



Travail Interdisciplinaire centré sur un projet

Par Jonas Braichet, Olivier Flückiger et Michaël Paratte

Centre Professionnel Artisanal et Industriel du Jura Bernois (CPAI-JB)

Maturité Professionnelle Technique en 4 ans (MPT₄)

Optez pour l'énergie solaire !



Enseignante : Ruth Lehmann

Evaluateurs : Ruth Lehmann et Damien Reichen

Travail remis le 25 mars 2010

Résumé du projet

Dans le cadre de notre Travail Interdisciplinaire centré sur un projet, nous avons pour but de sensibiliser les gens à l'investissement dans l'installation de panneaux solaires. Le soleil est une source d'énergie sûre et verte, c'est-à-dire qu'il n'y a que très peu d'émission de CO₂ dans l'air donc on agit sur le réchauffement climatique qui est dû à une trop grande émission de CO₂ que le mazout et autres émettent en grande quantité. Nous allons réaliser une brochure qui apportera diverses informations concernant les prix et autres. Mais avant tout, il y a aussi le point de vue économique car nous savons tous que le but est aussi de faire des économies avec les panneaux solaires par rapport à une installation standard tel le chauffage à mazout. Combien de temps faut-il pour rentabiliser votre installation solaire, pourquoi utiliser les panneaux solaires plutôt que le mazout, le point de vue écologique et économique. Tout cela nous allons vous l'expliquer dans notre projet.

Parallèlement, nous avons fait une brochure. Sur cette brochure, nous y avons résumé les informations présentes dans ce document. Cette brochure sera diffusée dans notre région et servira à informer les habitants sur les installations solaires.

Pour la réalisation de ce document et dons de la brochure, nous avons fait appel aux habitants de notre région par le biais d'un questionnaire. Nous avons aussi fait appel à plusieurs spécialistes qui nous ont fortement aidés.

Table des matières

1.	<i>Introduction</i>	5
2.	<i>Démarche</i>	6
3.	<i>Les panneaux solaires</i>	7
	3.1 Qualité et efficacité d'une installation	7
	3.2 Avantages et désavantages de l'énergie solaire	7
	3.2.1 Les avantages :	7
	3.2.2 Les inconvénients :	7
	3.3 Les panneaux solaires thermiques	8
	3.3.1 Fonctionnement	8
	3.3.2 Eviter les déperditions de chaleur.....	9
	3.3.3 Investissement, coût et rentabilisation pour une installation de panneaux thermiques.....	10
	3.4 Les panneaux solaires photovoltaïques	11
	3.4.1 Fonctionnement.....	11
	3.4.2 Les 3 différents types de cellules photovoltaïques.....	12
	3.4.3 Les différentes utilisations du photovoltaïque	12
	3.4.4 Investissements, coût et rentabilisation de panneaux photovoltaïque	13
	3.4.5 Comment faut-il entretenir les panneaux solaires ?.....	14
4.	<i>Résultats des questionnaires</i>	14
5.	<i>Conclusion</i>	15
6.	<i>Nos adresses</i>	16
7.	<i>Bibliographie</i>	17
8.	<i>Annexes</i>	18

Liste des illustrations

Image 1 : Maison avec panneaux solaires

http://www.powerupelec.com/images///Roof_Solar_Panel.jpg, page de couverture.

Image 2 : Explication du fonctionnement des panneaux solaires thermiques,

<http://www.tpepanneauxsolaires.fr/fonctionnement.html>, page 7

Image 3 : Explication fonctionnement des panneaux solaires photovoltaïques,

<http://www.tpepanneauxsolaires.fr/fonctionnement.html>, page 11

Remerciements

Nous voudrions d'abord remercier notre enseignante de TIP, madame Ruth Lehmann qui nous a aidé tout au long du projet.

Nous remercions aussi mademoiselle Anaïs Braichet, dessinatrice en bâtiment, qui nous a fourni quelques brochures très intéressantes ainsi que des chiffres concernant les installations solaires.

Nous remercions aussi toutes les personnes ayant répondu à notre questionnaire de manière très honnête.

Nous remercions aussi les quelques personnes qui ont relu notre rapport afin de l'améliorer.

