

QUELLES SONT LES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE PHOTOVOLTAÏQUE EN FRANCE?

DOSSIER D'INFORMATION

28 décembre 2007

PRESENTATION DU DOSSIER

Les objectifs de ce dossier d'information sont pluriels.
Tout d'abord il tente de répondre à deux interrogations :

- **QUELLE EST LA PLACE DE LA FRANCE DANS LA FILIERE PHOTOVOLTAÏQUE ?**
- **QUELLES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT OFFRE CETTE FILIERE ?**

Dans un premier temps, je définirai ce qu'on entend par « filière photovoltaïque », puis je m'interrogerai sur les réalités que recouvre ce terme, je présenterai ensuite brièvement les acteurs institutionnels et privés de la filière et enfin, j'exposerai les perspectives de développement pour cette industrie des énergies renouvelables.

Dominique CHABROLIN

SOMMAIRE

PRESENTATION DU DOSSIER.....	1
SOMMAIRE.....	2
1. ETAT DES LIEUX DE LA FILIERE	4
1.1. LA CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE : DU SOLEIL A L'ELECTRICITE.....	4
1.1.1. Définitions.....	4
1.1.2. Le module photovoltaïque à la base des applications.....	4
1.1.3. Une technologie récente positionnée sur des créneaux confidentiels.....	4
1.1.4. La filière photovoltaïque élargit ses champs d'application.....	4
1.2. DES ATOUTS CERTAINS ET ... DES HANDICAPS.....	5
1.2.1. Une énergie renouvelable non polluante facile à installer et à entretenir... ..	5
1.2.2. ...Mais encore coûteuse et difficile à mettre en oeuvre	5
1.2.2.1. Une technologie qui entre en concurrence avec les autres modes de production d'énergie renouvelable.....	5
1.2.2.2. Une énergie disponible mais qui nécessite le soutien des pouvoirs publics pour se développer.....	6
1.3. ETAT DES LIEUX DANS LE MONDE.....	6
1.3.1. L'électricité photovoltaïque représente une infime partie de la production d'électricité mondiale.....	6
1.3.2. En tête du peloton : Allemagne, Japon et USA	6
1.3.2.1. Trois pays se partagent l'essentiel du marché.....	7
1.3.2.2. L'Allemagne reste leader en Europe en terme de production d'électricité photovoltaïque.....	7
1.3.2.3. ... et en terme de production de phototopiles	7
1.4. LA FRANCE : UN ACTEUR MINEUR DE LA FILIERE.....	8
1.4.1. La production d'électricité photovoltaïque est confidentielle en France.....	8
1.4.1.1. Le solaire, parent pauvre des énergies renouvelables, 0,6% de la production d'électricité nationale.....	8
1.4.1.2. Cependant, la puissance installée est en nette augmentation depuis 2000.....	9
1.4.2. Le marché national du photovoltaïque est porté essentiellement par les DOM et des incitations financières	9
1.4.3. La métropole rattrape son retard.....	9
1.4.4. Les systèmes photovoltaïques sont désormais reliés au réseau.....	9
1.5. BIBLIOGRAPHIE.....	10
2. LES ACTEURS DE LA FILIERE	10
2.1. LES ACTEURS INSTITUTIONNELS	10
2.1.1. En France.....	10
2.1.2. En Europe et... ailleurs.....	10
2.2. LES ACTEURS PRIVES.....	10
3. LE PHOTOVOLTAÏQUE : UN MOT POUR PLUSIEURS APPLICATIONS !.....	11
3.1. PRODUIRE DE L'ELECTRICITE DANS LES ZONES ELOIGNEES DU RESEAU.....	11
1.1.1. L'électrification dans les pays en voie de développement.....	11
3.1.1.1. Exemples d'utilisation.....	11
3.1.1.2. Le pompage photovoltaïque.....	12
3.1.2. Electrification d'une maison isolée dans l'Aude.....	12
3.1.3. Produire de l'électricité pour des petites unités autonomes.....	12
3.2. L'INTEGRATION DE SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES AUX BATIMENTS	13
3.2.1. La production est dépendante de l'ensoleillement, de l'orientation, de la technologie employée.....	13
3.2.1.1. Des régions inégales devant « le soleil ».....	13
3.2.1.2. Des aides inégales suivant les régions	13
3.2.2. Des incitations financières au niveau des autres marchés majeurs.....	13
3.2.3. Produire de l'électricité photovoltaïque sur les bâtiments publics.....	14
3.3. UNE AUTRE MANIERE DE PRODUIRE DE L'ELECTRICITE AVEC LE SOLEIL : DES CENTRALES ELECTRIQUES SOLAIRES.....	14

3.3.1. <i>En Espagne</i>	14
3.3.2. <i>Au Portugal</i>	14
3.3.3. <i>En France, dans les DOM</i>	14
4. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE	14
4.1. LES LEGISLATIONS QU'ELLES SOIENT EUROPEENNES OU NATIONALES FAVORISENT LE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE	14
4.1.1. <i>La législation européenne</i>	14
4.1.1.1. Le livre blanc a fixé des objectifs précis favorables au photovoltaïque.....	15
4.1.1.2. La politique européenne : un engagement clair en faveur des énergies renouvelables.....	15
4.1.1.3. Les acteurs de la filière se fixent des objectifs qui vont au-delà de la législation européenne	15
4.1.2. <i>La législation française</i>	15
4.1.2.1. Le Grenelle de l'environnement : le photovoltaïque est encouragé.....	15
4.1.2.2. Une énergie renouvelable non polluante intégrée au bâtiment.....	16
4.1.2.3. Des actions pour développer une filière industrielle d'avenir.....	16
4.1.2.4. LOI n ° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique.....	16
4.1.2.5. Une politique tarifaire volontariste pour favoriser l'installation de systèmes photovoltaïques intégrés.....	17
4.1.2.6. Les « labels » dans le bâtiment : le solaire bientôt obligatoire ?	17
4.2. RECHERCHE & DEVELOPPEMENT	17
4.2.1. <i>Plus d'efficacité et des coûts moindres</i>	17
4.2.2. <i>Les programmes de l'Agence Nationale de Recherche : l'intégration au bâtiment prioritaire</i>	18
4.2.2.1. Le programme PREBAT	18
4.2.2.2. Le programme « Solaire Photovoltaïque »	19
4.2.2.3. Séminaire organisé par l'ANR.....	19
4.2.3. <i>Le CNRS tente de développer des nouvelles technologies</i>	19
4.2.4. <i>Le CEA veut réduire les coûts</i>	19
4.2.4.1. Les photopiles du futur	19
4.2.4.2. L'intégration dans les bâtiments	19
4.2.4.3. Améliorer les systèmes de stockage de l'énergie	20
4.2.5. <i>Les autres organismes</i>	20
4.2.6. <i>Les dépôts de brevets témoignent du dynamisme de la filière</i>	20
4.3. LES PROJETS FRANÇAIS ET EUROPEENS	20
4.4. AGENDA DES MANIFESTATIONS (COLLOQUES, FOIRES, SEMINAIRES,...)	20
5. CONCLUSION	21

1. ETAT DES LIEUX DE LA FILIERE

1.1. LA CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE : DU SOLEIL A L'ELECTRICITE

1.1.1. Définitions

Conversion directe de la lumière du soleil en électricité.

Portail de l'**ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ENERGIE EOLIENNE (ACÉE)**

[en ligne] Disponible sur <www.smallwindenergy.ca/fr/Resources/Glossary.html> (Consulté le 28/12/2007)

Procédé qui permet de convertir la lumière en électricité via des cellules à base de silicium. Dans le cadre d'une installation électrique, les cellules puis les panneaux sont reliés entre eux pour accroître la puissance globale. ...

Portail **IMMO-BOIS** [en ligne] Disponible sur <www.immo-bois.com/glossaire-maison-bois-MP.php> (Consulté le 28/12/2007).

1.1.2. Le module photovoltaïque à la base des applications

« L'énergie solaire photovoltaïque [est] la conversion directe de l'énergie solaire en électricité (...) par l'intermédiaire d'un matériau semi-conducteur (silicium par exemple). Elle ne nécessite ni pièce en mouvement, ni carburant, et n'engendre aucun bruit. L'élément de base est la cellule photovoltaïque : exposée à la lumière, elle absorbe l'énergie des photons lumineux. Ceux-ci mettent en mouvement des électrons qui sont happés par un champ électrique interne. Les électrons collectés à la surface de la cellule génèrent un courant électrique continu.

