

ANNEE 2009-2010

COLLECTION "LES MEMOIRES DE L'ESPI"

La rentabilité des installations photovoltaïques dans le bâtiment en France

Cécile NAPOLETANO

Master ESPI 2e année Ingénierie Financière Immobilière

Professeur : M. Guy AMOYEL

www.edilivre.com

Edilivre Éditions APARIS
56, rue de Londres – 75008 Paris
Tél. : 01 41 62 14 40 – Fax : 01 41 62 14 50 – mail : actualites@edilivre.com

Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction,
intégrale ou partielle réservés pour tous pays.

ISBN : 978-2-8121-5204-7
Dépôt légal : Novembre 2010

© Edilivre Éditions APARIS, 2010

Cécile NAPOLETANO M2 IFIM
Année 2009-2010
Directeur scientifique : Monsieur JUHLES
Tuteur : Monsieur AMOYEL

La rentabilité des installations photovoltaïques dans le bâtiment en France



Je soussignée, Melle Cécile NAPOLETANO (M2 IFIM), certifie avoir réalisée personnellement ce mémoire sous reproduction in extenso du texte d'un auteur ou d'un texte publié dans une revue disponible sur internet.

Le 8 Avril 2010,

REMERCIEMENTS

Je désire exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui, à différents titres, m'ont soutenue et m'ont apporté leurs connaissances personnelles.

Parmi elles, je tiens à remercier tout particulièrement M. Guy AMOYEL pour ses suggestions et ses encouragements.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à M. Hoai PHAM-XUAN qui a su tout au long de la rédaction de ce mémoire apporter ses réflexions et ses connaissances.

Mes remerciements vont également à M. Yvan PASTERMATZKY.

Afin de n'oublier personne, je remercie toutes celles et ceux qui ont contribué à satisfaire ma curiosité.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I - GENERALITES.....	3
<i>A - FONCTIONNEMENT.....</i>	<i>4</i>
<i>B - LES DIFFERENTS PANNEAUX.....</i>	<i>6</i>
<i>C – LES TYPES D’INSTALLATION.....</i>	<i>11</i>
<i>D - LE PHOTOVOLTAÏQUE EN FRANCE.....</i>	<i>13</i>
<i>E - PROCESSUS D’INSTALLATION EN FRANCE.....</i>	<i>16</i>
II – ASPECTS JURIDIQUES ET FISCAUX DU PHOTOVOLTAÏQUE EN FRANCE.....	17
<i>A - URBANISME.....</i>	<i>17</i>
<i>B - MODALITES JURIDIQUES.....</i>	<i>18</i>
1) - Le droit d’installer des panneaux solaires dans le cadre d’un bail commercial.....	19
2) le choix de la technique immobilière.....	22
3) Délimitation spatiale du droit réel.....	24
<i>C - FISCALITE INCITATIVE APPLICABLE AUX INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES.....</i>	<i>25</i>
1) La fiscalité pour les entreprises.....	25
2) La fiscalité pour le particulier.....	28
III - FINANCEMENT DU PHOTOVOLTAÏQUE.....	34
<i>A - LES AIDES POTENTIELLES.....</i>	<i>35</i>
1) Subvention de l’ADEME (agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie).....	35
2) Les aides des collectivités locales.....	37
3) Les aides vertes des fournisseurs d’énergie.....	38
4) L’obligation d’achat de l’électricité.....	39
<i>B) L’EMPRUNT.....</i>	<i>42</i>
1) Eco PTZ.....	43
2) Les prêts « écologiques » du secteur libre.....	43
3) Les prêts des fournisseurs d’énergie.....	45
<i>C) INVESTIR DANS LE PHOTOVOLTAÏQUE : UN PROJET RENTABLE ?.....</i>	<i>46</i>
CONCLUSION.....	52
BIBLIOGRAPHIE.....	54
ANNEXES.....	55

INTRODUCTION

Nous assistons depuis le XIX^{ème} siècle à une métamorphose du climat: élévation de la moyenne des températures, du niveau de la mer, augmentation des précipitations, fonte des glaciers, phénomènes climatiques extrêmes (cyclones, raz de marée), disparition d'espèces animales ou végétales, perturbation des cycles naturels...

