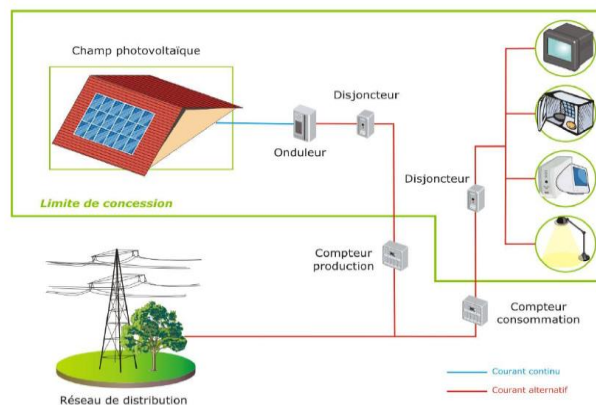


# Solaire Photovoltaïque : état des lieux

Le principe des panneaux solaire photovoltaïque est de transformer l'énergie solaire reçue par rayonnement en énergie électrique.  
Cette énergie peut ensuite être autoconsommée par le propriétaire des panneaux, ou revendue à EDF à un tarif fixé par l'Etat.

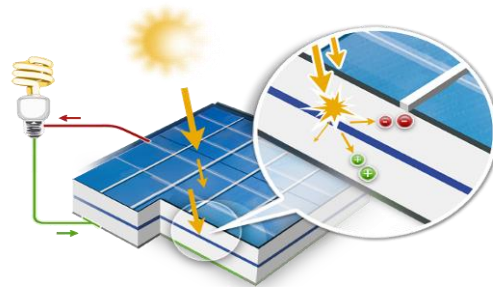
## 1) Principe de fonctionnement des panneaux solaire photovoltaïque :

Schéma général d'une installation :



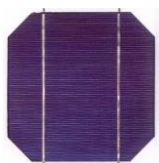
### 1.1 Le capteur photovoltaïque

Les matériaux semi-conducteurs ont la propriété physique de convertir l'énergie lumineuse en courant électrique (mouvement d'électrons).



Il existe 3 types de panneaux photovoltaïques :

◇ Silicium **mono cristallin** :



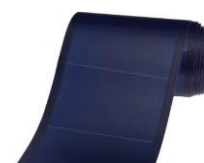
=> rendements 15 à 18%  
=> encombrement 6,5m<sup>2</sup>/kWc  
=> coût : 4 000 € / kWc

◇ Silicium **poly cristallin** :



=> rendements 12 à 15%  
=> encombrement 7m<sup>2</sup>/kWc  
=> coût : 4 000 € / kWc

◇ **Couches minces** :



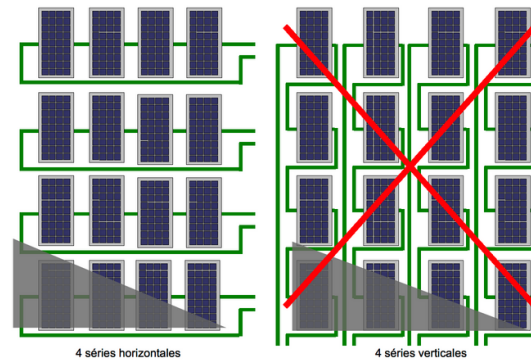
=> rendements 6 à 9%  
=> encombrement 12m<sup>2</sup>/kWc  
=> coût : 4000 € / kWc

Puissance crête : Puissance instantanée maximale délivrée par un module sous conditions standardisées exprimée en kilowatt crêtes (kWc).

Energie produite : Elle s'exprime en kWh / kWc. L'important est donc le nombre de kWc installés pour un projet.

