie, les communes ont de réels leviers pour être des supports à l'innovation dans le domaine du photovoltaïque.

Si l'on sacrifie une bonne intégration urbaine du photovoltaïque afin de faciliter les procédures, l'impact sur la croissance du photovoltaïque ne peut être que négatif. De ce fait, il s'avère primordial d'adopter des politiques publiques qui incluraient dès leur mise en place un soutien au déploiement photovoltaïque avec des filtres esthétiques. Ces politiques sont nécessaires à la bonne compréhension et acceptation du déploiement de l'énergie solaire. Dans les grandes villes, les droits à l'énergie solaire doivent être inclus dans ces politiques.

Actuellement, les principaux obstacles au développement de l'énergie solaire sont surtout économiques, même si dans certains pays on peut citer d'autres barrières. Le moyen le plus efficace pour permettre le déploiement de panneaux photovoltaïques est l'alliance des tarifs incitatifs et des campagnes d'information renforcées des partenaires.

## 4. Travail sur les aspects techniques

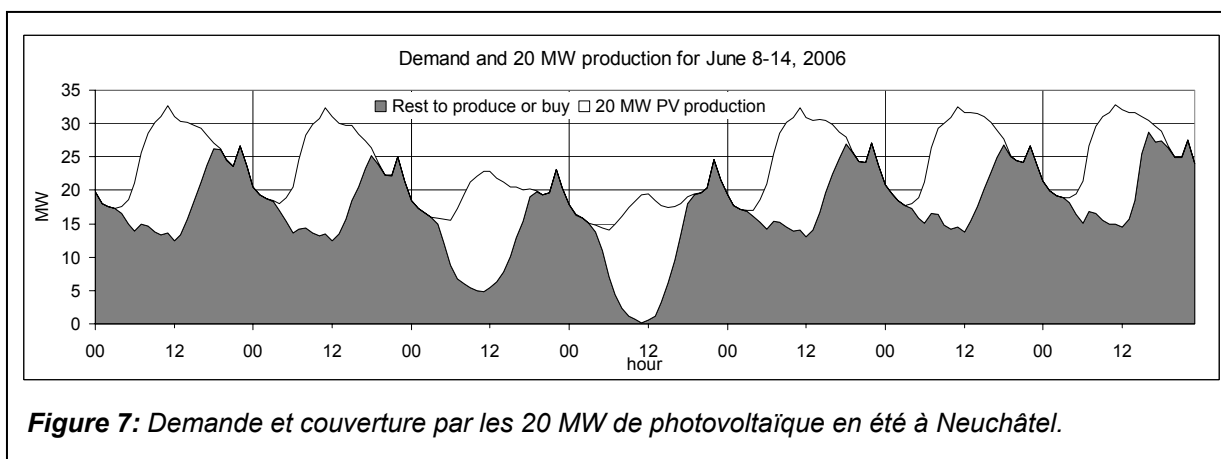
### Etude de cas.

Parallèlement à ce rapport central de la sous tâche 2, la contribution Suisse a consisté en une **étude de cas**, basée sur la situation de la ville de Neuchâtel, par simulation des effets de l'intégration d'une forte proportion de photovoltaïque dans l'approvisionnement, correspondant à la situation possible en 2030 (100% de couverture photovoltaïque de la demande de pointe d'un jour d'été, soit 10% de couverture moyenne annuelle). Cette étude de cas a été faite en étroite collaboration avec le délégué à l'énergie de la Ville de Neuchâtel. Il avait été convenu de comparer aussi la suppléantarité de la production avec une éolienne, mais pour des questions d'oppositions et de procédures, le projet éolien de la Ville a été retardé et l'étude n'a pas été possible.