Les gaz à effet de serre (CO₂, méthane, ozone...) sont les principaux responsables. Ils agissent comme une couverture chauffante pour la Terre.

L'énergie est nécessaire, mais elle est responsable en grande partie du dérèglement climatique. Pour produire de l'énergie, on utilise des énergies fossiles comme le charbon, le gaz naturel et le pétrole qui sont des ressources épuisables et polluantes.

Il faudra donc trouver d'autres sources d'énergies.

En France, les dernières élections européennes, les travaux du Grenelle de l'Environnement, ont fait prendre conscience aux Français qu'il fallait s'engager réellement dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Le développement durable fait désormais partie de notre quotidien. L'ampleur de ce dérèglement climatique renforcé par une large campagne de sensibilisation à destination du grand public nous incite à suivre de plus en plus cette révolution écologique.

La loi Grenelle 1 a été votée à l'Assemblée Nationale le 21 octobre 2008. Les objectifs suivants ont été fixés : diminution de la facture énergétique de la France et réduction par quatre les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. C'est donc un programme basé sur le long terme.

En France, 43% de la consommation d'énergie finale provient du secteur du bâtiment. Il est donc au cœur de ces enjeux. C'est pourquoi le Plan Bâtiment Grenelle a été lancé afin de mettre en œuvre un large programme d'amélioration de la performance énergétique de l'ensemble des secteurs du bâtiment. L'ensemble du parc immobilier existant et à construire est concerné par ce programme. Il s'applique au logement privé ou social ainsi qu'au parc immobilier du secteur tertiaire privé et public.

Près de 80 % des logements qui constitueront le parc immobilier en 2030 existent déjà. Il faut donc miser sur les travaux de rénovation en préparant l'avenir et entreprendre dès aujourd'hui un changement écologique dans notre cadre de vie actuel.

De plus, avec un taux de renouvellement annuel du parc immobilier d'environ 1%, il est impératif de prévoir, dès à présent, les futures constructions avec de nouvelles normes écologiques.

L'énergie photovoltaïque est une des solutions qui permettrait de réduire les gaz à effet de serre. En effet, l'énergie solaire est disponible partout sur terre. Le soleil envoie 35 fois plus d'énergie que ce que l'humanité consomme en une année. L'exploitation de l'énergie solaire peut se faire grâce à la technologie photovoltaïque. Couvrir de panneaux photovoltaïques 5% de la surface des déserts suffirait à alimenter la planète entière. Le principal problème à cette exploitation est que le soleil n'étant pas toujours disponible (nuit, nuages), il faudrait pouvoir stocker l'énergie transformée. Or, les systèmes actuels de stockage ne suffisent pas. Pour cette raison, les utilisateurs peuvent raccorder leur installation photovoltaïque au réseau électrique général afin d'utiliser l'énergie produite et revendre le surplus de production au réseau.

En fonctionnement, les panneaux solaires ne polluent pas, ils n'émettent aucun gaz à effet de serre. Suivant la technologie employée, ils mettent entre 2 à 3 ans pour produire en retour l'énergie qui a été nécessaire à leur fabrication. Les produits chimiques, utilisés lors de leur fabrication sont traités ou recyclés par la plupart des fabricants (certifiés ISO 14001). L'installation de panneaux solaires permettrait l'économie de 4,3 t de CO₂ sur 20 ans (installation 3kWc).

Le présent mémoire traite de la rentabilité des installations photovoltaïques dans le bâtiment en France. Il s'attachera dans un premier temps à définir le fonctionnement d'une installation photovoltaïque ainsi que les divers aspects juridiques et fiscaux liés à ces installations. Après avoir détaillé les différents modes de financement, nous essaierons de déterminer si le rendement du photovoltaïque est réellement intéressant. Pour cela, nous prendrons trois cas précis que nous étudierons avec l'appui de modélisations Excel.

I - GENERALITES

Le solaire photovoltaïque désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques.

Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le silicium, le CdTe, l'AsGa, le CIS, etc.) d'un photon en électron.