1. Introduction

Nous sommes trois étudiants du Lycée Technique de St-Imier. Nous avons du choisir un thème pour notre Travail Interdisciplinaire centré sur un projet (TIP). Comme ce nom l'indique, c'est un travail interdisciplinaire. Cela veut dire que plusieurs corps de métiers y sont impliqués. Cela veut dire aussi que nous ne nous voyions pas, ou très peu en dehors des cours pour la réalisation de ce projet. Ce TIP est un cours obligatoire. Pour ce projet, nous avons choisi les panneaux solaires. Au début, nous avons choisi comme thème l'économie d'énergie des ordinateurs et des autres appareils électriques en veille. Mais, beaucoup de groupes avaient déjà ce projet. Ce projet ne nous plaisait finalement pas. C'est pourquoi nous avons changé de thème. Nous avons opté pour les panneaux solaires, ce qui nous semblait être un meilleur sujet. Certes, fabriquer des panneaux solaires ou les détruire pollue beaucoup, mais si beaucoup de personnes optent pour des panneaux solaires comme nouveau chauffage, ou pour changer leur ancienne installation, cela représenterait énormément de CO₂ dans l'atmosphère en moins. Bien-sur, nous utilisons aussi les panneaux solaires pour fabriquer de l'électricité. Ces installations sont coûteuses, voir même très coûteuses, c'est pourquoi il est important de bien y réfléchir avant de débiter de tels travaux. Il faut savoir que l'on peut aussi facilement se fabriquer ses propres panneaux solaires thermiques avec quelques morceaux de tuyaux, si l'on est un peu bricoleur !

Le soleil est une source d'énergie abondante, peut être un peu moins dans notre pays que dans les pays du sud, mais une source d'énergie sûre, sur laquelle on pourra toujours compter. Pourquoi ne pas en profiter ? C'est pourquoi nous avons choisi ce thème. Avec notre premier thème qui était l'économie des appareils en veille, nous voulions montrer au monde comment ce qu'on peut économiser de l'énergie facilement. Avec les panneaux solaires, nous leur montrons comment ce qu'ils peuvent fabriquer leur propre énergie. Notre but est de faire une brochure afin de sensibiliser les personnes de notre entourage et les encourager à faire un pas dans l'énergie verte. Pour cela, nous avons cherché beaucoup d'informations, sur internet mais aussi dans certaines brochures et magazines. Bien-sur, nous n'avons rien inventé sur les panneaux solaires, mais nous voulons partager ce que nous avons appris tout au long de ce travail avec un maximum de personnes. Les panneaux solaires ne sont pas inaccessibles en termes de prix, c'est ce que nous allons démontrer avec certains prix que nous avons trouvé sur le marché. Notre but est aussi de montrer le fonctionnement de ces différents panneaux solaires. Nous allons aussi bien-sûr montrer les économies possibles avec de telles installations, qu'elles soient petites ou grandes. Notre motivation est de faire un monde plus propre, un monde meilleur pour les générations à suivre, et pour la nôtre !

2. Démarche

Après avoir choisi notre sujet, nous nous sommes principalement appuyés sur internet qui nous a permis d'y trouver énormément d'informations utiles à notre travail. Nous avons ensuite trouvé des installateurs de panneaux solaires pour nous informer et par le biais d'une dessinatrice en bâtiment nous avons pu avoir des documents sur les panneaux solaires quant à l'installation, aux coûts engendrés par une telle installation. Avec ces informations nous avons formulé un questionnaire qui s'adresse en particulier aux propriétaires, qui sont les personnes principalement visées par notre projet.

Comme nous avons commencé sur un autre sujet au départ nous sommes partis avec une longueur de retard et nous en étions conscients. C'est pourquoi il fallait bien répartir le travail dans le groupe afin que nous rattrapions les semaines que nous avions consacrées à notre ancien thème. Quelques fois, s'est compliqué de répartir le travail équitablement mais nous arrivions toujours à nous entendre sans rencontrer de réels problème entre nous. Lorsqu'un de nous ne trouvait pas une information ou n'arrivait pas à accomplir quelques choses, nous nous y mettions soit à deux ou même à trois si cela était nécessaire. Nous avons appris plusieurs choses dans ce travail, comme le fait qu'en se mettant à plusieurs on arrive plus facilement à un but.

3. Les panneaux solaires

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous allons vous rappeler notre objectif premier : nous voulons sensibiliser les gens à faire le pas dans un système que trop peu de monde utilise, soit les panneaux solaires. Ceux-ci se servent de l'énergie émise par le soleil pour créer de l'électricité ou, dans le cas des panneaux thermiques, de la chaleur. Le soleil est une source d'énergie sûre et durable qui ne peut s'épuiser, contrairement au mazout que l'on utilise dans la plupart des foyers.

