

# Faut-il investir à l'heure actuelle dans le solaire photovoltaïque en France ?

Par Edouard Stenger  
- [www.elrst.com](http://www.elrst.com) -



## SOMMAIRE

<b>Sommaire</b>	<b>Page 02</b>
<b>Introduction</b>	<b>Page 03</b>
<b>Glossaire</b>	<b>Page 04</b>
<b>Différents types de panneaux</b>	<b>Page 05</b>
<b>Première partie</b>	<b>Page 06</b>
1. Le Japon	Page 06
2. L'Allemagne	Page 08
3. Les Etats-Unis	Page 10
4. La France	Page 12
<b>Solaire photovoltaïque installé en MW par an dans les pays cités</b>	<b>Page 15</b>
<b>Deuxième partie</b>	<b>Page 16</b>
1. Introduction	Page 16
2. Points communs	Page 17
3. Divergeances	Page 18
4. Peut-on transposer le succès de l'éolien au photovoltaïque ?	Page 19
<b>Conclusion</b>	<b>Page 22</b>
<b>Comparatif de rendements entre deux installations</b>	<b>Page 23</b>
<b>Sources et lectures additionnelles</b>	<b>Page 24</b>
<b>Curriculum Vitae de l'auteur</b>	<b>Page 25</b>

## INTRODUCTION

Le solaire photovoltaïque (ou PV) permet de transformer les rayonnements du soleil en électricité, ce qui en fait une source d'énergie non-polluante durant son fonctionnement. Produit pour la première fois en 1954, ce n'est que ces dix dernières années que l'on a assisté à sa mise en oeuvre de façon massive.

A mesure que le temps passe, le rendement des différents types de panneaux augmente et leur durée de vie suit une tendance similaire. D'un seul pourcent de rendement au tout début, on atteint actuellement entre 10 et 15 %.

Comme on le verra dans ce dossier, cette énergie renouvelable est promise à un avenir radieux, car des pays entiers – et pas des moindres – s'appuient sur elle pour leur fournir à l'avenir de l'électricité en grande quantité et ce, dans le respect de l'environnement.

Ce dossier ne se veut pas exhaustif. Il ne porte que sur deux aspects déterminants :

**La première partie** : pourquoi et comment le solaire PV est-il utilisé de façon exponentielle en Allemagne, au Japon et aux Etats-Unis ? (Ces trois pays représentent à eux seuls près de 90 % de la puissance installée dans le monde.) La France peut-elle combler son retard et elle aussi connaître une croissance similaire dans ce domaine ?

**La deuxième partie s'oriente** quant à elle sur un comparatif entre l'énergie éolienne et le solaire PV. La première connaît depuis quelques années un succès sans précédent en Europe et en France. Le solaire peut-il connaître une situation similaire dans les années à venir ?

Je vous souhaite autant d'intérêt à la lecture de ce dossier que j'en ai eu à son écriture et attends vos remarques et commentaires sur [www.elrst.com](http://www.elrst.com).

Edouard Stenger

## GLOSSAIRE

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Etablissement public dont la mission est de susciter, faciliter ou réaliser des opérations de protection de l'environnement et de maîtrise de l'énergie.
METI	<i>Ministry of Economy, Trade and Industry</i> . Ministère de l'Industrie du Japon.
IEA	<i>International Energy Agency</i> . Agence Internationale de l'Energie, fondée en 1974.
IEA PVPS	<i>IEA Photovoltaics Power Systems Programme</i> . Programme de l'IEA spécifique au solaire photovoltaïque.
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
MW	Mega watt. Unité de puissance électrique.
MWh	Mega watts heures. Energie consommée par un appareil d'une puissance d' un méga watt (1 000 000 watts) fonctionnant pendant une heure.
SEMI	<i>Semiconductor Equipment and Materials International</i>
TWh	Tera-Watt-heure. Un million de Mega-watts.
NEDO	<i>New Energy and Industrial Technology Development Organization</i> , Japon
PV	Solaire photovoltaïque. Technologie permettant de transformer l'énergie solaire en electricité.
R&D	Recherche et Développement.
Wc	Watt-crête. unité représentant la puissance électrique maximale délivrée par une installation électrique solaire pour un ensoleillement standard de 1000W/m <sup>2</sup> à 25°C, ce qui représente des conditions optimales

## DIFFÉRENTS PANNEAUX ET LEUR RENDEMENTS RESPECTIFS

On distingue trois catégories de panneaux solaires :

- ✓ Il y a tout d'abord le **monocristallin** reconnaissable au fait qu'il est constitué d'un seul bloc et est donc d'un bleu uniforme. Il a un très bon rendement, mais coûte cher à produire. Son prix de vente est de 2.96€/Wc selon Solar Buzz.
- ✓ Le **polycristallin** quant à lui est moins cher, mais a un rendement plus faible que le monocristallin, surtout par faible ensoleillement. Il coûte 2.91 €/Wc. On le reconnaît aisément à son aspect *patchwork*.
- ✓ La troisième catégorie est l'**amorphe**, qui à l'avantage de produire de l'électricité avec un éclairage faible mais dont le rendement est peu élevé.

Selon Les Energies renouvelables, livre de Jacques Vernier aux Editions PUF, 2005, le monocristallin représente un tiers du marché, le polycristallin, 56 %. Les autres sont l'amorphe avec 9 % et les deux pourcents restants proviennent des autres matériaux.