La tension de sortie d'une cellule photovoltaïque est faible (0,6 V). C'est pourquoi les cellules sont mises en série électrique, puis encapsulées entre une plaque de verre à l'avant et un autre matériau étanche à l'humidité à l'arrière. Elles forment ainsi un module photovoltaïque (produit que l'on trouve dans le commerce). »

Portail de l'**AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE** [en ligne] Disponible sur <<http://194.117.223.129/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12554#qst2>> (Consulté le 28/12/2007)

1.1.3. Une technologie récente positionnée sur des créneaux confidentiels

« L'énergie photovoltaïque est une énergie jeune. Les premières cellules photovoltaïques ont été installées sur les satellites en 1960. Les premières applications terrestres sont apparues dans les années 70, les applications domestiques dans les années 80 et les applications de couplage au réseau dans les années 90. Depuis quelques années, l'énergie photovoltaïque commence à représenter des volumes importants, de plusieurs centaines de mégawatts. A ce jour, les applications professionnelles concernent le balisage, les télécommunications, l'éclairage... »

DEBAT NATIONAL SUR LES ENERGIES. *Énergies renouvelables : alternatives ou complément?*,

Compte rendu intégral de la rencontre. [en ligne] Rennes, 5 mai 2003, 98 p. Disponible sur

<http://www.industrie.gouv.fr/debat_energie/site/pdf/cri-rennes5mai.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

1.1.4. La filière photovoltaïque élargit ses champs d'application

« L'électricité solaire photovoltaïque peut être employée de deux manières : pour la fourniture d'électricité en sites isolés ou pour l'injection d'électricité dans un réseau électrique. La première application est la plus ancienne et la plus répandue au regard des millions de systèmes installés à travers le monde. (...)

La caractéristique principale de cette première catégorie d'applications de l'électricité solaire est qu'elle nécessite l'emploi de batteries lorsque le besoin d'électricité n'est pas en phase avec la production. La seconde application, plus récente, bénéficie d'un taux de croissance encore plus rapide. Il s'agit dans ce cas de transformer directement le courant continu des modules photovoltaïques en courant alternatif

identique à celui qui est utilisé dans les réseaux électriques basse tension. L'électricité ainsi générée "au fil du Soleil" est soit consommée sur place, soit injectée dans le réseau. L'intérêt économique et l'engouement actuel pour cette solution viennent du fait que l'électricité produite peut être vendue à la compagnie de distribution d'électricité à un prix subventionné (...) Les précurseurs en matière de "toits solaires" ont été le Japon et l'Allemagne à la fin des années 80. À l'heure actuelle, des programmes importants sont en phase de réalisation, au Japon et en Europe du Nord principalement, sur un rythme de l'ordre de 20 000 systèmes montés en toiture chaque mois. Ce "couplage" au réseau pourrait se faire un jour de façon centralisée avec des centrales photovoltaïques de quelques mégawatts. »

CEA. *Les trois voies de l'énergie solaire* **In** Revue Clefs CEA - Hiver 2004-2005. [en ligne] 2005

p. 112 à 115 Disponible sur

<<http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/c8dbec176fb6c6265e9dbff35ba1815f.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

1.2. DES ATOUTS CERTAINS ET ... DES HANDICAPS

1.2.1. Une énergie renouvelable non polluante facile à installer et à entretenir...

« Avantages

- Environmental performance: no noise, harmful emissions or polluting gases.
- "Fuel" delivered free, by nature
- Easy to install, modular technology
- Install as small or as large as needed
- More modules can be added later on
- Low maintenance, in general there are no moving parts
- Long life span » (...)

1.2.2. ...Mais encore coûteuse et difficile à mettre en oeuvre

« Disadvantages

- Off-grid system needs to be combined with a back-up or storage system to secure supply
- High initial investment cost
- Substantial surface required »

LEONARDO-ENERGY 3D FORUM, *Photovoltaic system*. [en ligne] 2007, diapo 5 sur 17 Disponible sur

<<http://www.leonardo-energy.org/planning/wp-content/uploads/2007/11/5-photovoltaics-v20.ppt>> (Consulté le 28/12/2007)

1.2.2.1. Une technologie qui entre en concurrence avec les autres modes de production d'énergie renouvelable

« Le raccordement au réseau est aujourd'hui loin de trouver sa justification économique, il est largement subventionné principalement pour des raisons de développement de la filière. Comme pour l'éolien, l'intermittence pose des problèmes qui en limitent l'insertion dans un réseau et seules les centrales thermiques à flamme ont la souplesse souhaitable pour prendre le relais. Au plan de l'émission de gaz à effet de serre le raccordement du photovoltaïque a un certain intérêt chaque fois que l'on substitue cette production à de la production fossile majoritaire (cas des pays fortement émetteurs de CO2 comme l'Allemagne ou les DOM TOM) mais ne présente aucun intérêt dans des pays d'ores et déjà très peu émetteurs de CO2 pour la production de leur électricité (cas de la Suède, de la Suisse et de la France qui utilisent principalement le nucléaire et l'hydraulique). »

UNION DES ASSOCIATIONS D'ANCIENS ET DE RETRAITES DU GROUPE AREVA. *Le solaire photovoltaïque*. [en ligne] 2007 Disponible sur <http://www.uarga.org/energie/Energie_Solaire.php#P2> (Consulté le 28/12/2007)

1.2.2.2. Une énergie disponible mais qui nécessite le soutien des pouvoirs publics pour se développer

« [Le Photovoltaïque] est exploitable pratiquement partout, la lumière du soleil étant disponible dans le monde entier l'équipement de production peut presque toujours être installé à proximité du lieu de consommation, évitant ainsi les pertes en ligne il est totalement modulable et la taille des installations peut être facilement ajustée selon les besoins ou les moyens aucun mouvement, pas de pollution directe ou indirecte (effluents atmosphériques ou liquides, produits de nettoyage, risque d'accident physique,...) aucun déchet, aucune perturbation pour l'environnement de proximité la maintenance et les réparations sont réduites à presque rien pour la partie photovoltaïque et à peu de chose pour l'électronique associée. [Le] handicap majeur [des systèmes photovoltaïques] reste un coût encore élevé comparé aux sources conventionnelles et aux filières renouvelables plus mûres. Ce coût diminue de 10% par an, et pour accélérer cette baisse, les autorités nationales et internationales doivent engager une politique de soutien à long terme de la filière photovoltaïque. C'est précisément l'objectif des programmes lancés depuis quelques années dans plusieurs pays industrialisés. Autre défi : l'intégration du photovoltaïque dans des matériaux de construction habituels tels que tuiles, éléments de façade, pare-soleil, protections sonores, ... mais aussi son intégration en tant que sujet d'étude dans l'enseignement de base de toutes les professions concernées : concepteurs, architectes, ingénieurs, techniciens, électriciens, couvreurs, façadiers... »

PERSEUS: Guide des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique, destiné aux particuliers Edition 2007

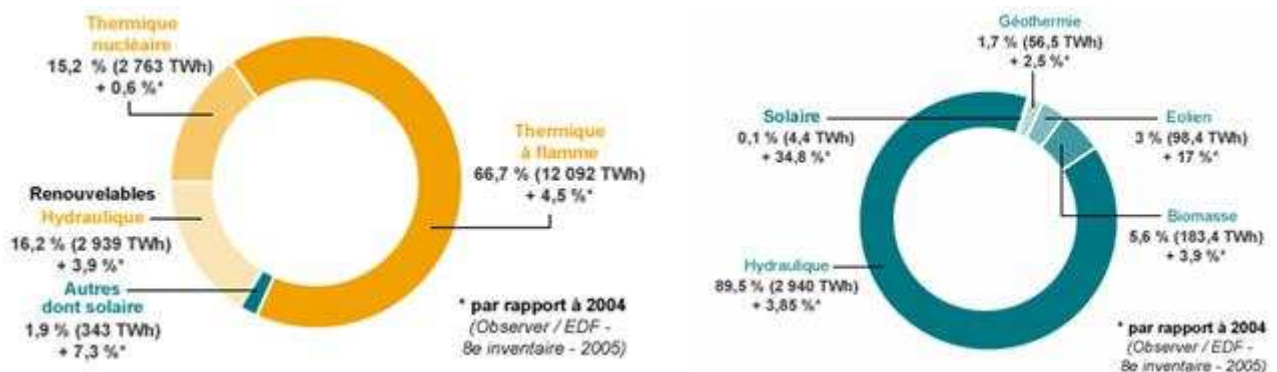
RHONALPENERGIE-ENVIRONNEMENT AVEC LE SOUTIEN DE LA REGION RHONE-ALPES, DE L'ADEME ET EN COLLABORATION AVEC HESPUL. PERSEUS: Guide des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique, destiné aux particuliers Edition 2007. [en ligne] 2007. 48 p. Disponible sur <http://194.117.223.129/servlet/getBin?name=577EDAC3DC73024E31EFA739AF3962701198159893424.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

1.3. ETAT DES LIEUX DANS LE MONDE

1.3.1. L'électricité photovoltaïque représente une infime partie de la production d'électricité mondiale

« La production mondiale d'électricité en 2005 a représenté un total de 18 138 TWh dont la majeure partie est issue du thermique à flamme essentiellement du fait du développement industriel de pays tels que la Chine qui dispose de grandes réserves de charbon.