L'effet photovoltaïque a été découvert en 1839 par Antoine Becquerel, grand père d'Henri Becquerel qui découvrit en 1896 la radioactivité.

Miser sur l'énergie solaire est une démarche basée sur des arguments solides. En effet, une installation photovoltaïque a des atouts très appréciables du point de vue écologique mais aussi pour l'utilisateur.

La technologie photovoltaïque respecte l'environnement puisqu'elle se compose de matériaux recyclables. Les composants utilisés obéissent aux normes environnementales exigées actuellement. Un système photovoltaïque installé aujourd'hui fournit pendant des décennies de l'électricité propre (pas d'émissions, ni d'effets secondaires dans le futur) alors que les déchets nucléaires sont dangereux.

Grâce à l'énergie photovoltaïque, les réserves des matières premières fossiles qui seront épuisées dans un futur proche, peuvent être préservées. Chaque installation photovoltaïque permet l'économie de ressources précieuses pour les générations futures. Il est sécurisant de savoir que le soleil pourra continuer à nous approvisionner en énergie pour encore les cinq milliards d'année à venir. D'autre part, celui qui récolte l'énergie prend conscience de sa consommation. Il sait qu'il doit économiser l'énergie, il l'utilise avec parcimonie. En misant sur l'énergie solaire, il se montre responsable et se retrouve un peu moins dépendant des multinationales de l'énergie.

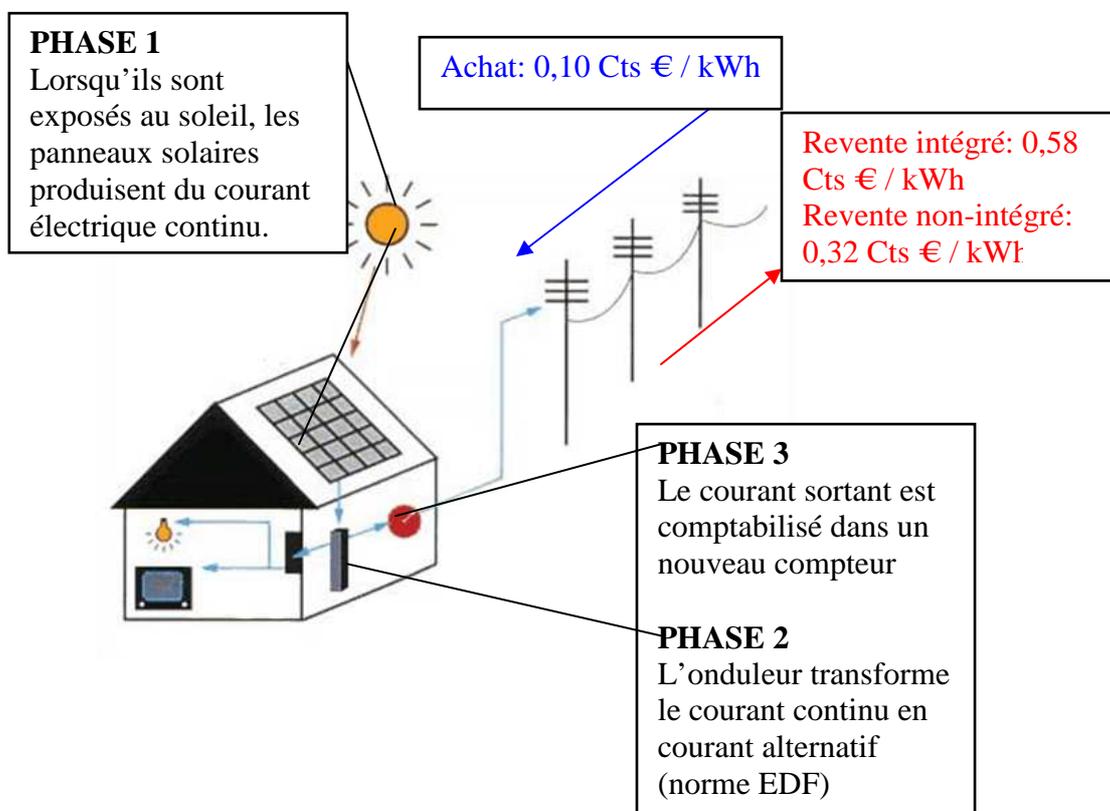
Cela contribue à réduire les rejets de gaz à effet de serre, puisqu'une installation photovoltaïque en produisant de l'électricité génère simultanément une économie d'émission de CO₂. Ainsi, elle aide à lutter contre le réchauffement climatique. De plus, c'est une publicité pour les énergies renouvelables qui peut inciter la population à faire de même.