### 1. Le Japon

Deuxième marché mondial avec plus de 38 % de la puissance installée au niveau mondial, le Japon a longtemps fait figure de leader tant de par son parc installé que par l'effort mené au niveau national pour que le solaire photovoltaïque devienne une source d'énergie à part entière.

En lisant le rapport annuel 2006 du Programme Photovoltaïque de l'Agence Internationale de l'Energie<sup>1</sup> on se rend rapidement compte de l'exceptionnel engouement pour le solaire photovoltaïque au pays du soleil levant.

Cette énergie renouvelable a commencé à intéresser le gouvernement nippon dès 1974. Il est estimé par le SEMI qu'entre cette date et 2002, 1,89 milliard d'Euros ont été versés dans la recherche et développement dans ce domaine précis par le gouvernement lui-même.

#### A) *Le mix énergétique local*

Selon le METI<sup>2</sup>, le pays veut à tout prix diversifier son mix énergétique qui pour l'heure est constitué à 50 % de pétrole, 19 % de charbon, 14 % de gaz, 12% de nucléaire, 4 % de géothermie. Les autres énergies renouvelables (dont le photovoltaïque) comptent pour un pourcent.

La diversification des sources d'énergie est pour le Japon – tout comme les autres pays cités dans cette étude - un besoin tant vital qu'urgent pour diminuer ses émissions de gaz à effet de serre, mais aussi diminuer sa dépendance vis à vis des énergies importées.

#### B) *Le marché*

Selon l'IEA PVPS, de 12,2 MW installé en 1995, on passe en 1999 à 75,2 MW pour atteindre 272,4 MW en 2004.

Toujours selon cette source, la puissance installée cumulée au Japon fin 2005 était de 1421 MW, soit plus que la puissance d'un réacteur nucléaire de type EPR.

---

1 IEA Photovoltaics Power Systems Programme. *PVPS annual report*. Pages 68-74.

2 Ministry of Economy, Trade and Industry, Ministère Japonais de l'Industrie.

### *C) Les perspectives de croissance*

Selon un article d'Actu Environnement relayant un communiqué de presse de la NEDO, le Japon souhaite développer le solaire photovoltaïque afin qu'il couvre 10 % de la demande en énergie du pays d'ici 2030. Un projet hautement ambitieux<sup>3</sup>.

### *D) Les entreprises*

Sur les dix principaux fabricants de panneaux solaire photovoltaïque, quatre sont japonais et ceux-ci totalisent 47,6 % de la puissance fabriquée<sup>4</sup>.

Les industries ont joué un rôle primordial dans l'exceptionnelle expansion de cette énergie, à tel point que la fabrication des panneaux solaires est maintenant considérée comme clef au Japon.

Selon le gouvernement nippon, la production de ces produits ne devrait pas être laissée à d'autres pays comme la Chine du fait de sa haute valeur ajoutée.

Sharp – premier producteur mondial avec près de 28 % de parts de marché - a commencé la production de panneaux solaires photovoltaïques dès 1959 et a réussi dès 1963 à les produire de façon massive (ibidem, page 30). Avec bientôt un demi siècle de recherche et développement dans ce domaine, on comprend aisément pourquoi cette entreprise représente à elle seule plus d'un quart du marché mondial.

### *E) Financements*

Les débuts de l'installation massive de panneaux solaire sont largement dus aux divers programmes gouvernementaux. Mais les organismes financiers proposent également des prêts à taux réduits pour les ménages souhaitant s'équiper.

Ces mêmes organismes se rémunèrent d'autant plus facilement que les ménages auxquels ils prêtent de l'argent disposent via leurs panneaux solaire d'une source de revenus fixes.

Mais l'investissement du gouvernement continue du fait qu'il travaille à la promotion de cette énergie de façon importante. Ce qui explique en partie l'attrait porté à cette énergie au niveau national.

---

<sup>3</sup> <http://www.actu-environnement.com/ae/news/785.php4>

<sup>4</sup> PV Status Report 2005, European Commission, page 9.

## 2. L'Allemagne

La première puissance économique européenne est devenu tout récemment le premier producteur d'électricité d'origine photovoltaïque. Ceci s'explique par le formidable intérêt porté outre-Rhin pour les énergies renouvelables.

### A) *Le mix énergétique*

Le mix énergétique de nos voisins est composé comme suit : pétrole 36 % ; gaz naturel 22,7% ; charbon (houille + lignite) 24,1 % ; nucléaire 12,5 % ; énergies renouvelables : 4,7 %. Au sein de ces dernières, l'éolien et l'hydroélectrique se taillent la part du lion avec respectivement 42,6 et 34,6 %. L'énergie solaire photovoltaïque quant à elle ne compte que pour 2,8 %.

Ce très faible pourcentage représente pourtant 85,8 % de la puissance installée en Europe selon Terra Economica<sup>5</sup>.

### B) *Le marché*

Le marché Allemand a démarré plus tard que celui du Japon, mais l'a rattrapé notamment grâce au programme lancé en 1998 visant à installer des panneaux solaire photovoltaïque sur 100 000 toits en dix ans.

Dès la fin 2003 l'objectif fut atteint et le programme arrêté. Avec une capacité installée de 345 MW il fut considéré comme un succès complet. En 2004, l'Allemagne a dépassé le Japon en termes de MW installés.

### C) *Les perspectives de croissance*

Le solaire photovoltaïque est fortement poussé avec notamment des tarifs de rachats de l'électricité très intéressants. (allant de 38 cts € / kWh à 54 cts € / kWh<sup>6</sup>)

L'Allemagne - tout comme la France – doit avoir 20 % de son énergie totale fournie par les énergies renouvelables tant thermiques qu'électriques d'ici 2020<sup>7</sup>.