Les autres énergies renouvelables, dans lesquelles se trouve le solaire, représentent une faible partie de la production d'électricité »



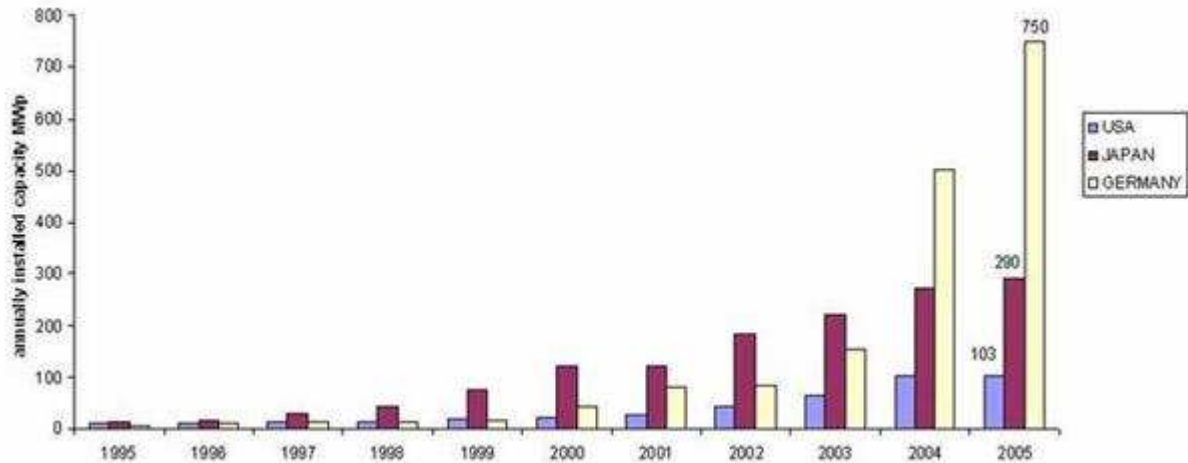
EDF. Panorama de l'électricité. [en ligne] EDF, 2006, Disponible sur

<http://www.edf.com/html/panorama/production/renouvelable/solaire/monde.html> (Consulté le 28/12/2007)

1.3.2. En tête du peloton : Allemagne, Japon et USA

1.3.2.1. Trois pays se partagent l'essentiel du marché

“Germany , Japan and USA are the clear PV market leaders. Together they formed 1.1 GW of a total 1.3 GW globally. However, current development shows that market also global markets are going to be more diversified in future.”



EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION (EPIA) *Annually installed capacity In Global [en ligne]* Disponible sur <http://www.epia.org/index.php?id=92> (Consulté le 28/12/2007)

1.3.2.2. L'Allemagne reste leader en Europe en terme de production d'électricité photovoltaïque...

« 3,4 GWc installés dans l'Union européenne

Le marché européen du photovoltaïque a encore atteint des sommets en 2006, grâce au dynamisme du marché allemand. Selon les premières estimations disponibles, la puissance supplémentaire installée en 2006 pourrait s'élever à 1 245,7 MWc, permettant au parc de l'Union européenne de dépasser largement la barre des 3 000 MWc. Les objectifs du Livre blanc ont donc été remplis avec quatre ans d'avance. Le secteur du photovoltaïque européen reste cependant très hétérogène, avec un marché allemand ultra-dominant (estimé à 1 150 MWc en 2006) alors que les autres pays de l'UE varient de quelques kWc à quelques dizaines de MWc. » (...)

1.3.2.3. ... et en terme de production de photopiles

« Le marché allemand occupe toujours la première place mondiale pour les photopiles, loin devant le Japon (qui devrait rester à 300 MWc, environ, en 2006) et les États-Unis (estimation à plus de 120 MWc). (...)

La montée en puissance du marché espagnol, qui a été enregistrée en 2005 (+ 15,5 MWc), a été confirmée en 2006 (...)

L'année 2007 devrait (...) voir une nette augmentation du marché italien avec, déjà en début d'année, 7 330 centrales en cours de construction pour une puissance de 62 MWc. (...)

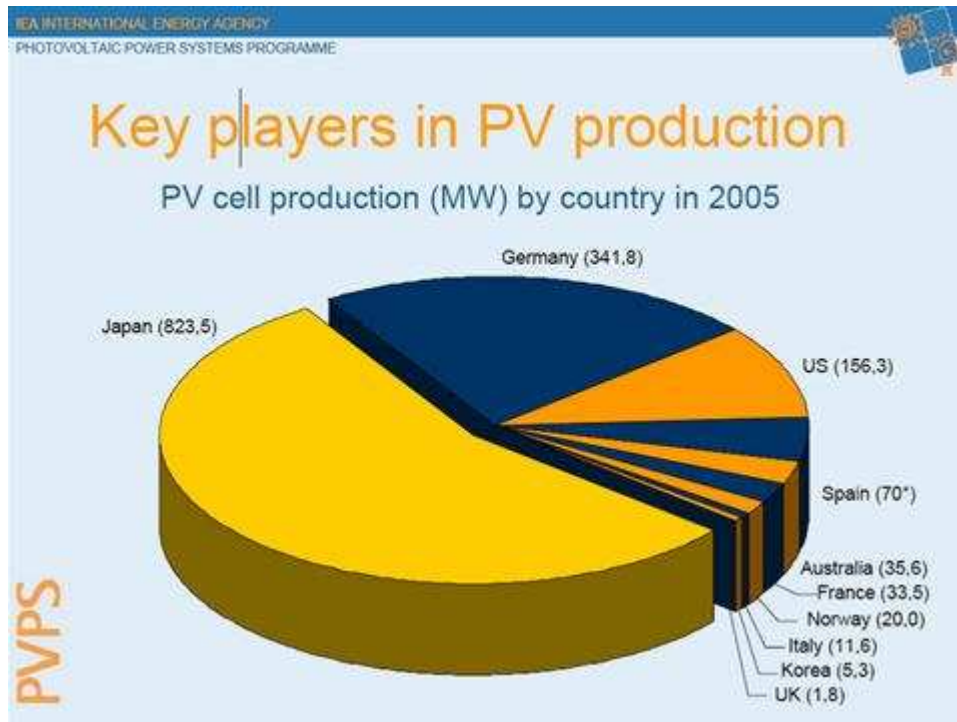
La France a modifié l'an dernier, une nouvelle fois, son système d'incitation, du fait de résultats trop insuffisants. Le gouvernement a ainsi porté en 2006 le crédit d'impôt pour les particuliers à 50 % (40 % en 2005). Ce système permet aux particuliers uniquement de percevoir une somme représentant la moitié du coût total de l'équipement de leur habitation principale, main-d'oeuvre non comprise. Le tarif d'achat a également été réévalué en juillet 2006. Il s'établit désormais, pour la métropole, à 30 c€/kWh plus une prime de 25 c€/kWh en cas d'intégration dans le bâti. Dans les départements d'outremer (Dom) et en Corse, le tarif d'achat a été réévalué à 40 c€/kWh plus une prime d'intégration de 15 c€/kWh. **Ces tarifs doivent permettre à la France d'atteindre les objectifs définis lors de la loi de programmation pluriannuelle des investissements qui sont de 120 MWc en 2010** (85 MWc pour les Dom et 35 MWc pour la métropole).