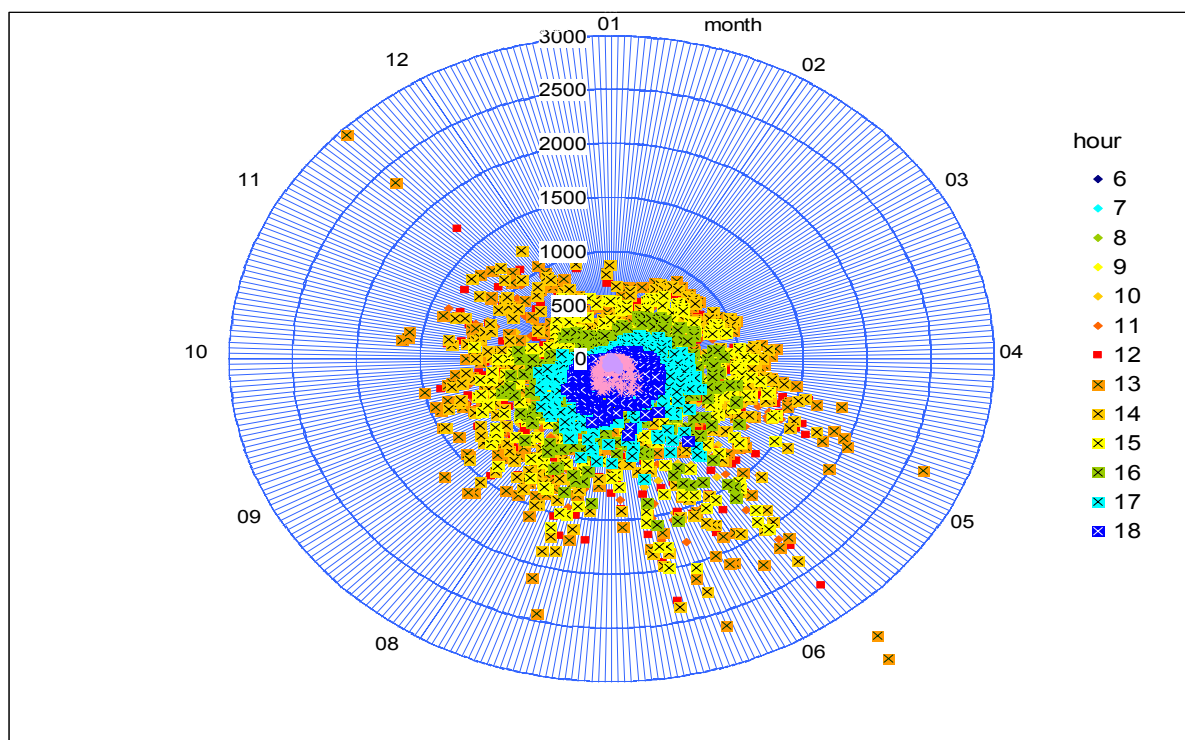
Ce rapport a été présenté à la Ville de Neuchâtel et au distributeur d'électricité local en 2008.

Le plan de travail détaillé a été élaboré pour la contribution Suisse à l'activité 3.3. Les trois dernières années de consommation seront analysées et la production hypothétique, établie sur des données d'ensoleillement, sera mise en regard, à l'échelle horaire.

L'objectif du travail a été de déterminer l'impact pour le fournisseur électrique local d'une forte pénétration du photovoltaïque dans son réseau électrique. Afin de déterminer cette forte pénétration de photovoltaïque, l'hypothèse retenue a été une couverture de la totalité de la demande maximale d'un jour ensoleillé de week-end d'été. Pour la ville de Neuchâtel, l'analyse a montré que ceci correspondait à une puissance d'environ 20 MWp de photovoltaïque. Cette situation, qui pourrait survenir à l'horizon 2030, voir 2020 selon les derniers scénarios de l'EPIA, correspond à une contribution du photovoltaïque de 10% à la consommation annuelle de la ville. Les résultats montrent que le pic de 11 h à 12h est réduit de 40% pendant la demi-année d'été (avril à septembre). D'une manière générale grâce au photovoltaïque, les pics de production absolus sont réduits de l'ordre de 20% (voir figure 7)