On peut donc avancer que le solaire photovoltaïque continuera à être fortement subventionné par le gouvernement Allemand.

---

5 Terra Economica, septembre 2007, page 35.

6 Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG

7 <http://www.elrst.com/2007/03/09/eu-members-agreeing-on-energy-and-climate/>

## D) Les entreprises

Parmi les dix premiers producteurs de panneaux solaires, on trouve Q Cells, RWE et BP Solar qui comptent pour respectivement 6,3 ; 6 et 5,4 %, soit 17,7 % de la production mondiale.

A noter que BP Solar n'est pas uniquement Allemand mais contient aussi des fonds Américains. (source : *PV Status report 2005*, page 9)

Certaines entreprises produisant de l'énergie - comme RWE - ont lancé des initiatives d'installation des panneaux solaires de démonstration et autres projets-pilotes. Ils fournissent également informations et conseils pour aider les particuliers à s'équiper.

Tout ceci concourt à une impressionnante installation de 968 MW en 2006 selon SolarBuzz, dont 41 % provenait d'applications résidentielles réalisées par des particuliers<sup>8</sup>.

## E) Financements

Le solaire photovoltaïque est comme on a pu le voir plus haut, fortement subventionné et poussé par le gouvernement fédéral.

Ce à quoi il faut ajouter les nombreuses possibilités de prêts à taux bonifiés qui existent toujours avec par exemple le nouveau programme "Solar Power Generation" qui a accordé en 2005 plus de 30 000 prêts représentant un total de 237 MW. Tout ces investissements avaient une valeur totale de 947 Millions d'Euros.

D'autres programmes existent au niveau des Etats (Länder) ou fédéral via le DBU ou *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* qui encourage l'innovation écologique et l'installation de panneaux solaires.

---

<sup>8</sup> <http://www.solarbuzz.com/EuropeanMajorMarkets.htm>

### 3. Les Etats-Unis

Troisième marché mondial des panneaux photovoltaïques avec 479 MW installés représentant 13 % des parts de marché, les Etats-Unis voient une forte expansion des ventes de panneaux photovoltaïques.

#### A) *Le mix énergétique*

Ce pays a un bouquet énergétique similaire aux deux précédents<sup>9</sup> avec une part importante des énergies fossiles : 41 % de pétrole, 25 % de gaz naturel, 23 % de charbon. Le nucléaire représente 8 % et les énergies renouvelable comptant pour uniquement 3 %.

#### B) *Le marché*

Selon les données fournies par l'IEA PVPS, le marché américain a décollé plus tard qu'en Allemagne et au Japon. Ainsi ce ne fut qu'en 2002 que ce pays installa plus de 40 MW en une année, au lieu de 2000 pour l'Allemagne et 1998 pour le Japon.

#### C) *Les perspectives de croissance*

Le but du Department of Energy (DoE) est de rendre l'électricité issue du photovoltaïque compétitive en terme de coûts avec les énergies fossiles (notamment le charbon) et ce dans les secteurs industriels, résidentiels et commerciaux dès 2015. A la même période, cette source d'énergie devrait fournir entre cinq et dix gigawatts.

D'ici 2030, cette énergie devrait fournir entre 70 et 90 gigawatts, soit 40 % de l'électricité totale aux Etats-Unis.

Le gouvernement fédéral américain a donc lui aussi de très grands projets pour cette énergie, encore plus ambitieux que ceux du Japon, qui fut pendant longtemps une référence en la matière.

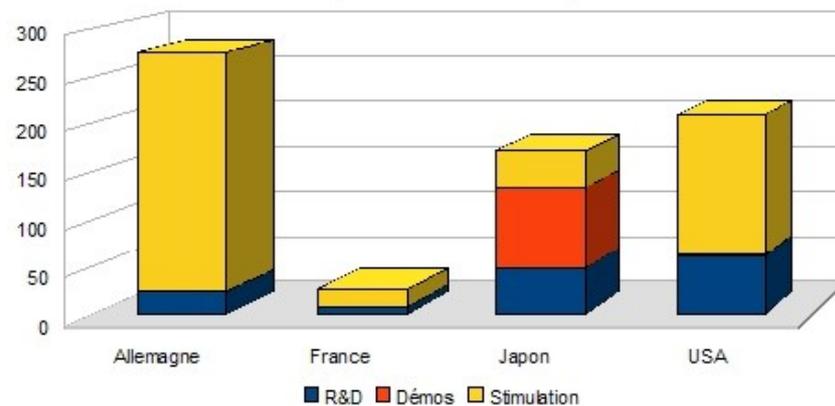
Ces grands projets se reflètent dans l'importance des budgets publics dédiés à la promotion et à la recherche et développement lié à cette énergie.

Comme on peut le voir avec le graphique en page suivante, les USA arrivent deuxième en terme de budgets consacrés au solaire photovoltaïque, avec une part très importante dédiée à la R&D.

---

<sup>9</sup> IEA via <http://www.scerp.org/docs/sweedler/chapter1a.html>

Budgets publics liés au solaire photovoltaïque en 2004  
(en millions d'Euros)



Source : IEA PVPS

Graphique : www.elrst.com

La partie stimulation en jaune concerne le rachat de l'électricité produite. Celle-ci rend fortement attrayante l'installation de panneaux solaires.