Systèmes solaires – Le journal des énergies renouvelables n° 178 - 2007

Photovoltaic barometer – avril 2007

EUROOBSERV'ER. SYSTÈME SOLLAIRES - LE JOURNAL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES n° 178 - 2007 PHOTOVOLTAÏC BAROMETER. [en ligne] avril 2007. 16 p. Disponible sur <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro178.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

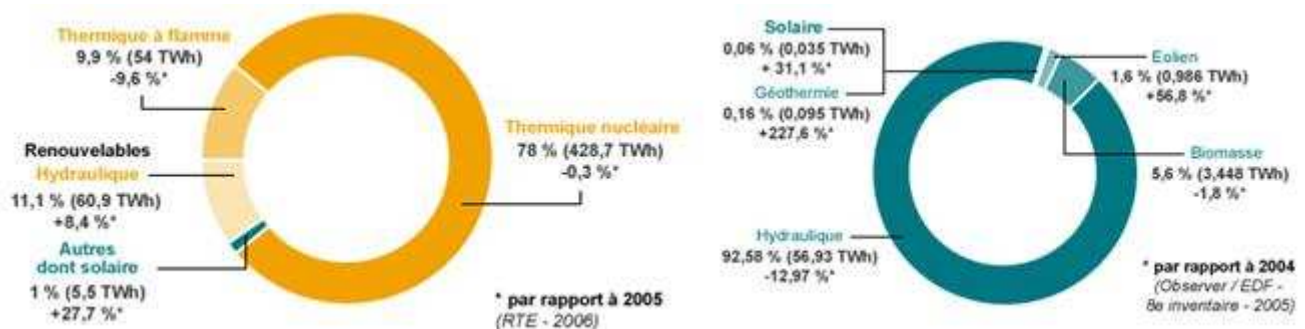
1.4. LA FRANCE : UN ACTEUR MINEUR DE LA FILIÈRE



HALL Maria. *Global co-operation in the IEA Photovoltaic Power Systems Programme NEET Workshop.* [en ligne] Johannesburg, 20–22 February 2007. 38 p. Disponible sur <<http://www.iea.org/Textbase/work/2007/neet/hall.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

1.4.1. La production d'électricité photovoltaïque est confidentielle en France

1.4.1.1. Le solaire, parent pauvre des énergies renouvelables, 0,6% de la production d'électricité nationale



« La production française d'électricité en 2006 a représenté un total de 549,1 TWh dont la majeure partie est issue du nucléaire. Les autres énergies renouvelables, dont fait partie le solaire, représentent une infime partie de la production d'électricité. Parmi les énergies renouvelables, le solaire occupe une place minime. Elle est cependant en très forte progression par rapport à 2004 (et plus généralement sur les 10 dernières années). »

EDF. *Panorama de l'électricité.* [en ligne] Disponible sur

<<http://www.edf.com/html/panorama/production/renouvelable/solaire/france.html>> (Consulté le 28/12/2007)

1.4.1.2. Cependant, la puissance installée est en nette augmentation depuis 2000

Solaire photovoltaïque	fin 2000	fin 2001	fin 2002	fin 2003	fin 2004	fin 2005	fin 2006
Systèmes PV connectés au réseau	0,3 MWc	0,4 MWc	0,5 MWc	2,8 MWc	4,18 MWc	5,8 MWc	9,4 MWc
Systèmes PV autonomes	1,9 MWc	2,2 MWc	2,3 MWc	1,90 MWc	1,05 MWc	0,567 MWc	1,5 MWc
Puissance photovoltaïque cumulée installée	11,3 MWc	13,9 MWc	16,7 MWc	21,7 MWc	26,3 MWc	32,67 MWc	43,9 MWc
Energie électrique produite par an (1)	10,7 GWh	13,1 GWh	15,7 GWh	20,4 GWh	24,7 GWh	30,7 GWh	41,2 GWh

« Production moyenne de 940 kWh électrique par kW de puissance crête installée »

INSTITUT NATIONAL DE L'ENERGIE SOLAIRE. *Thermomètre du solaire en France.* [en ligne] Disponible sur <<http://www.ines-solaire.com/statistiquessolaires.htm>> (Consulté le 28/12/2007)

1.4.2. Le marché national du photovoltaïque est porté essentiellement par les DOM et des incitations financières

« En France, le système mis en place pour la métropole en 2005, combinant un crédit d'impôt de 40 % et un faible tarif d'achat (14,13 c€/kWh en 2005) n'a pas convaincu les investisseurs. La croissance a été essentiellement portée par les départements d'outre-mer qui disposent d'un régime de subventions spécifiques. Au final, la puissance supplémentaire en France a été de 6,7 MWc, portant la puissance totale à 33 MWc. Prenant acte de la situation, le gouvernement a porté le crédit d'impôt à 50 % et a réévalué une première fois le tarif d'achat à 22,5 c€/kWh pour les particuliers (30,5 c€/kWh pour les professionnels) puis une seconde fois, le faisant passer en juillet 2006 à 30 c€/kWh plus une prime de 25 c€/kWh en cas d'intégration dans le bâti. L'objectif en France, défini lors de la loi de programmation pluriannuelle des investissements, est d'atteindre 120 MWc en 2010 (85 MWc pour les DOM et 35 MWc pour la métropole). »

EUR'OBSERV'ER. 6E BILAN ETAT DES ENERGIES RENOUVELABLES EN EUROPE 2006 [en ligne] 60 p. Disponible sur <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/barobilan/barobilan6.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

1.4.3. La métropole rattrape son retard

« L'année 2006 restera marquée par (...) une intensification du solaire photovoltaïque relié au réseau, après déjà trois années consécutives de forte croissance ; les puissances de capteurs installés reliés au réseau métropolitain en 2006 auraient doublé selon les premières estimations de l'Ademe (6100 kWc contre 3075 kWc en 2005). »

DGEMP-OBSERVATOIRE DE L'ENERGIE. *Les énergies renouvelables en France : les principaux résultats en 2006.* [en ligne] Mai 2007 (modifié le 15/05/2007). Disponible sur <http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/textes/se_bilan.htm> (Consulté le 28/12/2007)

1.4.4. Les systèmes photovoltaïques sont désormais reliés au réseau

« Les objectifs fixés doivent être réévalués notamment grâce à la puissance installée dans les DOM.

Le parc des capteurs photovoltaïques raccordés ou non au réseau est recensé en terme de puissance installée depuis 1992. L'électricité produite est estimée en fonction de la puissance installée et d'un rendement moyen, variable selon la localisation du site (Métropole ou DOM) et selon que le site est isolé ou relié au réseau. (...) Le solaire photovoltaïque, principalement réservé aux sites isolés dans la décennie 1990, bénéficie d'une croissance élevée depuis les années 2000 avec le développement du photovoltaïque relié au réseau,

notamment dans les DOM (triplément des puissances et de la production au cours des cinq dernières années). L'objectif de développement indiqué dans le cadre de la PPI fait état d'une augmentation de capacité comprise entre 1 et 50 MW pour l'énergie solaire photovoltaïque et autres énergies renouvelables d'ici le 1^{er} janvier 2007. L'objectif minimum est dès à présent atteint et l'annonce d'une hausse significative des tarifs de rachat de l'électricité produite pourrait renforcer l'attrait de cette filière. »

Les énergies renouvelables en France 1970-2005

DIRECTION GENERALE DE L'ÉNERGIE ET DES MATIERES PREMIERES, OBSERVATOIRE DE L'ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE ET DES MATIERES *Premières Les énergies renouvelables en France 1970-2005 [en ligne]*. Observatoire de l'Énergie. 2006. 44 p. Disponible sur <<http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/pdf/historique-enr02.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

1.5. BIBLIOGRAPHIE

LABOURET Anne, VILLOZ Michel. *Énergie solaire photovoltaïque* - 2e éd.. - Paris : Dunod : Éd. "Le Moniteur", DL 2005, 303 p.

LABOURET Anne, CUMUNEL Pascal, BRAUN Jean-Paul et al., *Cellules solaires : les bases de l'énergie photovoltaïque* - 4e éd.. - Paris : ETSF, Éd. techniques et scientifiques françaises, DL 2005, 118 p.