Cela valorise notre patrimoine si l'on tient compte qu'un générateur photovoltaïque participe de façon très significative à l'obtention dès à présent de performances conformes aux normes à venir.

Dans un tout autre domaine, celui de l'emploi, nous pouvons affirmer que le secteur de l'énergie solaire est en pleine expansion. Il stimule l'économie locale. Plusieurs centaines de milliers d'emplois qualifiés seront créés en Europe dans les prochaines années. L'intérêt au niveau des régions est que chaque nouvelle installation permet de développer localement des emplois durables dans cette filière. L'énergie solaire étant produite localement, la population fera appel aux artisans et professionnels locaux lorsqu'elle désire installer du photovoltaïque. L'achat, le montage, et le service après-vente leur seront confiés.

Enfin, le succès de l'énergie solaire vient du fait qu'elle peut procurer dans certains cas une source de revenus intéressante. La rentabilité de l'investissement dépend du gisement solaire du site. Certaines régions de France sont particulièrement favorables.

A - FONCTIONNEMENT



Le rayonnement solaire est transformé en courant électrique continu grâce à une cellule photovoltaïque (ou photopile). Cette conversion de la lumière en électricité, appelée effet photovoltaïque, s'effectue donc sans pièce mobile, sans fluide sous pression, sans pollution ni production de déchets. Un panneau solaire est composé de plusieurs cellules photovoltaïques reliées entre elles. Plus la puissance des cellules est grande et plus leur nombre est élevé, plus les panneaux produisent. Une cellule classique est composée d'un semi-conducteur de type P et d'un autre de type N qui produiront du courant à leur jonction sous l'effet des photons. Un onduleur transforme le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques, en courant alternatif compatible avec le réseau de distribution électrique.

Les charges d'accès au réseau, fixées par le gouvernement, seront facturées tous les ans par le gestionnaire de réseau (ERDF ou l'entreprise locale de distribution) avec lequel on aura signé le contrat de raccordement.

Le remplacement de l'onduleur est à prévoir tous les 8 à 10 ans. Son coût de remplacement peut varier entre 0,6€/Wc et 1€/Wc par appareil remplacé.

Précisions sur les notions de kW

Kilowattheure (kWh) correspond à l'énergie consommée par un appareil d'une puissance d'un kilowatt (1 000 watts) qui a fonctionné pendant une heure (1 kilowatt \times 1 heure).

Dans le cadre du photovoltaïque, les kWh représentent la production électrique.

Kilowatt crête (kWc) = Puissance dans des conditions standards

La puissance crête d'un système photovoltaïque correspond à la puissance électrique délivrée par ce même système dans des conditions standards d'ensoleillement (1000 W/m²), de température (25°C) et de standardisation du spectre de la lumière (AM 1,5).

Ex : un module de 200 Wc est un module qui produira une puissance électrique de 200 W si on le place sous ensoleillement de 1000 W/m².

La puissance des panneaux est indiquée en kWc. Dans la description donnée par le fabricant, il sera possible de rencontrer le sigle STC (Standard Test Conditions). Cela veut dire que le module répond aux conditions de tests communes à tous les constructeurs. En plus de l'ensoleillement standard et de la température de 25°C, cette norme tient compte de l'épaisseur de l'atmosphère qui est par exemple de 1 au niveau de l'équateur et de 1,5 en Europe. Cette donnée s'exprime en AM (Air Mass). Donc, il faudra vérifier que la puissance donnée est fidèle au lieu d'utilisation.