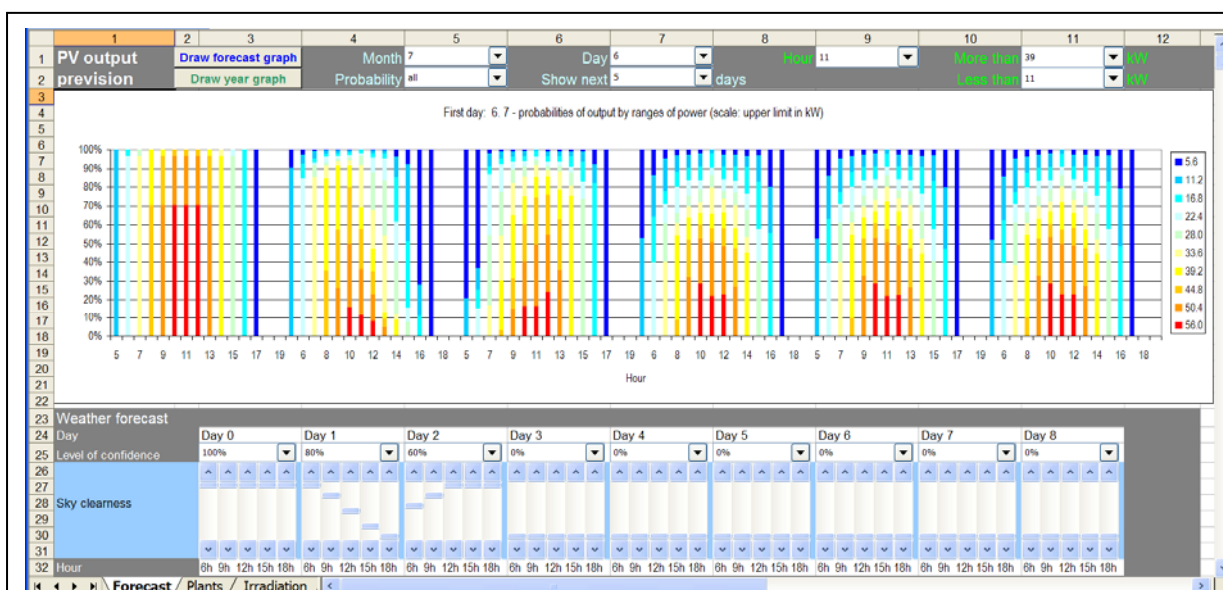


De plus, basé sur cette simulation, une étude des prix de la production photovoltaïque sur les marchés horaires de l'électricité a été effectuée. En moyenne, la valeur de la production photovoltaïque, basée sur les prix horaires du marché suisse de l'électricité est 8,6% supérieure au prix moyen de l'électricité consommée pendant la période d'avril à septembre. Cette valeur supérieure s'explique notamment car la production d'électricité photovoltaïque se fait au moment des pics de consommation durant cette période. (voir figure 8)



**Figure 8:** Valeur en euro de la production photovoltaïque de 20 MWp dans le cadre du marché suisse (jour par jour (coordonnées angulaires) and heures par heures (couleurs))

Les conséquences sur le réseau d'un fort développement photovoltaïque sont vite apparues comme la barrière technique la plus importante.



**Figure 9:** Exemple de résultat du Predictool

En effet, si 20 MWp suffisent à couvrir tous les besoins une journée d'été sur la Commune de Neuchâtel, l'intégration d'une puissance supérieure exige des efforts supplémentaires de la part du gestionnaire du réseau pour bien exploiter cette puissance. L'étude a montré l'intérêt à disposer d'un outil de prévision de la production d'un ensemble de centrales PV connecté à un réseau, le Predictool présenté en figure 9.

## Predictool

Ce rapport a relevé la nécessité pour un distributeur de pouvoir prédire dans des échéances relativement courtes la production d'un ensemble d'installations photovoltaïques en fonction des données météorologiques. Ce constat s'est basé sur le rapport d'étude de cas de la Ville de Neuchâtel et sur la base de discussions avec le distributeur électrique local. Dans ce but, un **outil de prévision** de production « Predictool » a été développé.

La mise en application d'un tel outil a été discutée en 2008 avec des acteurs de la branche électrique, notamment d'autres petits distributeurs d'électricité comme la Société d'Electricité du Val de Travers et la société Energie Pool, qui s'occupent des groupes bilans pour la rétribution à prix coûtant.

Par ces discussions, l'intérêt de l'outil pour des petits distributeurs qui ne possèdent pas des logiciels complexes et coûteux a été confirmé, notamment pour la modélisation d'installation de moins de 30 kVA qui ne sont pas intégrées dans les moyens de production au niveau de Swissgrid.

L'outil a été également présenté aux professionnels de la branche lors de la Conférence REE 2008 à Milan.

La validation de l'outil s'est faite en collaboration avec la Ville de Neuchâtel et le distributeur d'électricité Viteos. Les données de puissance d'installations sur la Ville de Neuchâtel ont été collectées toutes les 5 minutes afin d'avoir une base précise de suivi de production. D'un autre côté, les prévisions météorologiques ont été relevées pendant 2 mois sur la base de données journalières de MétéoSuisse pour entrer la prévision dans le logiciel.