2. LES ACTEURS DE LA FILIERE

2.1. LES ACTEURS INSTITUTIONNELS

2.1.1. En France

- [ADEME](#)
- Agence Nationale de la Recherche
- CEA
- CNRS
- [EDF](#)
- Consulter l'annuaire du site énergies renouvelables
Portail de la revue « **SYSTEMES SOLAIRES** » *Annuaire / consulter [en ligne]* Disponible sur <http://www.energies-renouvelables.org/systemes-solaires/html/anu_search.as> (Consulté le 28/12/2007)

2.1.2. En Europe et... ailleurs

- L'European Photovoltaic Industry Association <http://www2.epia.org> Brussels Belgium
- European Renewable Energy Centres Agency <http://www.eurec.be> Brussels Belgium
- International Solar Energy Society <http://www.ises.org> Freiburg Germany
- Sociedade Portuguesa de Energia Solar (SPES) <http://www.spes.pt> Lisboa Portugal
- Asociación Nacional de Energía Solar <http://www.anes.org> Mexico City Mexico
- Solar Energy Industries Association (SEIA) <http://www.SEIA.org> Washington DC USA
- Solar Electric Power Association <http://www.solarelectricpower.org> Washington DC US

2.2. LES ACTEURS PRIVES

Liste des membres de l'ENR

Portail du **SYNDICAT DES ENERGIES RENOUVELABLES [en ligne]** Disponible sur <<http://www.enr.com>> (Consulté le 28/12/2007)

Liste des membres de l'European Photovoltaic Industry Association

Portail de l'**EPIA INDEX FULL MEMBERS [en ligne]** 95 p. Disponible sur <http://www2.epia.org/documents/Members_updated_070724.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

Annuaire de l'ADEME

ADEME *Électricité solaire photovoltaïque Références bibliographiques et sites internet (sélection non-exhaustive*)*

[en ligne] 2005 2 p. Disponible sur

<<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=AFAEED0E210C24A94FD4CB4B227833A01135092060308.pdf>>

(Consulté le 28/12/2007)

Le 1^{er} fabricant de photopiles français est 10^{ème} mondial...

Les fabricants principaux de cellules photovoltaïques en 2006

Fabricant	Production en MWc en 2006	Part du marché
Sharp (Japon)	435	17 %
Q-Cells (Allemagne)	253	10 %
Kyocera (Japon)	180	7 %
Suntech (Chine)	160	6 %
Sanyo (Japon)	155	6 %
Mitsubishi (Japon)	111	4 %
Motech (Taiwan)	102	4 %
Schott Solar (Allemagne)	93	4 %
Solarworld (Allemagne)	90	4 %
BP Solar (USA -UK)	86	4 %
Isofoton (Espagne)	61	3 %
Photowatt (France)	35	1 %
AUTRES	775	30 %
TOTAL	2.536	100 %

OUTILS SOLAIRES *Statistiques / Photovoltaïque* [en ligne] Disponible sur

<<http://www.outilssolaires.com/infos/index-stats.htm>> (Consulté le 28/12/2007)

3. LE PHOTOVOLTAÏQUE : UN MOT POUR PLUSIEURS APPLICATIONS !

3.1. PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES ZONES ÉLOIGNÉES DU RÉSEAU

« La moitié de la population mondiale est située à l'écart des réseaux électriques et le restera probablement longtemps encore. Une telle situation se rencontre aussi bien dans les pays industrialisés - pour certaines zones montagneuses en site isolé, par exemple - que dans les régions moins favorisées. Plus qu'une alternative technologique, l'énergie solaire photovoltaïque constitue bien souvent la seule possibilité d'électrification des sites isolés. (...) »

Principe de fonctionnement de l'électrification en sites isolés:

- Les modules solaires photovoltaïques convertissent le rayonnement solaire en courant continu permettant d'alimenter les appareils électriques (soit directement, soit via un onduleur qui transforme le courant continu issu des modules en courant alternatif).
- La batterie stocke l'énergie solaire photovoltaïque de façon à ce qu'elle soit disponible en permanence.
- Le régulateur protège les batteries contre les surcharges ou les décharges profondes. »

Portail **TENESOL** - Fabricant de systèmes solaires. [en ligne] Disponible sur

<<http://www.tenesol.com/fr/applications/electrification-sites-isoles.php>> (Consulté le 28/12/2007)

1.1.1. L'électrification dans les pays en voie de développement

3.1.1.1. Exemples d'utilisation

« Domaines d'utilisation de l'électrification dans les pays en voie de développement :

- Adduction d'eau, irrigation...
- Eclairage d'habitations, de salles de classe, de dispensaires...
- Conservation de vaccins, de denrées alimentaires...
- Alimentation de téléviseurs, magnétoscopes...
- Télécommunications... »

Portail **TENESOL** - Fabricant de systèmes solaires. [en ligne] Disponible sur <http://www.tenesol.com/fr/applications/electrification-pvd.php> > (Consulté le 28/12/2007)

3.1.1.2. Le pompage photovoltaïque

Il s'inscrit dans le cadre

- d'actions dans les pays en voie de développement
- et dans le cadre du développement durable

« Programme Installation de Pompes photovoltaïques et de systèmes de potabilisation dans des pays méditerranéens

Expériences et leçons dans le Maghreb.

Le programme de pompage d'eau potable par systèmes solaires photovoltaïques opérationnel depuis début 2002, s'est déroulé sur les 3 pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) dans le cadre de la coopération européenne. Il a permis l'accès à l'eau potable de plus de 50 000 personnes, toutes habitant dans des villages isolés. »

LA FONDATION ENERGIES POUR LE MONDE. Programme Installation de Pompes photovoltaïques et de systèmes de potabilisation dans des pays méditerranéens [en ligne] Disponible sur < http://www.energies-renouvelables.org/fondem/html/pompage_neo.asp > (Consulté le 28/12/2007)

3.1.2. Electrification d'une maison isolée dans l'Aude

Electrification d'une maison isolée dans l'Aude

Portail **WWW.EDF.COM** Reportage Photovoltaïque dans l'Aude [en ligne] Médiathèque EDF. Disponible sur < http://www.edf.com/html/tvmag_flash/tvmag_alone.php?tvmag=20050825_4 > (Consulté le 28/12/2007)

3.1.3. Produire de l'électricité pour des petites unités autonomes

Quelques exemples d'applications :

- [Contrôleur de parasurtenseur](#)
- [Bornes d'appel d'urgence](#)
- [Bouée-relais](#)
- [DéTECTEURS de défauts sur lignes HTA](#)
- [DéTECTEUR d'immersion](#)
- [Casques à filtration automatique](#)
- [« Airbag » anti-pollution](#)
- [Stations météorologiques autonomes](#)
- [Motorisation de couverture de piscine](#)
- [Protection de place de parking](#)
- [Chargeur d'accus](#)

Portail **SOLEMS S.A.** [en ligne] Disponible sur < <http://www.solems.com/> > (Consulté le 28/12/2007)

3.2. L'INTEGRATION DE SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES AUX BATIMENTS

3.2.1. La production est dépendante de l'ensoleillement, de l'orientation, de la technologie employée

« La production annuelle d'électricité d'un toit solaire peut être calculée avec une marge d'erreur inférieure à 10 %. Elle dépend :

- de l'ensoleillement annuel du site, qui peut être évalué assez précisément pour presque tous les sites en Europe et même dans le monde entier
- d'un facteur de correction calculé à partir de l'écart d'orientation par rapport au Sud, de l'inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontale et le cas échéant, des ombrages relevés sur le site
- des performances techniques des modules photovoltaïques et de l'onduleur (rendement et disponibilité).

La puissance-crête d'un toit solaire, donnée en Wc ou kWc, mesure la puissance théorique maximale que ce toit peut produire dans des conditions standards d'ensoleillement. »

RHONALPENERGIE-ENVIRONNEMENT AVEC LE SOUTIEN DE LA REGION RHONE-ALPES, DE L'ADEME ET EN COLLABORATION AVEC HESPUL PERSEUS: Guide des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique, destiné aux particuliers Edition 2007 [en ligne] 2007. 48 p. Disponible sur <http://194.117.223.129/servlet/getBin?name=577EDAC3DC73024E31EFA739AF3962701198159893424.pdf> > (Consulté le 28/12/2007)

3.2.1.1. Des régions inégales devant « le soleil »

« La carte ci-dessous donne la production électrique moyenne attendue dans les conditions optimales d'installation pour un toit solaire d'une puissance de 1 kWc (environ 10 m²). »

Carte d'ensoleillement de la France

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS) *Yearly total of global horizontal irradiation [kwh/m²] France* [en ligne] Communauté Européenne, 2007. Disponible sur <http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/countries/europe/g13y_fr.png> (consulté le 28/12/2007)

3.2.1.2. Des aides inégales suivant les régions

« Les aides des régions sont très variables et s'ajoutent à celles du gouvernement. Elles ont un effet incitatif. Aides régionales et locales 2006 pour l'énergie solaire, en complément du CI 50% »

Dernière mise à jour 23 mai 2006

ENERPLAN. Aides régionales et locales 2006 pour l'énergie solaire, en complément du CI 50% [en ligne] 2006. 8 p. Disponible sur <<http://www.enrdiffusion.com/DOCS/AidesRegionales.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

3.2.2. Des incitations financières au niveau des autres marchés majeurs

« La revalorisation du tarif français qui a été actée dans l'arrêté paru le 10 juillet 2006 (...) positionne clairement la France aux cotés des 3 marchés majeurs en Europe, Allemand, Italien et Espagnol. Ce tarif qui donne une forte prime à l'intégration ne devrait pas provoquer, compte tenu des contraintes de coûts et de montage de projet liées à l'intégration, une explosion du marché en 2006/2007. Elle devrait permettre cependant une croissance robuste et durable du marché français sur un segment (« l'intégration bâti ») jusqu'à maintenant peu développé en Europe et qui est fortement créateur de valeur. »

Le marché photovoltaïque en France

Etat des lieux, mise en perspective, rentabilité financière des systèmes, vision du développement de la filière.