B - LES DIFFERENTS PANNEAUX

Les panneaux solaires photovoltaïques sont fabriqués à partir de silicium. A la base le procédé est le même : le silicium est purifié et fondu. Il est ensuite scié en fine plaque, mise au carré de 200 microns (un millième de millimètre) d'épaisseur appelés « wafers ».

Les panneaux solaires monocristallins sont les panneaux qui ont les taux de rendement les plus élevés, environ 17%. Leur cycle de fabrication est très complexe, ils coûtent donc relativement cher par rapport à leur gain de productivité (très faible production sous éclairement réduit). On peut les reconnaître grâce à leur couleur bleue uniforme. Leurs cellules sont taillées dans un grand bloc de cristal.

Rendement: 140 Wc / m²

Durée de vie: 20 / 30 ans

Les panneaux solaires polycristallins (ou multicristallins) : On peut les reconnaître grâce aux formes de cristaux visibles en surface. Leurs cellules sont fabriquées à base de silicium généralement issu du recyclage de composants électroniques. Leur rendement est de l'ordre de 15%. Ils sont moins chers que les monocristallins et possèdent le même défaut de ne pas produire beaucoup par faible éclairement. Ils permettent d'avoir le ratio coût/productivité le plus attractif pour une installation de forte puissance. C'est la raison pour laquelle une grande majorité des installations utilisent ce type de panneaux actuellement. Ils représentent la moitié de la production.

Rendement: 130 Wc / m²

Durée de vie: 20 / 30 ans

Les panneaux solaires amorphes / couche mince (ou micro-amorphes)

On peut les reconnaître grâce à leur couleur grise très foncée. La technique de production est différente. Leurs cellules sont fabriquées à base de silicium non cristallisé déposé sur une feuille de verre, de métal ou de plastique. Leurs taux de rendement sont plus faibles (entre 5 et 12%) mais sont nettement plus actifs par faible luminosité (temps couvert, ombre). Ils coûtent moins cher, mais produisent moins d'énergie que les panneaux cristallins. Ce sont les produits généralement utilisés pour les calculatrices et les montres dites « solaires ».

En revanche, ils possèdent aussi l'avantage non négligeable d'être plus écologiques à produire, car leur conception demande beaucoup moins d'énergie et leur support est peu coûteux du fait qu'il peut être réalisé dans des matériaux simples.

Durée de vie: 20 / 30 ans

Différences fondamentales entre panneaux à cristaux et amorphes

Les panneaux cristallins et polycristallins sont composés de plusieurs cellules reliées en série tandis que les panneaux amorphes sont constitués d'une seule couche mince de substrat à base de silicium, ce qui explique leur limite de puissance. Autre différence de taille, les panneaux cristallins perdent progressivement de la puissance tout au long de leur vie, tandis que ceux à couche mince perdent environ 20% durant leurs 3 premiers mois de service et plus rien par la suite. En règle générale, cette perte au départ est intégrée dans la puissance indiquée par le fabricant.

La membrane d'étanchéité est un système solaire photovoltaïque souple et léger constitué d'une membrane étanche et d'un module photovoltaïque intégré garantissant l'imperméabilité de la couverture. Leur grande particularité est leur totale flexibilité.

Cette technique est destinée aux grandes toitures plates (bâtiments commerciaux, entrepôts,...) Ils possèdent les mêmes caractéristiques que les amorphes classiques, sauf que, pour l'instant, leur rendement est moindre. Ce n'est encore pas la solution miracle pour une installation fixe, en revanche, ils sont presque devenus incontournables concernant les utilisations nomades.

A noter aussi qu'ils peuvent par exemple permettre à quelqu'un qui est locataire de se confectionner une installation solaire qu'il pourra emporter intégralement avec lui lors de son déménagement éventuel. Il faut peser le pour et le contre pour cette solution. D'un côté, les panneaux souples sont plus chers que les rigides, d'un autre, leur présentation sous forme de bâche à œillets fait que la pose s'avère être un jeu d'enfant, d'où une économie substantielle à prendre en compte.