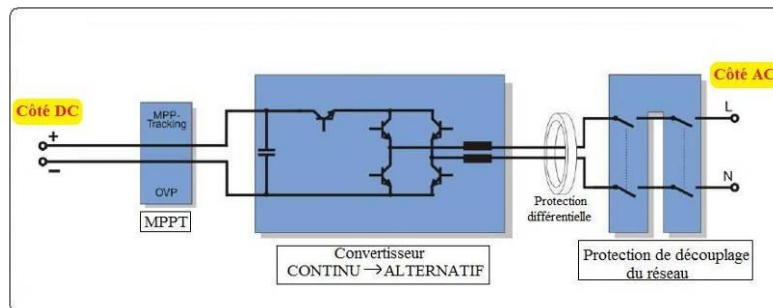
Attention au schéma de câblage entre les panneaux d'une même toiture, surtout si une zone d'ombre est projetée sur eux.

C'est la tension produite la plus faible qui s'applique à toute la série de panneaux (sauf quand on a un onduleur à ppt multiple).



## 1.2 L'onduleur

Les panneaux photovoltaïques produisant un courant continu, il est nécessaire de le transformer en courant compatible avec le réseau (alternatif 50Hz, 230 V, ...). C'est la fonction de l'onduleur.



Derrière cet onduleur, un compteur de production va compter ce qu'on va produire et injecter sur le réseau.

Une fois que l'énergie est sur le réseau, l'électricité va aller au plus proche de sa production : si le bâtiment sur lequel sont les panneaux consomme de l'électricité, elle va directement être utilisée, sinon elle ira chez le voisin.

## 1.3 Le raccordement au réseau

Le raccordement pour une puissance installée supérieure à 36 kWc est étudié par ERDF afin de voir si l'énergie produite ne risque pas de déséquilibrer le réseau en place. En cas de risque de perturbation du réseau, vous devrez supporter le coût de l'installation d'une nouvelle ligne entre le point de raccordement au réseau et le poste de moyenne tension le plus proche (environ 100 € / m).

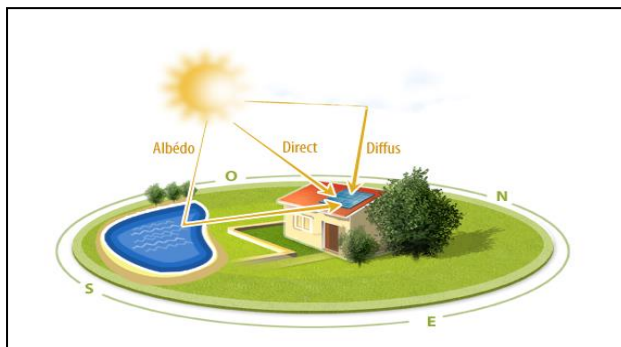
Actuellement, le tarif d'achat par EDF de l'électricité produite est plus élevé que le tarif auquel EDF la vend aux particuliers. Il est donc, pour le moment, plus intéressant de vendre cette électricité. Le montant perçu est totalement indépendant des factures d'électricité qu'on reçoit.

Si la puissance installée est supérieure à 3 kWc, les revenus liés à la vente d'électricité sont soumis à imposition. De plus, le particulier ne peut plus prétendre à une TVA réduite à 7,0%.

En cas d'augmentation de puissance, si on dépasse les 3 kWc, la nouvelle installation ne bénéficiera plus de la TVA réduite, et le tarif d'achat sera établi au prorata des différentes puissances installées.

## 2) Evaluer la production électrique d'une installation :

Il existe 3 types de rayonnement permettant la production des panneaux :



Le rayonnement direct permet environ la moitié de la production.  
Le rayonnement diffus et l'albédo en permettent environ  $\frac{1}{4}$  chacun.  
Donc par temps nuageux, seule la moitié de la production est assurée.

La production d'électricité varie fortement en fonction de la latitude, de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs solaires. Il faut donc absolument tenir compte de leur implantation en toiture.

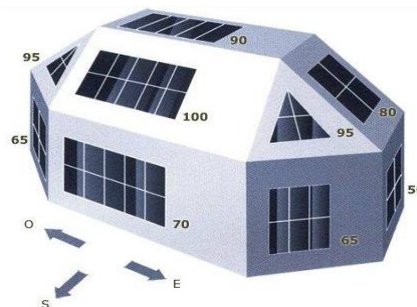
Dans la Drôme, l'ensoleillement est compris entre 1 100 à 1 300 kWh / kWc, en moyenne annuelle et dans les conditions optimales.