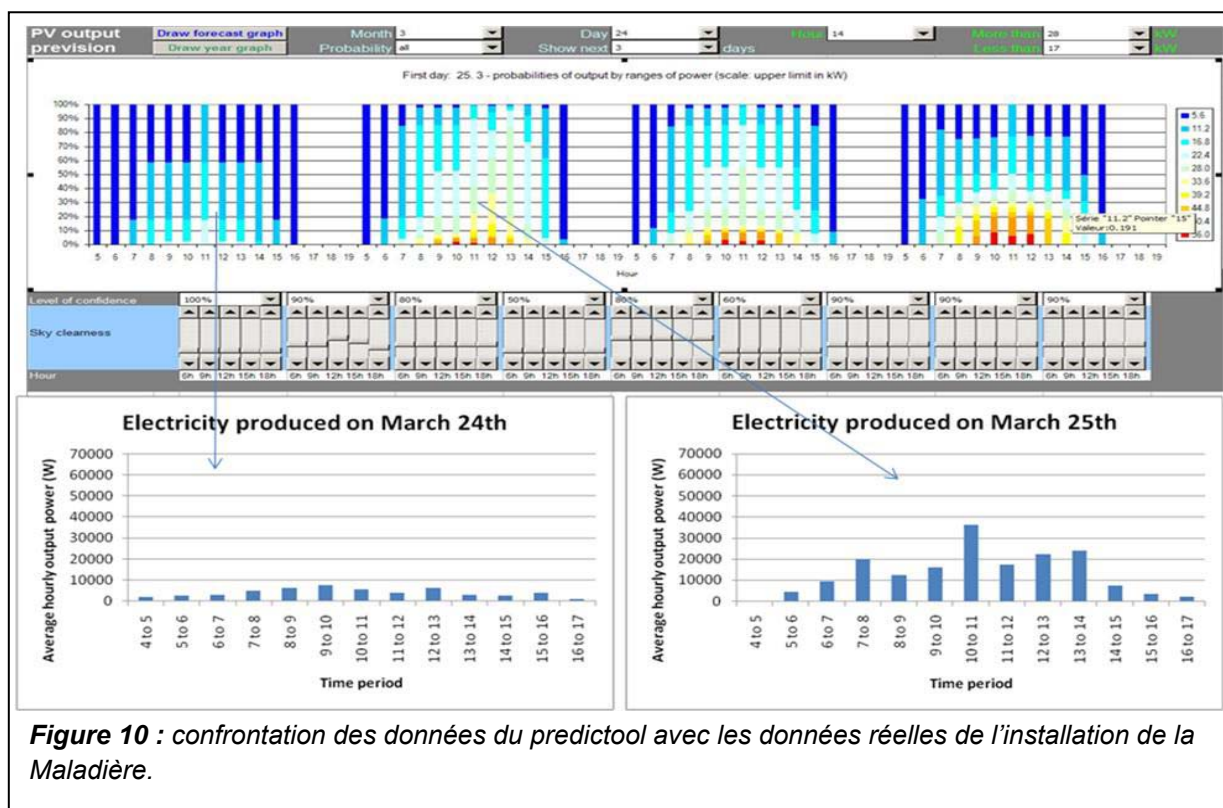
Ces contacts ont permis d'affiner l'outil et d'établir les actions correctives nécessaires pour le rendre plus opérationnel. Une des difficultés principales de l'outil identifiée est liée à l'imprécision des données météorologiques disponibles. Son interface doit aussi être améliorée pour une meilleure prise en main. De plus, les statistiques fournies en résultat doivent être améliorées pour coller aux statistiques usuelles des distributeurs d'électricité.

Cet outil intègre les statistiques d'ensoleillement locales et permet d'introduire les prévisions météorologiques pour élaborer des prévisions de production heure par heure. Cet outil est développé sur la base d'une feuille Excel et se veut facile d'emploi et accessible aux petites collectivités. Un mode d'emploi de cet outil a été créé.

Le potentiel d'un tel logiciel pour la modélisation d'un ensemble d'installations inférieures à 30 kWp a été notamment établi par des entretiens avec les acteurs de la distribution et de la libéralisation du marché suisse. L'avantage d'un tel outil est la possibilité d'intégrer une multitude d'installation et d'obtenir des données statistiques sur les prévisions de production. Dans le cadre d'une forte intégration du PV, l'effet de lissage de la production au niveau d'un réseau en différents sites peut être évalué avec un tel logiciel.