Rendement: 45 Wc / m²

Durée de vie < 10 ans

On entend par le terme rendement, le pourcentage d'énergie qu'est capable de restituer le panneau par rapport à celle qu'il a reçu du soleil. Par exemple : en admettant qu'une cellule soit exposée à 10 watts d'énergie solaire et qu'elle en produise 1 watt en retour, son rendement sera de 10%. Cela signifie qu'un panneau qui possède un meilleur rendement qu'un autre, produira plus à surface égale. C'est un point à surveiller même si la quête absolue du plus gros rendement n'est pas toujours un choix judicieux au niveau du prix au mètre carré.

Actuellement, les rendements disponibles sur le marché oscillent entre 5 à 22%.

Les choses bougent très vite dans ce domaine, en l'espace de 20 ans, le rendement a déjà été multiplié par plus de 4. Des découvertes majeures promettent une très nette élévation des rendements et une baisse significative des tarifs d'ici quelques années.

Selon les constructeurs et la technologie employée, la durée de vie d'un panneau solaire est comprise entre 20 et 30 ans. On peut donc en conclure sans se tromper qu'il s'agit d'un placement sur du très long terme. Mais il faut quand même savoir qu'au fil du temps les performances des panneaux se dégradent un peu. C'est pourquoi il existe toujours une indication sur la description commerciale pour s'y retrouver. Elle peut être mentionnée sous la formulation « garantie de puissance » ou bien « tolérance de la puissance ». Elle indique la perte en pourcentage par rapport à la puissance nominale sur une période de 10 ou 20 ans.

Il existe deux normes internationales qui s'intitulent respectivement IEC 61215 pour les panneaux cristallins et IEC 61646 pour les panneaux à couche mince. Elles garantissent que le module solaire fonctionnera sans souci pendant au moins 20 ans dans des conditions normales d'utilisation. Elles concernent aussi bien l'ensemble des cellules composant le panneau que son châssis et son câblage.

Par conséquent, pour être sûr de bien choisir le type de panneaux, il faudra se fier sans hésiter aux normes internationales et européennes et sélectionner un bon compromis rendement/prix.

Chaque type possède ses défauts et qualités. Le choix devra donc se faire en fonction des besoins et possibilités.

Synthèse des différents panneaux

TYPES	RENDEMENT	PRIX	LOGEVITE MINIMUM	POSE	PRODUCTION PAR FAIBLE LUMINOSITE
Cristallins	Très bon	Cher	+ de 20ans	Délicate	Médiocre
Polycristallins	Très bon	Moyen	+ de 20ans	Délicate	Médiocre
Amorphes	Bon	Très bon marché	+ de 15ans	Délicate	Très bonne
Souples	Moyen	Cher	+ de 10ans	Facile	Très bonne

Pour une installation classique assurant une production supérieure à un kilowatt, c'est plutôt du côté des polycristallins qu'il faut se tourner. Bien qu'ils aient acquis la réputation d'offrir le meilleur rapport qualité prix, tout n'est pas aussi simple actuellement par rapport aux modèles amorphes. D'une part, parce que l'écart de rendement s'est largement réduit et d'autre part parce que le tarif de couches minces est très bas, ce qui peut amplement justifier une surface de panneaux un peu plus grande pour une production égale aux polycristallins.

Ce qui intéresse les utilisateurs c'est de connaître le rendement moyen de l'installation sur une journée, un mois ou une année entière. Si on néglige le rendement et que l'on intègre la productivité sous faible luminosité, les panneaux amorphes tirent vraiment leur épingle du jeu. Car par temps ensoleillé, ils produiront plus au lever et coucher du soleil. Il en sera de même en présence de nuages. Cela correspond à environ 4 h de meilleure production par jour. Les jours où il ne fait pas beau viennent s'ajouter, ils s'estiment en fonction de la météo des régions. De plus, les panneaux amorphes sont à un prix très bas.

Néanmoins, si l'utilisateur a besoin de puissance, c'est irrémédiablement les polycristallins qui seront de loin le meilleur choix. En y mettant le prix, certains se comporteront très bien même par faible ensoleillement.

En ce qui concerne les panneaux souples, ils sont plutôt réservés aux applications nomades et domestiques provisoires pour couvrir partiellement les besoins d'une habitation.