#### D) Les entreprises

Parmi les dix premières entreprises du secteur, aucune n'est à 100 % américaine. Les trois entreprises ayant des fonds américains sont BP Solar (7,1 %), Shell Solar (6 %) et RWE Shott Solar (5,4 %). Comme on peut le voir, deux de ces entreprises proviennent du secteur pétrolier.

#### E) Les financements

Ils varient grandement selon les différents Etats. La Californie a un programme très intéressant concernant la promotion du PV. Ainsi en 2004, cet Etat a installé 38,5 MW dont plus de 14 par des entreprises du secteur de l'électricité.

Malgré un déficit important, le gouverneur Schwarzenegger a lancé un programme ambitieux d'installations de panneaux solaires photovoltaïque sur les nouvelles maisons. Ce programme commence à porter ses fruits.

Tout comme cet Etat a longtemps fait figure de pionnier dans l'Informatique, il commence à faire parler de lui via de nombreuses entreprises dans ce secteur<sup>10</sup>.

D'autres Etats dont le New Jersey, l'Etat de New York et la Caroline du Nord offrent aussi diverses aides aux particuliers et entreprises souhaitant installer des panneaux solaires.

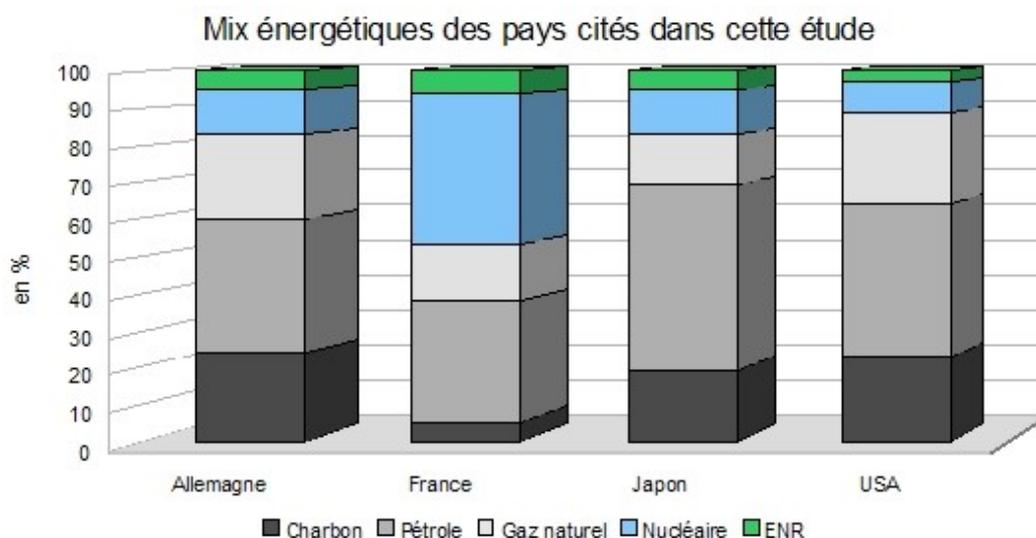
<sup>10</sup> International Herald Tribune : <http://www.ihf.com/articles/2008/02/17/technology/PING.php>

## 4. La France

Notre pays est peu friand de solaire photovoltaïque. Ce fait est illustré par la très faible part de la France dans le marché du solaire photovoltaïque. Selon l'IEA PVPS, nous comptons pour moins d'un pourcent du marché mondial avec 33 MW installés.

### A) Le mix énergétique

Notre bouquet énergétique diffère grandement des pays précemment cités dans cette étude, le nucléaire y jouant un rôle prépondérant avec 41%, viennent ensuite le pétrole, 33% ; le gaz naturel, 15% et le charbon, 5%. Les énergies renouvelables comptent pour 6%.



De nos jours un pays doit avoir un bouquet énergétique répondant aux deux préoccupations majeures actuelles, à savoir diminuer les émissions de gaz à effet de serre et continuer à fournir une énergie à bas coût aux entreprises et aux particuliers.

Le nucléaire répond déjà à ses deux impératifs, d'où selon moi la moindre volonté du gouvernement français de pousser les énergies renouvelables électriques.

### B) Le marché

Comme on a pu le voir dans les trois cas précédents, l'essor du solaire photovoltaïque dépend grandement de la volonté politique des pays.

Avec seulement 33 MW de puissance installée, nos installations font bien piètre figure par rapport à celles d'Allemagne et du Japon.

### C) Perspectives de marché

La France peut-elle connaître un essor du solaire photovoltaïque similaire à celui connu dans les trois précédents pays ? Ma réponse est « *probablement non* » car la volonté politique n'est pas la même.

Cependant, ce marché devrait littéralement exploser du fait de sa faible présence qui contraste avec son potentiel gigantesque, et ce surtout dans le Sud-Est de la France, très ensoleillé.

La question que l'on peut naturellement se poser est : « *Sachant ceci, est-il toujours intéressant d'investir dans le solaire photovoltaïque en France ?* »

Je dirais oui grâce au tarif de rachat de l'électricité actuellement en vigueur et au formidable ensoleillement dans les régions méridionales de notre pays.

Je pense que le PV va passer dans les mois à venir d'un marché de niche pour des écologistes pionniers et rêveurs à celui d'un marché que l'on pourrait qualifier de conséquent.

### D) Les entreprises

Aucune entreprise française ne fait pas partie des dix premiers producteurs mondiaux de panneaux solaire.

Ce qui est problématique du fait que la demande indigène dans les principaux pays producteurs de cellules photovoltaïque est forte. La France pourrait ainsi un jour se trouver face à une pénurie de panneaux solaire, ce qui ferait augmenter les prix.