Le lissage de la production est un élément clef pour réduire la variabilité à court terme d'installations PV. Une prévision adéquate est également nécessaire pour évaluer l'effet de lissage des diverses installations.

L'outil intègre les statistiques d'ensoleillement locales et permet d'introduire les prévisions météorologiques pour élaborer des prévisions de production heure par heure. Pendant les mois de mars et de mai 2009, le logiciel a été testé pour donner des statistiques de production de l'installation de la Maladière, qui ont été confrontées à la production. Un exemple de confrontation entre les données pronostiquées et réelles est proposé en figure 10.

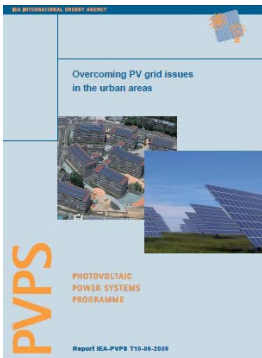
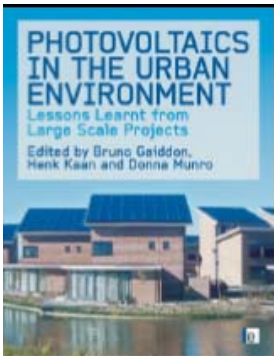
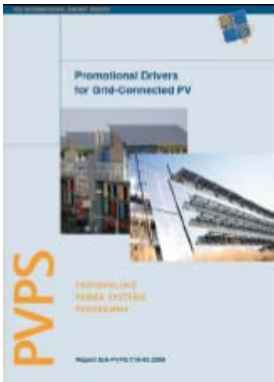


Cette proposition d'un outil de prévision sous le logiciel Excel est une première proposition pour un outil usuel simple. Les tests ont montré que de nombreuses améliorations étaient encore nécessaires pour en faire un outil fonctionnel pour un large public.


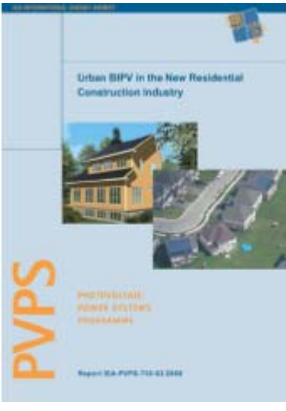
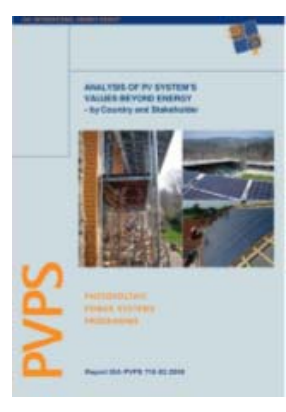
- L'interface doit notamment encore être améliorée. La forme des résultats doit être discutée avec des distributeurs électriques afin de leur fournir des statistiques exploitables pour leur réseau et leur approvisionnement en électricité. Les statistiques doivent donner de préférence une valeur avec un intervalle de confiance plutôt qu'uniquement un intervalle.
- Pour améliorer la précision de la prédiction, des données météorologiques adéquates sont nécessaires, donnant de manière plus détaillée une estimation de la couverture nuageuse horaire. Le logiciel pourrait être amélioré pour traiter les données météorologiques de manière directe en temps réelle avec des prévisions actualisées automatiquement en fonction du degré de confiance des prévisions météorologiques. Dans les prévisions à plusieurs jours, c'est souvent l'imprécision des prévisions qui est la source d'une prédiction erronée.

Cet outil devrait être amélioré dans la cadre de la Tâche 14, qui se focalisera particulièrement sur ce défi de la forte intégration du photovoltaïque dans les réseaux électriques.