ADEME DEPARTEMENT ENERGIES RENOUVELABLES *Le marché photovoltaïque en France Etat des lieux, mise en perspective, rentabilité financière des systèmes, vision du développement de la filière.* [en ligne] 2006. 17 p. Disponible sur

<<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=7955A6C681FC7A86846DCCC3BFBAAA71170857228524.pdf>>
(Consulté le 28/12/2007)

3.2.3. Produire de l'électricité photovoltaïque sur les bâtiments publics

Exemple du **Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour l'Électricité et les Réseaux de Communication (SIPPEREC)**

« Dans le domaine du photovoltaïque, chaque projet a avantage à être mutualisé, notamment en raison du nombre important d'institutions à mobiliser, tant pour la phase des études préalables que pour celle de la réalisation. Le SIPPEREC sera l'interlocuteur unique des différents partenaires, depuis l'Etat jusqu'aux institutions départementales, pour l'instruction des dossiers des communes. »

SIPPEREC *Compte-rendu 21, Petit déjeuner du 14 février 2007 [en ligne] 2007. 8 p.* Disponible sur <http://www.sipperec.fr/edition/elec/CR_PDJ_PHOTO_14fev07.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

3.3. UNE AUTRE MANIERE DE PRODUIRE DE L'ELECTRICITE AVEC LE SOLEIL : DES CENTRALES ELECTRIQUES SOLAIRES

3.3.1. En Espagne

« La ville de Sant Fost de Campsentelles près de Barcelone vient d'inaugurer 8000 m² de panneaux solaires photovoltaïques gérés par la société Citelum Iberica. Le jour, la ville revend de l'électricité et en rachète la nuit pour son éclairage public. »

LABY F. *Une ville espagnole inaugure une centrale photovoltaïque dédiée à son éclairage public* Actu-environnement [en ligne] 2007. Disponible sur <http://www.actu-environnement.com/ae/news/centrale_photovoltaique_espagne_citelum_2261.php4> (Consulté le 28/12/2007)

3.3.2. Au Portugal

« Bénéficiant d'un climat propice au développement des énergies solaires, le Portugal accueille une nouvelle centrale photovoltaïque d'une puissance de 11MW, parmi les plus importantes au monde, pour un investissement de 61 millions d'euros. »

SEGHIER C. *Le Portugal inaugure une centrale solaire photovoltaïque de 11 MW sur le site de Serpa* Actu-environnement [en ligne] 2007. Disponible sur <http://www.actu-environnement.com/ae/news/portugal_solaire_photovoltaique_serpa_2398.php4> (Consulté le 28/12/2007)

3.3.3. En France, dans les DOM

« Avec plus de 6.000 panneaux répartis sur une surface de 10.000 mètres carrés et bénéficiant d'un ensoleillement annuel moyen de 1350 heures, la nouvelle centrale Réunionnaise produira 1.350 MWh par an. »

SEGHIER C. *La Réunion inaugure la plus grande centrale photovoltaïque de France* Actu-environnement [en ligne] Disponible sur <http://www.actu-environnement.com/ae/news/photovoltaique_reunion_energie_renouvelable_electricite_2165.php4> (Consulté le 28/12/2007)

4. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE

4.1. LES LEGISLATIONS QU'ELLES SOIENT EUROPEENNES OU NATIONALES FAVORISENT LE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE

4.1.1. La législation européenne

4.1.1.1. Le livre blanc a fixé des objectifs précis favorables au photovoltaïque

« Cette campagne a pour objet de stimuler la réalisation de projets d'envergure dans différents secteurs des énergies renouvelables. Plusieurs actions-clés seront soutenues pendant cette campagne:

- installation d'un million de systèmes photovoltaïques dont 500 000 à intégrer aux toits et façades destinés au Marché intérieur de l'Union (coût d'investissement total: 1,5 milliards d'euros) et 500 000 destinés à l'exportation pour donner notamment une impulsion à l'électrification décentralisée des pays en développement; (...)

Énergie solaire photovoltaïque (PV)

Le secteur a connu une croissance annuelle de 29% en Europe. Le potentiel est énorme et c'est une énergie très populaire mais des difficultés subsistent. Afin de résoudre ces problèmes techniques et administratifs, il est essentiel que les services publics et les municipalités s'y impliquent. »

EUROPA - LE PORTAIL DE L'UNION EUROPEENNE *Synthèse de la législation de l'UE Énergies renouvelables: Livre blanc établissant une stratégie et un plan d'action communautaires* [en ligne] 2005. Disponible sur <http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lyb/127023.htm> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.1.2. La politique européenne : un engagement clair en faveur des énergies renouvelables

« A l'horizon 2010, 12% de l'énergie en moyenne et 21% de l'électricité consommées, au titre d'objectif commun mais différencié, devraient provenir de sources d'énergie renouvelables; envisager de porter leur part à 15% d'ici à 2015. »

CONSEIL DE L'EUROPE SECRETARIAT GENERAL AUX DELEGATIONS *Examen de la stratégie de l'UE en faveur du développement durable (SDD de l'UE) Nouvelle stratégie* [en ligne] 2006. 29 p. Disponible sur <http://register.consilium.europa.eu/pdf/fr/06/st10/st10117.fr06.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.1.3. Les acteurs de la filière se fixent des objectifs qui vont au-delà de la législation européenne

« Le Syndicat des énergies renouvelables fait le point sur les moyens d'atteindre les ambitions européennes À l'occasion d'une conférence de presse, le 19 décembre dernier, le Syndicat des énergies renouvelables a fait le point sur les moyens à développer en France pour respecter les ambitions européennes concernant l'utilisation d'énergies renouvelables. »

SEGHIER C. *Le Syndicat des énergies renouvelables fait le point sur les moyens d'atteindre les ambitions européennes* Actu-environnement [en ligne] 2007. disponible sur http://www.actu-environnement.com/ae/news/energie_renewable_syndicat_antolini_conseil_directive_4180.php4 (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2. La législation française

4.1.2.1. Le Grenelle de l'environnement : le photovoltaïque est encouragé

« Donner une nouvelle impulsion à la recherche et élaborer un plan d'adaptation au changement climatique **Le développement de la recherche** concerne quatre secteurs (gt1 p81-82), avec en premières priorités technologiques l'énergie d'origine photovoltaïque, l'efficacité énergétique et les transports collectifs. »

LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT *Table Ronde, récapitulatif* [en ligne] 2007. 33 p. Disponible sur http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/IMG/pdf/07-11-23_GE_TR_recap_bis.pdf (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2.2. Une énergie renouvelable non polluante intégrée au bâtiment

« L'objectif est d'équilibrer la production énergétique française en adossant au réseau centralisé des systèmes décentralisés permettant davantage d'autonomie. Il s'agit aussi de réduire encore le contenu en carbone de l'offre énergétique française, et dans un premier temps d'atteindre l'objectif de 20% (voire 25%) d'énergies renouvelables (énergie finale) en 2020, dans de bonnes conditions environnementales et de faisabilité. (...) »

Développement de chacune des filières renouvelables en tenant compte des exigences environnementales : revue générale des différentes filières (dispositif de soutien, bilan écologique...) et proposition d'un plan de promotion des filières renouvelables d'excellence écologique (...)

- photovoltaïque (« plan national bâtiment soleil » centré sur l'intégration de l'énergie solaire au bâtiment, et traitant les obstacles notamment réglementaires à l'intégration du solaire dans les bâtiments)
Donner une nouvelle impulsion à la recherche et élaborer un plan d'adaptation au changement climatique »

LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT *Table Ronde, récapitulatif* [en ligne] 2007. 33 p. Disponible sur <http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/IMG/pdf/07-11-23_GE_TR_recap_bis.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2.3. Des actions pour développer une filière industrielle d'avenir

« Le groupe de travail a l'ambition que la France devienne un acteur majeur du secteur solaire. Pour cela, il propose de mettre en oeuvre un « plan national énergie solaire », visant à permettre l'émergence d'une filière industrielle française dans ce secteur.