Les kWc, « kW crêtes », dépendent eux de la surface de capteur, et de leur technologie.

Conditions optimales : 100%

- Orientation Sud
- Inclinaison  $35^\circ$  / horizontale

La « maison » ci-jointe permet d'évaluer les pertes quand on s'éloigne des conditions optimales.



Vous pouvez estimer votre production en ligne sur :

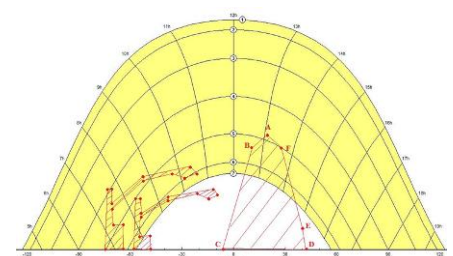
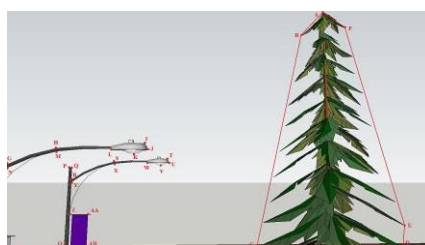
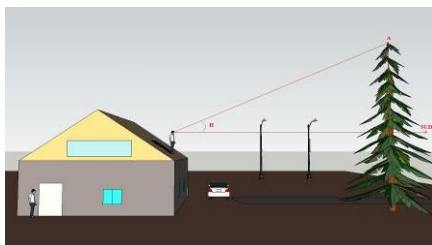
<http://ines.solaire.free.fr/pvreseau.php>

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>

[www.bdpv.fr](http://www.bdpv.fr) (suivi d'installations en ligne : production réelle)

Attention un autre facteur très important est à prendre en compte : la présence des masques.

Les masques lointains (montagnes), comme les masques proches (arbres, poteaux, cheminées, débords de toitures, ...). Il convient d'établir un diagramme solaire.



Dans le cas présenté ci-dessus, les pertes annuelles seraient de l'ordre de 5%.

### 3) Les tarifs d'achat de l'électricité produite :

#### 3.1 Tarifs actuels (c€/ kWh): du 1<sup>er</sup> Avril au 30 Juin 2015 (nh)

Type de tarif	Type d'installation	Puissance totale	Du 01/04/2015 au 30/06/2015
Tarif dit T1	Intégration au bâti (IAB)	[0 – 9 kWc]	<b>26,15</b>
Tarif dit T4	Intégration simplifiée au bâti (ISB)	[0 – 36 kWc] [36 – 100 kWc]	<b>13,20</b>
Tarif dit T5	Tout type d'installation	[0 – 12 MWc]	<b>6,80</b>

nh : tarifs non homologués. Attente de la publication au journal officiel.

#### Tarifs d'achat (c€/ kWh) du 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre 2014 (nh)

Type de tarif	Type d'installation	Puissance totale	Du 01/07/2014 au 30/09/2014
Tarif dit T1	Intégration au bâti (IAB)	[0 – 9 kWc]	<b>27,38</b>
Tarif dit T4	Intégration simplifiée au bâti (ISB)	[0 – 36 kWc] [36 – 100 kWc]	<b>13,95</b> <b>13,25</b>
Tarif dit T5	Tout type d'installation	[0 – 12 MWc]	<b>6,98</b>

nh : tarifs non homologués. Attente de la publication au journal officiel.