Il faut savoir qu'il existe deux types de panneaux solaires :

- Les panneaux solaires thermiques
- Les panneaux solaires photovoltaïques

3.1 Qualité et efficacité d'une installation

L'orientation et l'inclinaison. Dans l'idéal, les capteurs sont exposés vers le sud avec une inclinaison de 50 ° pour capter le maximum de soleil l'hiver. L'inclinaison doit être comprise entre 30 et 60 °. Si ces conditions ne peuvent pas être réunies pour le toit, il est encore possible de faire une installation au sol. Il n'est pas conseillé de faire une installation en façade : une inclinaison à 90 ° permet un moins bon rendement l'hiver.

3.2 Avantages et désavantages de l'énergie solaire

3.2.1 Les avantages :

- Le coût une fois l'installation terminée est presque nul.
- Il n'y a pratiquement pas d'impacts environnementaux relié à l'énergie solaire.
- La source d'énergie est inépuisable et sa consommation n'affecte pas du tout la source, le soleil.

3.2.2 Les inconvénients :

- Le coût d'une installation est encore assez élevé mais est en nette diminution.
- Le site de récupération du soleil doit être assez fortement exposé aux rayons du soleil. Si la région est peu ensoleillée la technologie actuelle ne permet pas encore de rentabiliser l'investissement.
- L'irrégularité de l'ensoleillement peut poser des problèmes si le ciel reste couvert plusieurs jours. Il faut alors prévoir une capacité de stockage plus forte, en augmentant le nombre de batteries.

Source : <http://www.ddmagazine.com/20080227169/Guides-pratiques/Le-solaire-thermique-couts-et-fonctionnement.html>

3.3 Les panneaux solaires thermiques

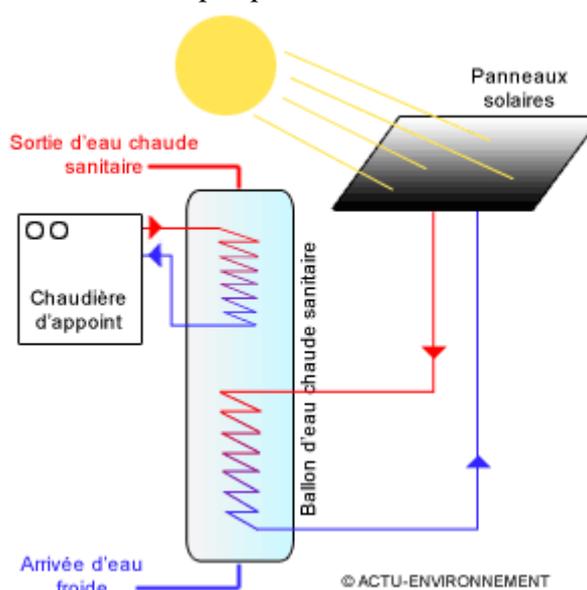
3.3.1 Fonctionnement

Les panneaux solaires thermiques transforment la lumière du soleil en chaleur, généralement pour le chauffe-eau de la maison.

Voilà comment fonctionne le système : les rayons du soleil commencent par passer à travers une plaque de verre qui laisse passer la lumière. Sous ce verre, il y a un absorbeur noir composé d'une plaque de métal recouverte d'une fine couche de chrome¹ et qui absorbe 80 à 90% des rayons lumineux. Grâce à l'absorbeur, ces rayons lumineux sont transformés en chaleur. En s'échauffant, l'absorbeur émet des infrarouges² qui sont bloqués entre la plaque de métal et la plaque de verre. C'est en fait le principe de l'effet de serre. L'air entre les deux plaques s'échauffe et améliore donc le rendement de l'installation thermique.

Par conduction thermique³, l'énergie thermique est ensuite transmise à un circuit d'eau : c'est le liquide caloporteur. L'énergie thermique va alors s'échauffer et être acheminée vers un ballon d'eau chaude avec l'aide d'une pompe, ou bien par la simple gravité.

Dans l'accumulateur, le liquide caloporteur chaud parcourt un circuit et transfère sa chaleur à l'eau domestique.



Ensuite, le liquide caloporteur chaud qui sort des tuyaux va dans le chauffe-eau et transmet de la chaleur à l'eau sanitaire du chauffe-eau. Celui-ci est relié à une chaudière d'appoint pour soutenir le panneau thermique si l'ensoleillement n'est pas suffisant pour amener l'eau à bonne température. Mais cette chaudière fonctionne seulement si le panneau ne transmet pas assez d'énergie.