Proposition : mise en oeuvre d'un plan national énergie solaire, consistant à :

- renforcer les moyens de l'institut national de l'énergie solaire ;
- favoriser la création d'un pôle de compétitivité sur l'énergie solaire ;
- lancer une politique d'achats publics permettant de dynamiser la demande ;
- évaluer les évolutions à apporter au réseau électrique pour permettre le raccordement d'un nombre importants de cellules photovoltaïques ;
- tisser des partenariats avec les pays du Sud, premiers marchés potentiels de l'énergie solaire ;
- adapter le Code de l'urbanisme pour favoriser le solaire et la construction bioclimatique (cf. chapitre 2) ;
- soutenir par la R&D la miniaturisation et la durabilité des concepts. »

LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT *Synthèse du rapport du groupe de travail 1 Lutter contre les changements climatiques et maîtriser l'énergie* [en ligne] 2007. 108 p. Disponible sur <http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/IMG/pdf/G1_Synthese_Rapport.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2.4. LOI n ° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique

« La politique de recherche doit permettre à la France d'ici à 2015, d'une part, de conserver sa position de premier plan dans le domaine de l'énergie nucléaire et du pétrole et, d'autre part, d'en acquérir une dans de nouveaux domaines en poursuivant les objectifs suivants : (...) »

Quelles sont les perspectives de développement de la filière Photovoltaïque en France?

- l'augmentation de la compétitivité des énergies renouvelables, notamment des carburants issus de la biomasse, du photovoltaïque, de l'éolien en mer, du solaire thermique et de la géothermie ; »

PORTAIL LEGISLATIF FRANÇAIS LOI no 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique [en ligne] Disponible sur <<http://www.legifrance.gouv.fr/>> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2.5. Une politique tarifaire volontariste pour favoriser l'installation de systèmes photovoltaïques intégrés.

Filière	Arrêtés	Durée des contrats	Exemple de tarifs pour les nouvelles installations
Energie photovoltaïque	<u>10 juillet 2006</u>	20 ans	- Métropole : 30 c€/kWh , + prime d'intégration au bâti de 25 c€/kWh - Corse, DOM, Mayotte : 40 c€/kWh , + prime d'intégration au bâti de 15 c€/kWh .

DIRECTION GENERALE DE L'ÉNERGIE ET DES MATIERES PREMIERES, DIDEME Les tarifs d'achat de l'électricité produite par les énergies renouvelables et la cogénération. [en ligne] 2007. Disponible sur <http://www.industrie.gouv.fr/energie/renou/se_ren_a4.htm> (Consulté le 28/12/2007)

4.1.2.6. Les « labels » dans le bâtiment : le solaire bientôt obligatoire ?

« Le label haute performance énergétique en RT 2005

Le principe du label haute performance énergétique est reconduit.

L'arrêté du 8 mai 2007, publié le 15 mai 2007, définit le contenu et les conditions d'attribution de ce label (...). Le label « haute performance énergétique » atteste que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique globale supérieur à l'exigence réglementaire, vérifié grâce à des modalités minimales de contrôle. Label THPE EnR 2005 pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et, pour l'habitat, au moins 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, accompagné d'exigences sur des équipements d'énergie renouvelable (capteurs solaires thermiques, capteurs photovoltaïques ou des éoliennes) ou de pompes à chaleur très performantes, préfigurant certaines technologies devant être déployées pour la RT 2010. 28/08/06 »

DIRECTION GENERALE DE L'URBANISME, DE L'HABITAT ET DE LA CONSTRUCTION (DGHHC) Le label HPE. Un complément à la nouvelle réglementation RT2005 pour les bâtiments neufs [en ligne] 2006. Disponible sur <http://www.logement.gouv.fr/article.php3?id_article=5838&var_recherche=label+hpe> (Consulté le 28/12/2007)

4.2. RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

4.2.1. Plus d'efficacité et des coûts moindres

« L'énergie photovoltaïque représenterait un potentiel très important s'il existait des technologies plus efficaces et moins coûteuses. De ce point de vue, elle appelle une attention particulière. La France dispose d'une forte compétence de recherche dans le domaine photovoltaïque, tant privée que publique, et d'acteurs industriels présents sur le territoire national. Les enjeux énergétiques de cette option relèvent du moyen et long terme et nécessitent un appui public à la R&D ainsi qu'une forte articulation entre les laboratoires publics et les entreprises.

La filière est segmentée en 3 volets :

- le silicium cristallin, qui atteint la maturité technologique et mais doit réduire ses coûts ;

- les couches minces, moins matures, mais dont on attend à moyen terme une baisse significative des coûts de production, quitte à accepter un rendement plus faible ;
- les cellules organiques, regroupant les applications à plus long terme avec des coûts très réduits.

Un axe de recherche important concerne la mise en système de ces équipements, pour en obtenir la meilleure valeur ajoutée tant en termes économiques qu'en termes d'usages et d'utilité pour l'utilisateur. Ce volet doit être développé car il existe d'ores et déjà des niches dans lesquelles ces applications pourraient avoir un rapport coût bénéfice favorable et où pourrait se développer un marché en appoint des soutiens publics. (...)

Priorités de recherche solaire photovoltaïque

Objectifs de la R&D	Travaux	Horizon
Baisse des coûts des systèmes	Amélioration des onduleurs	CT
	Optimisation de la gestion du système complet en intégrant photovoltaïque dans les systèmes énergétiques	MT
	Développement de produits adaptés à l'intégration au bâti (tuiles solaires ...)	CT
Amélioration du rendement et baisse des coûts des cellules	Amélioration du silicium métallurgique	MT
	architectures de cellules (20% de rendement pour les cellules Si, CT environ 1€/W en 2010)	CT
	Développement industriel pour le CIS(*)	MT
Nouveaux concepts	Nouvelles architectures de cellules à très haut rendement	LT
	Récupération de la chaleur	
	Utilisation d'une plus grande partie du spectre solaire	LT
Couplage au réseau / stockage	Maximum de puissance de stockage dans le minimum de volume et de masse	
Nouveaux matériaux	Filière organique/inorganique à très bas coût fiable dans le temps	LT

CT : < 5 ans

MT : 5 – 10 ans

LT : > 10 ans

(*) CIS : technologie des couches minces à partir de semi-conducteurs : cuivre – indium – sélénium »

DIRECTION GENERALE DE L'ÉNERGIE ET DES MATIERES PREMIERES La recherche en matière de solaire photovoltaïque. Extrait de la stratégie nationale de recherche énergétique. Approche thématique : les énergies renouvelables. [en ligne] 2007. Disponible sur <http://www.industrie.gouv.fr/cgi-bin/industrie/frame23e.pl?bandeau=/energie/recherche/be_rech.htm&gauche=/energie/recherche/me_rech.htm&droite=/energie/recherche/solaire-photovoltaïque.htm> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.2. Les programmes de l'Agence Nationale de Recherche : l'intégration au bâtiment prioritaire

4.2.2.1. Le programme PREBAT

« Appel à projets

Des projets sont principalement attendus sur les sujets suivants : (...)