Information nouveaux tarifs :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Quels-sont-les-nouveaux-tarifs-d.html>

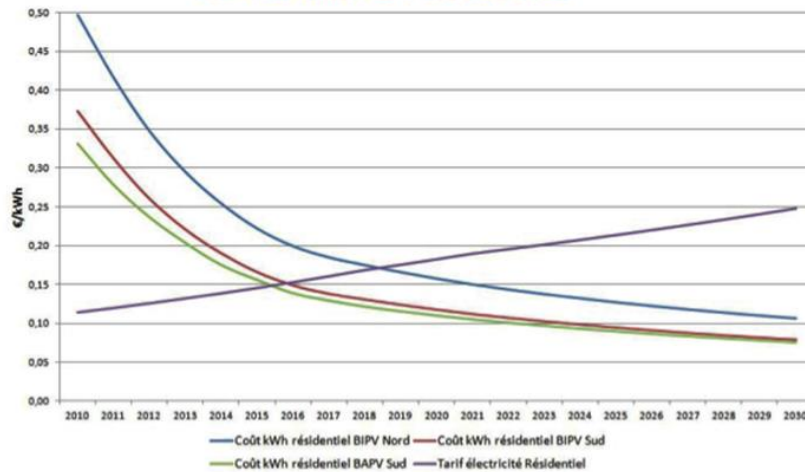
#### 3.2 Mode d'évolution des tarifs et perspectives

Les tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque peuvent être révisés chaque trimestre, en fonction de la puissance des installations raccordées au réseau en France.

Le tarif pris en compte est **fixé au moment de la demande complète de raccordement au réseau**. Ce **tarif sera ensuite fixe pendant 20 ans** (il augmentera même légèrement en fonction indirectement de l'inflation).

A moyen terme, avec la hausse du prix de vente de l'électricité aux les ménages et la baisse des coûts d'installation des capteurs, les panneaux photovoltaïque n'auront plus besoins de bénéficier d'un tarif préférentiel (leur fin est d'ailleurs prévue pour 2015). Cette équivalence devrait arriver entre 2015 et 2018.

## Atteinte de la parité réseau pour le segment des installations sur des toitures résidentielles

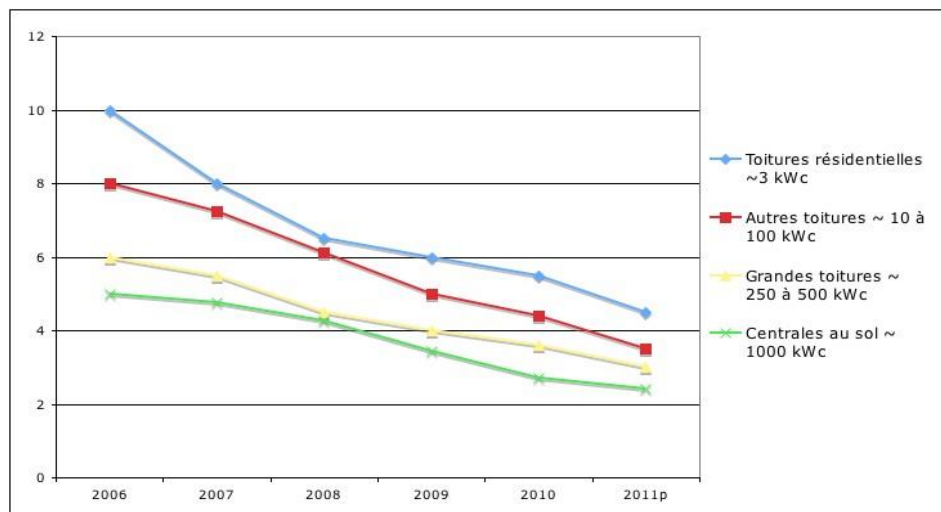


Source : États Généraux du Solaire Photovoltaïque, 2011

### 4) Economies des projets photovoltaïque :

#### 4.1 Coût d'installation des panneaux

Coût des panneaux par types d'installations, en €/Wc (fournie, posée), en France :



Les fournisseurs de panneaux s'engagent à ce que les rendements des installations soient au minimum de 85% de leur valeur initiale, après 20 ans de fonctionnement.

Les onduleurs ont eux une durée de vie moyenne de 10 ans. Leur coût est généralement de 1 000 € / 3 kWc.

#### 4.2 Aides financières

Crédit d'impôt 2013 : 11% du prix TTC des matériels (hors pose), dans la limite de 3 200 € / kWc, uniquement pour les habitations de plus de 2 ans.