## 5. Bilan des livrables de la Tâche 10

Couverture	Résumé	Contenu
	<p><b>Rapport “Urban photovoltaic electricity policies” IEA PVPS T10-07-2009</b></p> <p>Ce rapport basé sur des questionnaires regroupant distributeurs, architectes, planificateurs synthétise les opinions d’acteurs variés dans 8 pays sur les politiques de soutien au photovoltaïque et sur ses perspectives de développement.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Méthodologie</li> <li>2.1 Etude des politiques de promotion du photovoltaïque</li> <li>2.2. Comment encourager le développement du photovoltaïque</li> <li>2.3 Comment réussir l’intégration à grande échelle</li> <li>3. Conclusion</li> </ol>
	<p><b>Rapport “Overcoming PV grid issues in urban areas” IEA PVPS T10-06-2009</b></p> <p>Ce rapport, relativement technique, détaille tous les aspects de l’intégration d’une grande quantité de petites installations photovoltaïques dans un réseau et résume les différentes solutions techniques pour y pallier. Ces solutions sont confrontées à la pratique dans 4 études de cas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identification des bénéfices et impacts de la connexion au réseau de PV</li> <li>2. Mesures possibles pour limiter les impacts</li> <li>3. Projet de démonstration pour la gestion de la qualité de la puissance du réseau</li> <li>4. Conclusions</li> </ol>
	<p><b>Livre « Photovoltaics in the Urban Environment »</b>  <b>ISBN 978-1-84407-771-7</b></p> <p>Ce livre est une ressource essentielle pour les planificateurs et les développeurs qui prévoient d’établir des installations photovoltaïques urbaines à grande échelle, et désirent comprendre ce qui a (ou n’a pas) fonctionné, et pourquoi.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planning urbain avec du photovoltaïque</li> <li>2. Case studies de cas existants</li> <li>3. Case studies de projets en cours de planification</li> <li>4. Conditions légales et financement</li> <li>5. Directives d’intégration</li> </ol>
	<p><b>Rapport “Promotional Drivers for Grid connected PV” IEA PVPS T10-05-2009</b></p> <p>L’étude analyse l’effet des programmes politiques et marketing sur différents facteurs clefs de succès du déploiement photovoltaïque. Elle étudie notamment les transformations de marché impliquées par ces politiques. Cette étude vise à aider le développement de nouveaux programmes de promotion du PV.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Définition des drivers</li> <li>2. Présentation des programmes de soutien les plus réussis</li> <li>3. Facteurs clefs de succès pour les programmes de soutien au PV</li> <li>4. Transformation du marché</li> <li>5. Conclusions</li> </ol>



	<p><b>Rapport “Community Scale Solar Photovoltaics: Housing and Public Development Examples”, IEA PVPS T10-04-2008</b></p> <p>Ce rapport donne des exemples d'intégration urbaine du PV à grande échelle afin de faciliter et d'ancrer son utilisation comme standard de la construction.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Résumé des cités solaires analysées</li> <li>2. Détails des communautés analysées avec photos :</li> </ol> <p>10 pays représentés avec 33 études de cas</p>
	<p><b>Rapport “Urban BIPV in the Mainstream Building Industry”, IEA PVPS T10-03-2008</b></p> <p>Les méthodes et le potentiel de l'encouragement d'une bonne intégration du PV au milieu bâti résidentiel sont analysés en détail dans ce rapport. Un rapport destiné également à l'industrie de la construction.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'innovation et le secteur de la construction résidentielle</li> <li>2. Analyse des politiques d'encouragement à l'intégration du PV</li> <li>3. Estimation du potentiel d'installations intégrées par l'analyse des données de construction</li> <li>4. Conclusion</li> </ol>
	<p><b>Rapport “Analysis of PV System's Values Beyond Energy –by country, by stakeholder”, IEA PVPS T10-2-2008</b></p> <p>Ce rapport montre que, bien que le PV soit plus cher que d'autres sources d'énergies, son soutien financier est justifié par la multitude d'autres avantages que son déploiement apporte. Par ce rapport tous ces bénéfices sont identifiés et quantifiés.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Méthodologies</li> <li>2. Bénéfices environnementaux</li> <li>3. Bénéfices économiques</li> <li>4. Bénéfices pour l'utilisateur</li> <li>5. Conclusions</li> </ol>
	<p><b>Rapport “Compared assessment of selected environmental indicators of photovoltaic electricity in OECD cities”, IEA-PVPS T10-01:2006</b></p> <p>Si la production d'électricité photovoltaïque n'émet pas de CO<sub>2</sub>, la production des panneaux demande une part d'énergie grise. Cette part, d'énergie grise et de CO<sub>2</sub>, est évaluée dans ce rapport en fonction de la localisation des installations.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Définition, méthodologie et hypothèses</li> <li>2. Résultats généraux</li> <li>3. Résultats par pays</li> <li>4. Annexes</li> </ol>



## 6. Conclusions et perspectives

La participation à une Tâche de l'AIE nécessite une bonne collaboration de tous les partenaires sous la forme de revue et de critiques d'études ou de documents fournis par eux, ou de livraison de contributions pour la Suisse.