### E) Financements

De nombreuses banques françaises proposent des aides pour l'installation de panneaux solaire photovoltaïque et autres énergies renouvelables.

L'Etat propose aussi de multiples aides dont le rachat à un tarif fixé à l'avance de l'électricité et des crédits d'impôt pouvant atteindre 8000 € pour un couple.

Ce à quoi peuvent s'ajouter des financements provenant des Régions ou des communes.

En revanche, au vu des quantités importantes de dossiers à remplir et de procédures, je pense que

le nombre de particuliers va certes augmenter mais que l'augmentation de MW raccordés sera plutôt du aux investisseurs installant plusieurs dizaines ou centaines de mètres carré en une seule fois.

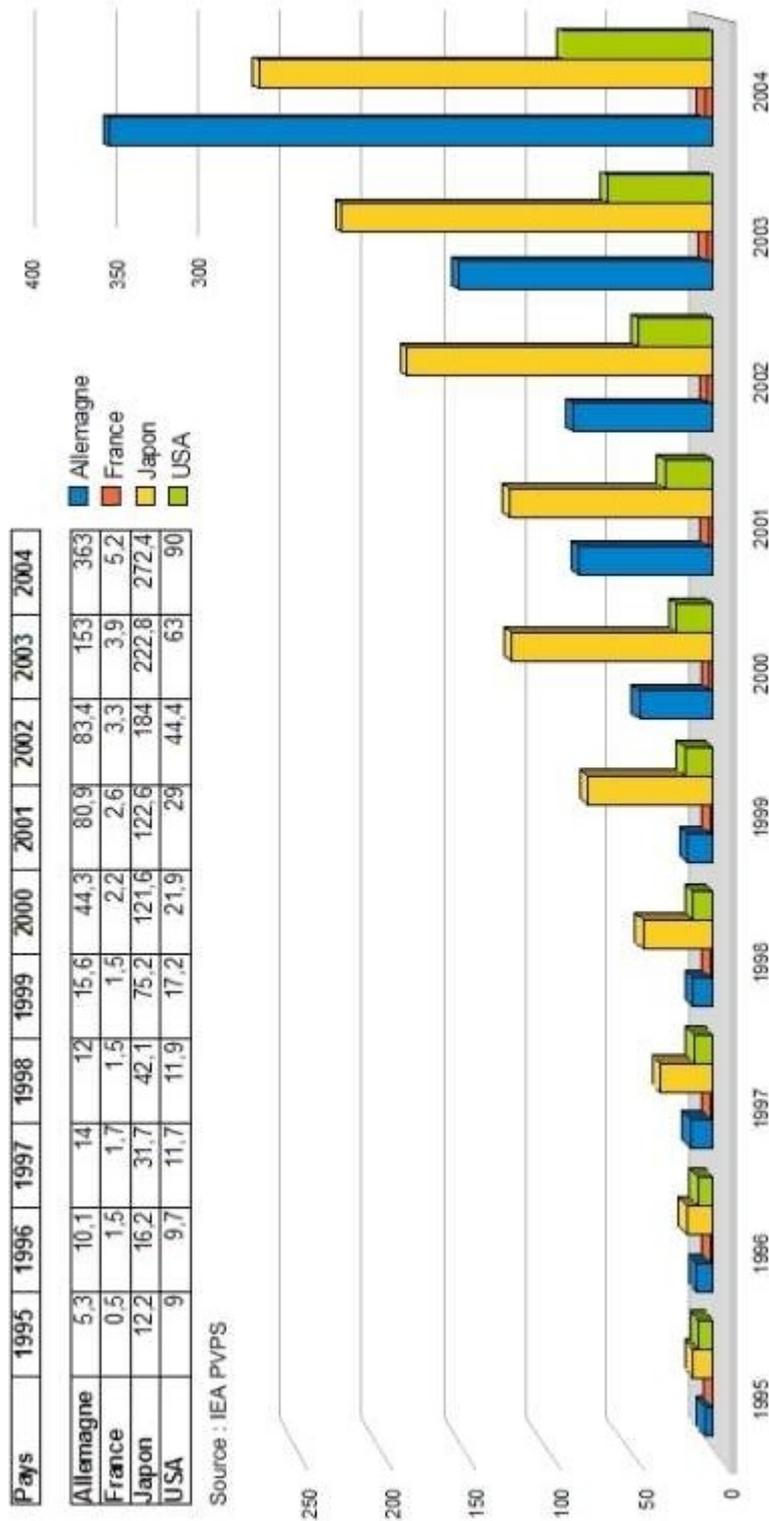
De plus les aides de l'Etat à l'installation de panneaux solaires – les 8000 € pour les couples – fonctionnent aussi pour les autres énergies renouvelables et autres travaux d'installation.

Selon moi, un ménage lambda préférera en premier lieu bénéficier de ses aides pour isoler son logement et ainsi diminuer sa consommation d'énergie et augmenter son confort.

De plus, le nombre de dossiers à remplir et la technicité de la pose de panneaux solaires en rebutera plus d'un, alors que l'isolation d'un logement est plus simple, et surtout permet d'économiser d'importantes sommes d'argent.

J'ai ajouté en page suivante un comparatif des pays selon leurs installations de panneaux solaire photovoltaïque en MW par année. Le tableau parle de lui-même...