¹ Chrome : métal dur.

² Infrarouge : rayonnement lumineux invisible à l'œil nu.

³ Conduction thermique: lorsque deux matières de températures différentes se touchent, elles s'échangent de la chaleur jusqu'à ce qu'elles aient la même température.

3.3.2 Eviter les déperditions de chaleur

Le ballon et la tuyauterie doivent être suffisamment bien isolés pour limiter les déperditions thermiques et garder l'eau chaude le jour suivant. Pour s'en assurer il faut un bon facteur de résistance thermique. Plus il est grand, meilleur est l'isolation. Une bonne résistance thermique permet de conserver l'eau chaude solaire pendant deux jours.

L'échangeur thermique transmet la chaleur du liquide caloporteur à l'eau. L'échangeur thermique doit posséder un coefficient d'échange élevé. Plus le coefficient est élevé meilleur est le rendement. (80 signifiant que 80 % de l'énergie est transférée entre le ballon et le fluide).

Source : <http://www.tpepanneauxsolaires.fr/fonctionnement.html>

Source : <http://www.ddmagazine.com/20080227169/Guides-pratiques/Le-solaire-thermique-couts-et-fonctionnement.html>

3.3.3 Prix pour une installation de panneaux thermiques

Exemple : installation de panneaux solaire thermique de 5m² sur un toit côté sud dans le canton du Jura pour une maison individuelle avec un couple marié. Tous nos résultats sont basés du site internet : www.swissolar.ch

Coûts :					
Installation solaire complète				~14'500.-	
Subvention :					
aide du canton				1'500.-	
allègement fiscal				3'515.-	
Coût final pour le particulier				9'585.-	
<u>Economie sur un an pour différents moyens de chauffage*</u>					
Système de chauffage		Quantité		Prix	
Electricité		1'522 kWh		243.-	
Mazout		160 litres		160.-	
Gaz		163m ³		163.-	
pompe à chaleur		447 kWh		71.-	
pompe à air		585 kWh		93.-	
<u>Emission de CO2 sur un an pour une installation à mazout</u>					
Sans panneaux solaires		Avec panneaux solaires			
env : 623 kg		env : 180 kg			

* Base du calcul : Prix du mazout 1Fr. le litre, prix du gaz 1Fr. le mètre cube, prix du kWh 0.16Fr.

Avec une installation comme celle-là, nous couvrons environ 83% de l'eau chaude en une année. Nous pouvons ainsi économiser quelques milliers de francs après quelques années d'utilisation. Il faut environ 15 ans pour la rentabiliser.

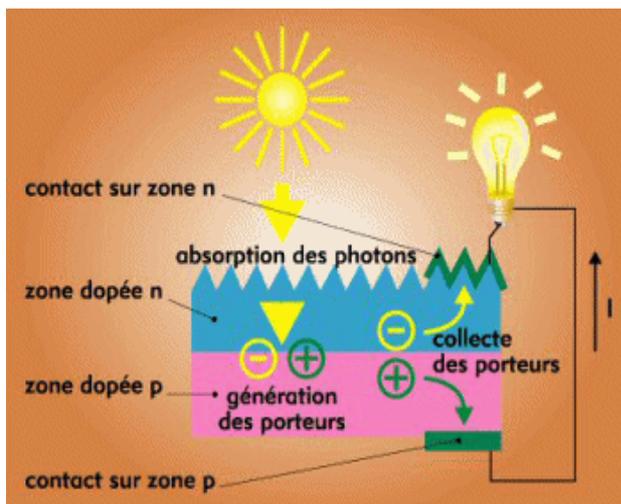
Mais il y a aussi le point de vue écologique qui est important car on émet beaucoup moins de CO₂ (ou gaz carbonique) qu'avec une installation standard à mazout ou autres. Peut-être cela semble-t-il cher pour 5m² de panneaux mais si tout le monde utilisaient le solaire nous ferions un grand geste pour l'entretien de notre planète.

3.4 Les panneaux solaires photovoltaïques

3.4.1 Fonctionnement

Les panneaux solaires photovoltaïques, qui peuvent aussi être parfois appelés panneaux photoélectriques, transforment la lumière du soleil en électricité. Ces panneaux sont les plus répandus mais aussi plus complexes que les panneaux thermiques.