- L'intégration des composants solaires photovoltaïques à l'enveloppe des bâtiments : intégration fonctionnelle et architecturale des composants, intégration industrielle et économique au niveau des filières professionnelles, intégration système par les concepteurs et les prescripteurs. »

ANR, ADEME Programme PREBAT édition 2007-12-29 - Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans les bâtiments - Appel à Projets « volet technologique » [en ligne] 2007. 16 p. Disponible sur <http://www.prebat.net/consultations/cdc_technologie_2007.pdf> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.2.2. Le programme « Solaire Photovoltaïque »

« Le programme « Solaire Photovoltaïque » vise à promouvoir l'intégration fonctionnelle et architecturale de systèmes photovoltaïques dans le bâtiment. »

ANR, ADEME Le programme "Solaire Photovoltaïque" vise à promouvoir l'intégration fonctionnelle et architecturale de systèmes photovoltaïques dans le bâtiment. [en ligne] Edition 2007 du Programme Solaire Photovoltaïque. N°199/2007. 2 p. Disponible sur <<http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/aap/2007/selection/PV-2007.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.2.3. Séminaire organisé par l'ANR

« L'ANR et le CEA organisent un séminaire, les 17 et 18 décembre 2007 à Chambéry, sur le Solaire photovoltaïque qui a pour objectif de faire le point sur l'état d'avancement des projets financés par l'ANR. »

ANR, CEA Séminaire photovoltaïque Le Manège Chambéry - 17-18 décembre 2007 [en ligne] 2007. Disponible sur <<http://seminaire-pv.insight-outside.fr/>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.3. Le CNRS tente de développer des nouvelles technologies

« Les systèmes 'parabole-moteur' sont destinés à l'électrification décentralisée car leur puissance varie de quelques centaines de Watts à quelques dizaines de kW. »

CNRS, LABORATOIRE PROCEDES, MATERIAUX ET ENERGIE SOLAIRE (PROMES) Mesure des performances d'un module 'Parabole-Stirling' destiné à la production d'électricité solaire [en ligne] Disponible sur <<http://www.promes.cnrs.fr/PROJETS/Systemes/stirling.htm>> (Consulté le 28/12/2007)

« Le projet PEGASE (Production of Electricity from Gas and Solar Energy) a pour but la mise en place et l'expérimentation d'un prototype de centrale solaire à haut rendement basé sur un cycle hybride à gaz haute température constitué d'un récepteur solaire à air pressurisé et d'une turbine à gaz de 1,4 MW_{el}, sur le site de l'ancienne centrale à tour THEMIS. »

CNRS, LABORATOIRE PROCEDES, MATERIAUX ET ENERGIE SOLAIRE (PROMES) PEGASE Production d'Electricité par turbine à Gaz et énergie Solaire [en ligne] Disponible sur <<http://www.promes.cnrs.fr/pegase/>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.4. Le CEA veut réduire les coûts

4.2.4.1. Les photopiles du futur

« Au-delà de l'amélioration des performances en termes de rendement et de fiabilité des dispositifs photovoltaïques, le véritable enjeu est de réduire de façon significative le coût du kilowattheure produit. Les matériaux organiques plastiques ou polymères, faciles à mettre en oeuvre, sont en passe de s'imposer à côté du silicium pour la fabrication des cellules solaires, même si des verrous technologiques restent à lever. »

CEA. Les cellules photovoltaïques organiques: vers le tout polymère... **In** Revue Clefs CEA - Hiver 2004-2005 [en ligne] 2005. p. 122-123 Disponible sur <<http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/9c2b7049b800667ee4ab1d652d7a44af.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.4.2. L'intégration dans les bâtiments

« L'intégration des systèmes photovoltaïques dans l'habitat et leur connexion directe au réseau électrique constituent une solution en plein essor qui ouvre de nouvelles perspectives, autres que la seule production d'électricité, à l'utilisation de l'énergie solaire dans les pays développés. »

CEA. Les systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment **In** Revue Clefs CEA - Hiver 2004-2005 [en ligne] 2005. p.

124-126 Disponible sur

<<http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/8a2c6f9014646a0f417fd98fcaaf9d60.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.4.3. Améliorer les systèmes de stockage de l'énergie

« Pour un usage en site isolé, le photovoltaïque, comme pour toute autre énergie intermittente, nécessite un système de stockage électrique permettant de restituer l'énergie à la demande. Les batteries au plomb, en raison de leur faible coût et de leur simplicité de mise en oeuvre, sont pour l'instant les plus utilisées. Prolonger leur durée de vie, en étudiant les mécanismes de corrosion et de vieillissement, rechercher des voies nouvelles de stockage font partie des principaux axes de recherche. »

CEA. *Le stockage de l'électricité d'origine photovoltaïque* **In** Revue Clefs CEA - Hiver 2004-2005 [en ligne] 2005. p. 127-128 Disponible sur

<<http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/4478d97ba4937860ad28a555e1377e35.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.5. Les autres organismes

Voir les liens à partir du site du **CNRS**

PROMES *Autres liens* [en ligne] Disponible sur <<http://www.promes.cnrs.fr/LIENS/presentation.htm>> (Consulté le 28/12/2007)

4.2.6. Les dépôts de brevets témoignent du dynamisme de la filière

Le nombre important de brevets déposés témoigne d'une activité importante dans la recherche.

Sur Esp@cenet, recherche avec le terme « photovoltaic » dans le titre

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS [en ligne] Disponible sur <

http://ep.espacenet.com/searchResults?locale=fr_EP&TI=photovoltaic&DB=ep.espacenet.com&ST=advanced>

(Consulté le 28/12/2007)

Sur worldwide, recherche avec le terme « photovoltaic » dans le titre

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS [en ligne] Disponible sur

<<http://v3.espacenet.com/results?TI=photovoltaic&sf=a&DB=EPODOC&PGS=10&CY=ep&LG=fr&ST=advanced>>

(Consulté le 28/12/2007)

4.3. LES PROJETS FRANÇAIS ET EUROPEENS

Les différents projets rapportés par vigies.com

COMMUNAUTE VIGIES.COM [en ligne] Disponible sur <[http://www.bulletins-](http://www.bulletins-electroniques.com/vigies/search.php?search_id=1641639571)

[electroniques.com/vigies/search.php?search_id=1641639571](http://www.bulletins-electroniques.com/vigies/search.php?search_id=1641639571)> (Consulté le 28/12/2007)

4.4. AGENDA DES MANIFESTATIONS (COLLOQUES, FOIRES, SEMINAIRES,...)

Des manifestations en France :

Portail du **COMITE DE LIAISON ENERGIES RENOUVELABLES (CLER)** *Agenda / France* [en ligne]

Disponible sur <http://www.cler.org/info/rubrique.php3?id_rubrique=19> (Consulté le 28/12/2007)

Janvier 2008

19/1/2008 [Visite d'une maison solaire en Ariège-Pyrénées](#) La Bastide de Lordat

Février 2008

22/2/2008 [Salon Habitat & Environnement](#) Le Touquet Paris Plage

Mars 2008

14/3/2008 [ECOBAT](#) Paris

ACTU-ENVIRONNEMENT Recherche dans l'agenda des manifestations [en ligne] Disponible sur <<http://www.actu-environnement.com/ae/agenda/recherche-agenda.php4?word=photovoltaique&lieu=&submit=Lancer+la+recherche>> (Consulté le 28/12/2007)

Colloque Énergie 2007 FUTUROSCOPE 6 au 8 février 2008

CNRS ENJEUX DE LA POLITIQUE ENERGETIQUE ET DE LA RECHERCHE – programme [en ligne] 2007. 5 p. Disponible sur <<http://energie.cnrs.fr/2007/DOCS/PROGRAMME2.pdf>> (Consulté le 28/12/2007)

Portail de l'énergie en Europe

ENERGY.EU EUROPE'S ENERGY PORTAL Conferences & events [en ligne] Disponible sur <<http://www.energy.eu/#conferences>> (Consulté le 28/12/2007)

5. CONCLUSION

La filière photovoltaïque surfe sur la vague "écologique" actuelle qui semble perdurer. La France peut combler son retard et devenir un acteur important que ce soit dans la production d'électricité photovoltaïque dans les DOM dont la situation géographique et l'état du réseau sont « favorables » ou en métropole. Il existe un immense potentiel dans les pays en voie de développement. Des emplois peuvent être créés et des marchés sont à saisir.

L'état français dans le cadre plus général de ses engagements européens voire mondiaux (Kyoto) soutient la filière par une politique volontariste récente : les incitations financières ou les crédits d'impôts sont maintenant à la hauteur des aides apportées par les états les plus engagés ou les plus avancés. Mais le chemin à parcourir pour rattraper les leaders de la filière reste important.

Des progrès restent notamment à faire dans le domaine de la recherche :

- amélioration du rendement
- amélioration de la fiabilité
- baisse des coûts.

C'est un enjeu pour l'avenir.

A report issued jointly today by Greenpeace and the European Photovoltaic Industry Association (EPIA), forecasts a bright future for the solar power industry. "Solar Generation 2007"(1) outlines the industry's steep growth forecasting a potential generate €300billion annually, by 2030, creating 6.5 million jobs and meeting 9.4% (2) of the world's electricity demand. It highlights benefits to provide power to 2.9 billion people living in developing countries. The study provides a blueprint for achieving these goals.

EPIA, GREENPEACE. World's future is bright with solar electricity [en ligne] 2007. 2 p. Disponible sur <http://www2.epia.org/documents/PR_070904_SolarGeneration4.pdf> (Consulté le 28/12/2007)