Solaire photovoltaïque installé en MW par année dans les pays cités par cette étude



### 1) Introduction

#### A) *EDF Energies Nouvelles*

EDF Energies Nouvelles - connue aussi sous l'acronyme EDF EN - est une entreprise récente rachetée par l'opérateur national français dès 2004 afin de se diversifier dans un secteur d'avenir. Son but est de produire dès 2011 l'équivalent de 3 000 MW, soit la puissance cumulée de près de trois réacteurs nucléaires classiques.

L'éolien compte à l'heure actuelle pour plus de 81 % de la puissance brute installée qui est de 1188 MW.

Le solaire photovoltaïque n'est même pas mentionné directement dans leurs chiffres, c'est dire si cette énergie tient une place peu importante pour cette entreprise. Ainsi l'entreprise a-t-elle installé l'équivalent de 6,17 Mwc en panneaux solaires.

La très bonne santé financière de l'entreprise peut s'expliquer par le fait qu'elle se situe dans un secteur dit d'avenir. Les résultats nets du groupe ont ainsi presque quadruplé entre 2004 et 2006 pour atteindre 21,9 millions d'euros cette dernière année.

#### B) *Théolia*

L'activité de cette entreprise est elle aussi principalement tournée vers l'éolien et fait même partie des leaders dans le marché européen. La totalité des projets et travaux éoliens de l'entreprise est supérieur à 3 300 MW.

Son chiffre d'affaires a augmenté de 350 % entre 2006 et 2007. Cette entreprise est aussi présente dans les pays émergents comme le Brésil, l'Inde, le Maroc mais également en Europe de l'Est.

Théolia se diversifie aussi dans les centrales productrices d'électricité à base de biomasse via sa participation à hauteur de 35 % dans la société Thenergo.

## 2. Points communs

L'éolien tout comme le solaire photovoltaïque sont des énergies n'émettant aucun dioxyde de carbone ou autre gaz à effet de serre, ce qui constitue un réel avantage par rapport aux énergies fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz qui constituent toujours plus de 80 % du mix énergétique mondial.

Deuxième point commun, l'éolien et le solaire sont totalement inépuisables et pourront être utilisés pendant de longs siècles. Ceci contraste fortement avec le peu d'importance à l'heure actuelle de ces énergies dans le bouquet énergétique actuel.

Autre point commun, ces deux énergies sont des sources intermittentes d'électricité et donc nécessitent soit une source d'énergie thermique soit des batteries pour pallier au manque.

Autre similitude, toutes deux ne peuvent être installées n'importe où. Des études doivent être réalisées pour maximiser le rendement de l'installation.

Ainsi, on préférera poser des éoliennes dans des endroits ventés et des panneaux solaires en plein Sud avec une inclinaison optimale.

Toutes deux peuvent être raccordées au réseau et sont rachetées par l'Etat selon des conditions que je détaille plus bas.

Dernier point commun de ces deux énergies, l'Union Européenne a prévu de tirer 20 % de sa consommation totale des énergies renouvelables d'ici à 2020.

Un objectif très ambitieux qui devrait pousser très fortement l'utilisation de l'éolien et du solaire PV, mais aussi des autres énergies renouvelables.

### 3. Divergeances

#### A) Coûts par MW installés

La principale divergence entre l'éolien et le solaire photovoltaïque est le coût de production et donc la rentabilité de l'investissement.

Selon ma première source, Le Figaro dans son dossier spécial éoliennes du samedi 9 février 2008. A la question « Pourquoi ne pas développer l'énergie solaire et particulièrement les panneaux photovoltaïques », Monsieur Jean Louis Bal, directeur des énergies renouvelables à l'ADEME a répondu

« Nous allons aussi les développer. Mais pas avec la même intensité parce que **le photovoltaïque a des coûts cinq fois plus élevés que l'éolien (...)**. »

#### B) Prix de rachat de l'électricité produite

Comme on vient de le voir, l'éolien coûte moins cher au kilowatt-heure que le solaire photovoltaïque.

Afin de pallier à ce problème potentiel, le gouvernement français a trouvé la solution : renchérir le prix de rachat de l'électricité d'origine solaire.

Ainsi, depuis le 10 juillet 2006 cette électricité est rachetée selon les termes suivants en métropole : 30 c€/kWh , plus les primes d'intégration au bâti de 25 c€/kWh. Ce qui permet d'atteindre 55 c€/kWh, un des tarifs les plus élevés d'Europe.

L'éolien terrestre lui est racheté uniquement à 8,2 c€/kWh pendant 10 ans, puis entre 2,8 et 8,2 c€/kWh pendant 5 ans selon les sites. (source : Ministère de l'Industrie<sup>11</sup>)

Comme on peut le voir, le gouvernement français favorise grandement - tout du moins au niveau des tarifs de rachats - le solaire photovoltaïque. Mais cela suffira-t'il à compenser le surcoût de cette énergie ?

En parcourant le débat sur les énergies renouvelables organisé par l'ADEME, on peut lire :

---

11 [http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/se\\_ren\\_a4.htm](http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/se_ren_a4.htm)

*Le Plan Climat a retenu l'objectif de réduction de 5 Mt CO2 pour l'ensemble des EnR électriques, parmi lesquels l'éolien représente environ 75 %.<sup>12</sup>*

Jean-Louis Bal, Directeur des énergies renouvelables, des réseaux et des marchés à l'ADEME

Selon l'ADEME, en intégrant les panneaux à la toiture, c'est à dire à la place des tuiles conventionnelles, le seuil de rentabilité est atteint en moyenne en sept ans<sup>13</sup>.

En posant les panneaux au dessus de la toiture déjà déjà en place, il est atteint en plus de douze ans et demi, soit 62 % de la durée de vie estimée d'un panneau qui est de vingt ans.