Ces panneaux sont faits d'un assemblage de cellules photovoltaïques qui produisent chacune une tension de 0.5V⁴ à 0.6V. Elles sont donc assemblées pour créer des modules photovoltaïques dont la tension normalisée est de 12V.



La cellule photovoltaïque est fabriquée à partir de deux couches de Silicium, c'est un matériau fabriqué en grande partie à base de sable :

- une couche dopée avec du Bore⁵ (on injecte du bore dans le silicium) qui possède moins d'électrons que le Silicium, cette zone est donc dopée positivement (zone P).
- une couche dopée avec du Phosphore⁶ qui possède plus d'électrons que le Silicium, cette zone est donc dopée négativement (zone N).

Lorsqu'un photon de la lumière arrive, son énergie crée une rupture entre un atome de silicium et un électron, modifiant les charges électriques. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque. Les atomes, chargés positivement, vont alors dans la zone P et les électrons, chargés négativement, dans la zone N. Une tension électrique est ainsi créée.

⁴ V : Volt, c'est l'unité de la tension. Par exemple, une pile de 1.5 volt.

⁵ Bore : élément chimique, mauvais conducteur d'électricité

⁶ Phosphore : élément chimique, bon conducteur électrique

3.4.2 Les 3 différents types de cellules photovoltaïques

-les cellules monocristallines : le rendement est très bon, 15 à 22% (cela signifie que 15 à 22 pour cent de l'énergie venant du soleil est directement captée par le panneau) mais le coût de fabrication est élevé.

-les cellules polycristallines : elles sont moins chères à fabriquer mais le rendement est un peu moins bon (10 à 13%).

-les cellules amorphes : leur coût est très faible mais le rendement l'est aussi (5 à 10%).

En laboratoire, il est maintenant possible d'obtenir des rendements de 30 %, ce qui correspond à un quasi-doublement des performances dans les années à venir. Et les technologies de fabrication de masse laissent espérer à court terme un prix du kWc (kilo watt-crête) divisé par trois. Le watt-crête est l'unité de mesure qui représente la puissance électrique maximale pouvant être produite par une installation photovoltaïque avec un ensoleillement standard de 1 000 W/m² à 25 °C.

3.4.3 Les différentes utilisations du photovoltaïque

-L'alimentation électrique de sites et d'habitations isolés, situés loin d'un réseau électrique (zones rurales dans les pays en développement, relais de communication, téléphones sur les autoroutes, balises en mer, satellites...) pour 25 à 30 % du marché.

-Les systèmes raccordés au réseau électrique (toits et murs photovoltaïques de maisons, centrales photovoltaïques) pour 70 à 75 % du marché.

-Autres applications individuelles, comme les montres et les calculettes alimentées par des cellules de faible puissance, pour 2 à 5 % du marché.

Source : <http://www.tpepanneauxsolaires.fr/fonctionnement.html>

3.4.4 Prix pour une installation de panneaux photovoltaïque

Exemple : installation de panneaux solaire photovoltaïque de 16m² (installation standard) sur un toit côté sud dans le canton du Jura pour une maison individuelle avec un couple marié. Tous nos résultats sont basés du site internet : www.swissolar.ch

Coûts :			
Installation solaire complète			env. 19'000.-
Subvention :			
L'entrée en vigueur de la reprise à prix coûtant supprime les possibilités cantonales et communales de soutien financier.			
Il faut s'informer de la situation pour chaque cas auprès de la commune et du service de l'énergie.			
Tableau des reprises à prix coûtant			
	Quantité produite		reprise du kWh
Maison individuelle	≤10 kWh		0.65.-
Consommation sur le réseau électrique			
		Quantité	Prix
Sans chauffe-eau électrique		2'700 kWh	432.-
Avec chauffe-eau électrique		4'700 kWh	752.-
Production d'électricité sur un an			
Quantité		Prix	
1'902 kWh		304.-	
Emission de CO2 sur un an			
		Sans panneaux solaires	Avec panneaux solaires
Sans chauffe-eau électrique	1'447 kg		540 kg
Avec chauffe-eau électrique	2'519 kg		1'612 kg

3.4.5 Comment faut-il entretenir les panneaux solaires ?

Les installations photovoltaïques ne contiennent pas d'éléments fragiles ou mécaniques il y a donc peu de maintenance. C'est la pluie qui se charge du nettoyage nécessaire au bon fonctionnement. Mais dans les régions soumises à de fortes pollutions atmosphériques, comme les complexes industriels il faudra quand même nettoyer les capteurs solaires de temps en temps.