Indépendamment de la contribution suisse, les activités de la sous Tâche 10 ont été prolongées. Ce prolongement a eu des effets sur les processus d'approbation des rapports suisses et a permis de publier des rapports supplémentaires, ainsi que d'affiner par des résumés exécutifs des rapports existants. De nouvelles revues d'études et de documents de la Tâche ont été à l'ordre du jour en 2009.

La mise en consultation des rapports a été plus longue que prévue, et finalement les rapports d'études de cas et du predictool, s'ils ont permis des discussions et une identification de problèmes clefs pour la diffusion du photovoltaïque n'ont pas été soumis à l'Exco. Le test du predictool a demandé un effort particulier, avec un relevé régulier des prévisions météorologiques, et une analyse fine de la production de l'installation de la Maladière.

Au final néanmoins, la Tâche 10 a atteint la plupart de ses objectifs par les livrables publiés. Chaque thème a été adressé et les principaux obstacles au niveau de la planification, des politiques, des aspects économiques ont été identifiés et analysés.

Les rapports s'adressent effectivement à un public très large avec des études permettant à tous les acteurs de la branche de s'informer pour comprendre et améliorer le développement du photovoltaïque dans les milieux urbains à large échelle.

Cette Tâche avec son spectre large de destinataires a permis d'identifier les éléments déterminants pour le développement de l'énergie photovoltaïque dans les réseaux. Certains rapports n'ont pas hélas pu être finalisés dans le cadre de la Tâche 10 mais ont été des laboratoires et des tests pour des travaux futurs. C'est notamment le cas dans le domaine des réseaux, où de nombreux défis techniques pour la gestion intelligente de l'énergie se posent.

Le projet a permis d'identifier l'intégration concrète d'une grande quantité d'énergie photovoltaïque au réseau comme une clef de réussite de l'intégration urbaine du photovoltaïque. En effet, à partir d'un certain niveau d'électricité solaire dans le réseau, des efforts particuliers sont nécessaires pour acheminer cette électricité de manière optimale. Au-delà de ce niveau, nous sommes face à de nouveaux défis: les obstacles principaux liés à l'intégration au réseau. Ainsi le développement d'une nouvelle Tâche, la Tâche 14 a été rendue possible par les résultats obtenus lors de la Tâche 10.

# Références

- Site internet du programme PVPS <http://www.iea-pvps.org/>
- Site internet de la tâche 10 <http://www.iea-pvps-task10.org/>
- Conférence et présentation de l'outils de prévision aux professionnels de la branche à Milan (<http://ree08.events.pennnet.com/fl//content.cfm?Navid=7533&Language=>).
- On line educational tool, [www.BIPVtool.com](http://www.BIPVtool.com)
- On line projects, and solar communities database [www.pvdatabase.com](http://www.pvdatabase.com)
- Rapport "Compared assessment of selected environmental indicators of photovoltaic electricity in OECD cities", IEA-PVPS T10-01:2006
- On line projects, and solar communities database [www.pvdatabase.com](http://www.pvdatabase.com)
- Rapport "Analysis of PV System's Values Beyond Energy –by country, by stakeholder", IEA PVPS T10-2-2008, 2008
- Rapport "Urban BIPV in the New residential Construction Industry", IEA PVPS T10-03-2008, 2008
- Rapport "Community Scale Solar Photovoltaics: Housing and Public Development Examples database", IEA PVPS T10-04-2008 2008
- Livre "photovoltaic in the urban environment" Lessons learnt from Large Scale Project, Edited by Bruno Gaidon, Henk Kaan and Donna Munro, ISBN 978-1-84407-771-7, 2009
- Rapport "Promotional Drivers for Grid connected PV" IEA PVPS T10-05-2009
- Rapport "Overcoming PV grid issues in urban areas" IEA PVPS T10-06-2009
- Rapport "Urban photovoltaic electricity policies" IEA PVPS T10-07-2009
- IEA PVPS Task 10 Annual Report 2008
- IEA PVPS Task 10 Annual Report 2007
- IEA PVPS Task 10 Annual Report 2006
- IEA PVPS Task 10 Annual Report 2005