Certes il s'agit d'une estimation moyenne, en plaçant ses panneaux solaires dans le Sud de la France, on peut estimer diminuer ce temps de retour sur investissement d'environ un tiers.

Voir à ce sujet les calculs en annexe entre les rendements de panneaux situés dans le Jura et ceux situés dans le département des Alpes Maritimes. (page 22)

---

<sup>12</sup><http://www.ledebatmde.org/eolien-et-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre/>

<sup>13</sup> <http://www.ledebatmde.org/archives/322>

## 4. Peut-on transposer le succès de l'éolien au photovoltaïque en France ?

### *A) Implantation en champ, en toit, ou sur des parois murales.*

Le solaire a l'avantage par rapport à l'éolien de pouvoir être installé près des lieux de consommation. En effet, une éolienne est forcément en plein champ alors que des panneaux solaires peuvent être directement posés sur les toits des maisons et usines.

L'installation en plein champ a l'avantage de proposer une grande surface d'un seul tenant, ce qui peut permettre de certaines économies d'échelle.

Cette solution est préférée par les grands investisseurs ou les entreprises souhaitant installer plusieurs dizaines de mètres carrés en un seul lieu. Ainsi Suez a-t-il décidé de construire une centrale solaire de ce type dans le Sud de la France.

### *B) Perception par le public et les localités de ces implantations*

Il est à noter que les panneaux solaires ne connaissent pas un franc succès dans certaines régions comme le Sud de la France de par l'importance des constructions traditionnelles dont le toit est primordial.

Ainsi, beaucoup pensent encore qu'installer des panneaux solaires diminuerait le cachet de leur maison. Les éoliennes quant à elles sont parfois stigmatisées pour le bruit qu'elles font et l'impact visuel qu'elles peuvent avoir dans certains cas.

### *C) Coûts de l'acheminement de l'énergie*

Selon le livre Les Energies renouvelables, par Jacques Vernier, Editions PUF, 2005 (page 29) l'installation d'un kilomètre de ligne électrique peut coûter jusqu'à 40 000 €. Ainsi poser une centrale solaire ou éolienne à 10 km du réseau électrique pourra coûter très cher.

### *D) Autorisations nécessaires pour les installations sur les toits*

Autre facteur qui peut rendre difficile la pose de panneaux solaires, l'interdiction dans certaines zones à cause des Bâtiments de France qui vont parfois jusqu'à se justifier par le fait que l'on verrait ces panneaux en avion.

C'est un réel problème pour de nombreuses localités en France. Le site Internet de cette administration étant indisponible au moment où j'écris ces lignes, je n'ai pu obtenir d'informations précises.

A noter toutefois qu'on ne peut poser des panneaux solaires à moins de 500 mètres de bâtiments classés comme des églises, ou dans des vieux quartiers (sauf rares exceptions).

Tant que le Ministère de la Culture – dont dépendent les Bâtiments de France – et le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables auront des opinions contradictoires, l'installation de panneaux solaires photovoltaïques rencontrera de nombreux écueils.

Les principaux endroits possibles pour l'installation de grandes surfaces de panneaux solaires sont selon moi les toits des hypermarchés, des usines et des grandes exploitations agricoles.

#### *E) Conclusion*

Investir en France dans le solaire m'apparaît plus risqué par rapport à l'éolien pour les divers facteurs expliqués plus haut.

En effet, les difficultés sont encore nombreuses pour rendre l'installation de panneaux solaires plus courante et ainsi permettre la naissance d'un marché de la taille de celui de l'éolien.

Outre ces problèmes, le principal risque selon moi est la baisse potentielle du prix de rachat du kWh dans les prochaines années.

On entend souvent dire que les caisses de l'Etat sont vides et le rachat massif de kWh pourrait, s'il augmentait fortement, poser rapidement des problèmes au gouvernement.

Deux exemples concrets de ce risque : la région Franche-Comté, voyant que ses aides données aux panneaux solaires PV lui coûtaient trop cher, a diminué celles-ci de moitié d'une année sur l'autre. A noter aussi que l'Allemagne a d'ores et déjà baissé ses tarifs de rachat.

## CONCLUSION

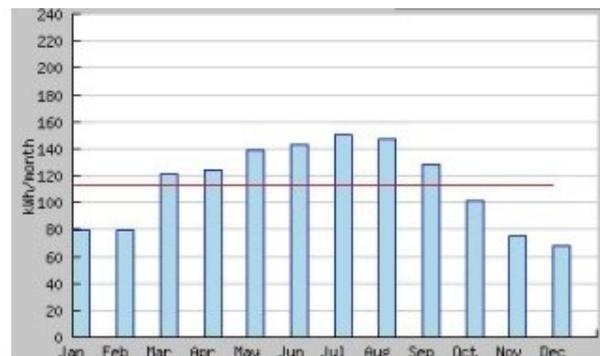
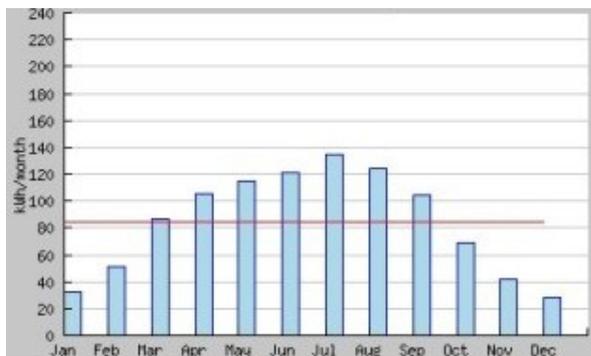
A l'écriture de ce dossier, je peux affirmer que le solaire photovoltaïque a au niveau mondial un avenir radieux devant lui.