Les panneaux photovoltaïques sont équipés d'un film de protection sur le verre autonettoyant. En cas de besoin de nettoyer, il faut faire attention à ne pas utiliser d'eau calcaire parce que cela laisse des traces blanches qui empêchent le bon fonctionnement du rayonnement solaire. Attention surtout à ne pas lancer de l'eau froide sur les cellules solaire avec un jet quand le soleil est à son comble pour ne pas provoquer de choc thermique. C'est une précaution à prendre même si les installateurs confirment qu'il n'y a pas de risque selon la norme en vigueur.

Il est par contre recommandé de contrôler régulièrement le compteur du générateur photovoltaïque pour détecter le plus tôt possible les éventuelles pannes. Pour un meilleur fonctionnement, il est aussi conseillé d'effectuer quelques vérifications de routine chaque année.

4. Résultats des questionnaires

Ces questionnaires nous ont permis d'y voir un peu plus clair dans les idées des gens, dans ce qu'ils pensent des panneaux solaires et dans leurs intentions. Pour commencer, malgré le fait que ces questionnaires étaient plutôt prévus pour les propriétaires, toute une partie à été remplie par des gens qui ne le sont pas pour la simple raison qu'ils ne sont pas nombreux ! On apprend par contre que beaucoup de gens pensent à investir dans le solaire, mais que le prix actuel est encore un problème qui dissuade beaucoup de gens. Quant au type de panneau, c'est assez équilibré entre les panneaux thermiques et les photovoltaïques. Pour finir on remarque que les gens estiment habiter dans une région suffisamment ensoleillée pour une installation solaire.

5. Conclusion

Grâce à internet et à d'autres sources d'informations, nous avons pu faire un document complet. Nous avons trouvé toutes les informations importantes pour la réalisation de ce projet.

Avec ce document, nous vous montrons pourquoi il est important d'utiliser le soleil comme énergie verte, nous vous montrons les types et expliquons le fonctionnement de ces panneaux solaires. Nous démontrons aussi par les coûts que les installations solaires ne sont pas inaccessibles. Nous expliquons comment les entretenir et comment faire pour éviter les pertes facilement.

Notre rapport et notre brochure sont faciles à comprendre, ce qui n'est pas forcément le cas des informations sur internet ou dans d'autres documents. Ce projet nous a permis de découvrir l'énergie solaire. Nous avons beaucoup appris tout au long de ce projet, ce qui est très bénéfique, pour nos choix d'installations futures par exemple.

Nous avons fait un travail correct, accessible à tous. Nous aurions pu plus insister sur certains points. Nous trouvons que c'est vraiment important de penser à comment économiser de l'énergie et comment en produire qui ne pollue pas pour le futur, dès à présent.

Le bilan de ce projet est positif. Nous avons tous trouvé ce projet intéressant, nous avons tous appris quelque chose de nouveau. Nous trouvons que c'est vraiment bien de faire des projets comme celui-là en classe, dans le cadre de cours interdisciplinaires.

Nous espérons que toutes les personnes qui liront ce document ou notre brochure verront le solaire d'une autre manière, que ce que nous avons fait soit utile. Nous espérons que beaucoup de monde opte pour ce système écologique, que tout le monde fasse un pas dans l'écologie pour le monde d'aujourd'hui et de demain.

7. Bibliographie

<http://www.apolobamba-energy.com>

<http://www.swiss-green.ch>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Panneau_solaire

<http://www.swissolar.ch/fr/solardach-rechner/>

http://www.a-e.ch/site_francais/liste_prix/liste_de_prix_photovoltaique.htm

<http://www.tpepanneauxsolaires.fr/fonctionnement.html>

<http://www.ddmagazine.com/20080227169/Guides-pratiques/Le-solaire-thermique-couts-et-fonctionnement.html>

http://www.swissinfo.ch/fre/sciences_technologies/Le_plus_grand_parc_solaire_de_Suisse_sera_a_IEPFL.html?cid=291280

<http://www.cuk.ch/articles/3358>

www.solstis.ch

www.ypsolar.ch

<http://www.tsr.ch/tsr/index.html?siteSect=200001&sid=6922533&cKey=1153908804000>

<http://www.solstis.ch/faq.html>

<http://www.solstis.ch/les-solutions-ideales-pour-tous-les-toits-plats.html>

http://www.megasol.ch/wissen/Herstellung/index_html/fr?printable=1

http://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_solaire_thermique

8. Annexes

- Brochure
- Journal de bord
- Questionnaire