Avec une recherche et développement grandissant de façon exponentielle, et des pays entiers comptant sur cette solution pour leur fournir l'énergie dont ils ont besoin, nul doute qu'il deviendra prépondérant dans le demi-siècle à venir.

En France, la situation est plus mitigée du fait de son bouquet énergétique comptant largement sur le nucléaire pour fournir de l'énergie peu chère et pauvre en gaz à effet de serre.

Cependant, une personne privée dans le Sud de la France, et à plus forte raison un investisseur, a intérêt à investir rapidement dans cette énergie afin de profiter de l'exceptionnel tarif actuel de rachat par l'Etat de l'électricité produite.

## Comparatif de rendement d'une installation de panneaux solaire photovoltaïque d'une puissance de 2,4 kWc à Dole (Jura) et Cannes (Alpes Maritimes)



PV electricity generation for: Nominal power=1.0 kW, System losses=14.0%		
Inclin.=35 deg., Orient.=0 deg.		
Month	Production per month (kWh)	Production per day (kWh)
Jan	32	1.0
Feb	51	1.8
Mar	86	2.8
Apr	105	3.5
May	115	3.7
Jun	121	4.0
Jul	134	4.3
Aug	124	4.0
Sep	105	3.5
Oct	69	2.2
Nov	41	1.4
Dec	29	0.9
<b>Yearly average</b>	<b>84</b>	<b>2.8</b>
<b>Total yearly production (kWh)</b>	<b>1013</b>	

Source : PVGIS PV Estimation Utility ; European Commission

PV electricity generation for: Nominal power=1.0 kW, System losses=14.0%		
Inclin.=35 deg., Orient.=0 deg.		
Month	Production per month (kWh)	Production per day (kWh)
Jan	80	2.6
Feb	80	2.8
Mar	121	3.9
Apr	124	4.1
May	139	4.5
Jun	143	4.8
Jul	150	4.8
Aug	147	4.8
Sep	128	4.3
Oct	101	3.3
Nov	76	2.5
Dec	68	2.2
<b>Yearly average</b>	<b>113</b>	<b>3.7</b>
<b>Total yearly production (kWh)</b>	<b>1357</b>	

Graphique par et pour Edouard Stenger ; www.elrst.com

Ces calculs ont été réalisés avec un outil très intéressant proposé par l'Union Européenne. Il permet de calculer aisément la puissance potentielle d'une installation en tenant compte de sa localisation et de son inclinaison (et d'autres facteurs)<sup>14</sup>.

14 <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php?lang=en&map=europe>

## SOURCES ET LECTURES ADDITIONNELLES

Les données spécifiques ont été données de façon ponctuelle et adéquate dans les notes de bas de pages avec les renvois.

Cependant, si vous désirez en savoir plus sur le solaire photovoltaïque et son marché mondiale, je vous propose une sélection de lectures :

- ✓ Cette étude n'aurait pu être réalisée sans les données fournies par le programme dédié à l'énergie photovoltaïque de l'Agence Internationale de l'Energie, l' *IEA Photovoltaics Power Systems Programme*. Une référence incontournable à ce sujet. <http://iea-pvps.org/>
- ✓ *Les énergies renouvelables*, par Jacques Vernier. Editions PUF ; Collection Que sais-je ? 2005. Un très bon livre pour se familiariser avec toutes les énergies renouvelables.
- ✓ *Key world energy statistics 2007*, par l'Agence Internationale de l'Energie. Un dossier essentiel pour tout savoir sur les sources d'énergie dans le monde d'aujourd'hui.
- ✓ *Overview of PV Roadmap 2030*, Juin 2004. Par la NEDO, Japon. Ce papier vous apprendra tout ce que vous voulez savoir sur le développement du solaire photovoltaïque au Japon.
- ✓ *PV Status Report 2005*, Aout 2005, Commission Européenne. Toutes les informations sur le marché actuel du solaire photovoltaïque.
- ✓ *A vision for photovoltaic technology*, 2005, Commission Européenne. Le futur du solaire photovoltaïque en Europe est ici.



September 20, 2006

To Whom It May Concern:

I am pleased to write this letter in support of Edouard Stenger who was one of my exceptional Masters students in the International Management course at Audencia, Nantes Management School. We have also stayed in touch after the end of the course.

Edouard is a hardworking student with excellent research capabilities. He was a resource person in my class. Moreover very familiar with his research on the global energy sector, and in my judgment as an energy analyst, his work is the highest order. I consider his research paper as an excellent work which shows a great deal of sophistication as well as analytical capabilities.

Edouard is also a team player and a task master. Compared to my other students during my teaching at academic institutions such as Ohio State University, The Wharton School at University of Pennsylvania, The University of North Carolina, HEC and Audencia, among others he stands out as an excellent graduate student. I have found him to be intellectually mature and dedicated to his professional pursuits. His international background, knowledge in energy sources and interest in solar industry and other renewable sources will serve him well in his professional endeavors.

Edouard will be an excellent candidate for his future employers and I do recommend him without any reservation. Please contact me if you need further information.

Sincerely,

Riad Ajami, PhD and Director  
Center for Global Business Education and Research  
Bryan School of Business and Economics  
University of North Carolina, Greensboro, USA  
Phone: (336) 334-4548 Fax: (336) 334-4550