Conditions : respects des normes EN 61215 (silicium cristallin) ou NF EN 61646 (silicium amorphe, capteurs plans).

## 5) Attention aux idées reçues !

### 5.1 Les matières premières pour les panneaux s'épuisent : FAUX

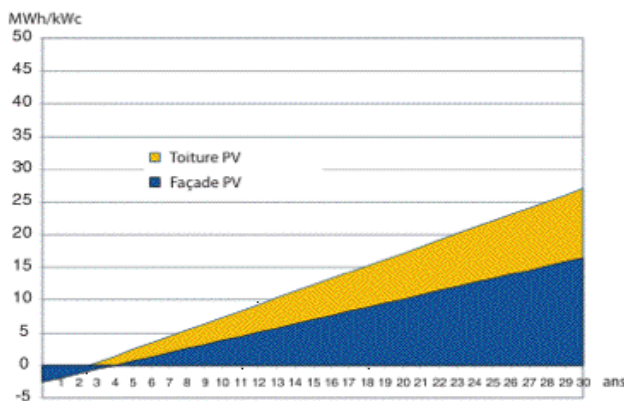
Les capteurs solaires sont des assemblages de cellules de silicium. Le silicium étant du sable c'est l'élément le plus accessible sur Terre !

Certains panneaux comportent des terres rares, dont les ressources diminuent, mais cela ne pose pas encore de problèmes pour le photovoltaïque.

### 5.2 L'énergie produite compense tout juste l'énergie consommée : FAUX

Même si l'énergie nécessaire à la fabrication et au retraitement des cellules photovoltaïques est importante, l'énergie qu'ils produiront pendant leur durée de vie est nettement supérieure.

Temps de retour : Energie consommée / énergie produite



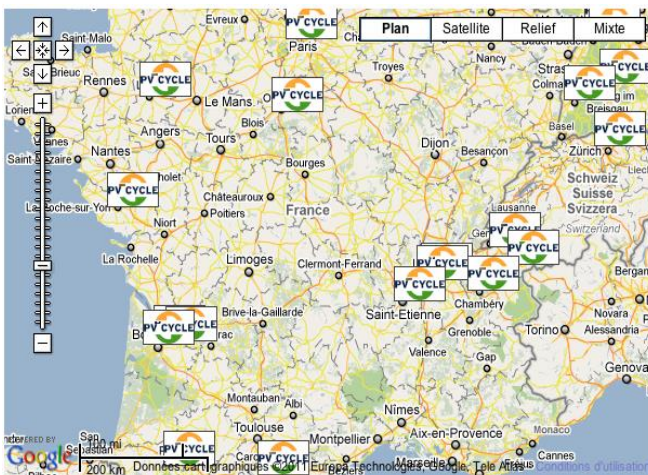
Production d'énergie cumulée d'un système PV à Lyon au cours de sa durée de vie

	Temps de retour énergétique	Coefficient performance énergétique
PV en toiture à Marseille	1,9 ans	x 14,6
PV en façade à Paris	4,3 ans	x 6,1

### 5.2 Les panneaux polluent : FAUX à quelques exceptions près

Des métaux lourds sont utilisés dans la fabrication de certains panneaux : Vrai. Mais seuls les panneaux fabriqués par First Solar (environ 2% du marché) en contiennent. Il faudra ainsi veiller à leur recyclage. Les autres, 98%, n'utilisent aucun polluant majeur.

### 5.3 Les panneaux ne sont pas recyclés : FAUX



Il existe 2 organismes à but non lucratifs (PV cycle et le CERES), qui se financent par des cotisations des fabricants et en revendant les produits récupérés. Déjà 34 points de collectes en France, et cela augmentera quand il y aura plus de panneaux à recycler. L'objectif étant le recyclage de 90% des panneaux.

Avec l'augmentation des prix des matières premières, le recyclage des cellules sera moins cher que de les re-fabriquer.

Néanmoins il est actuellement difficile de séparer les composants des panneaux.

#### 5.4 Les panneaux perdent beaucoup en rendement : FAUX

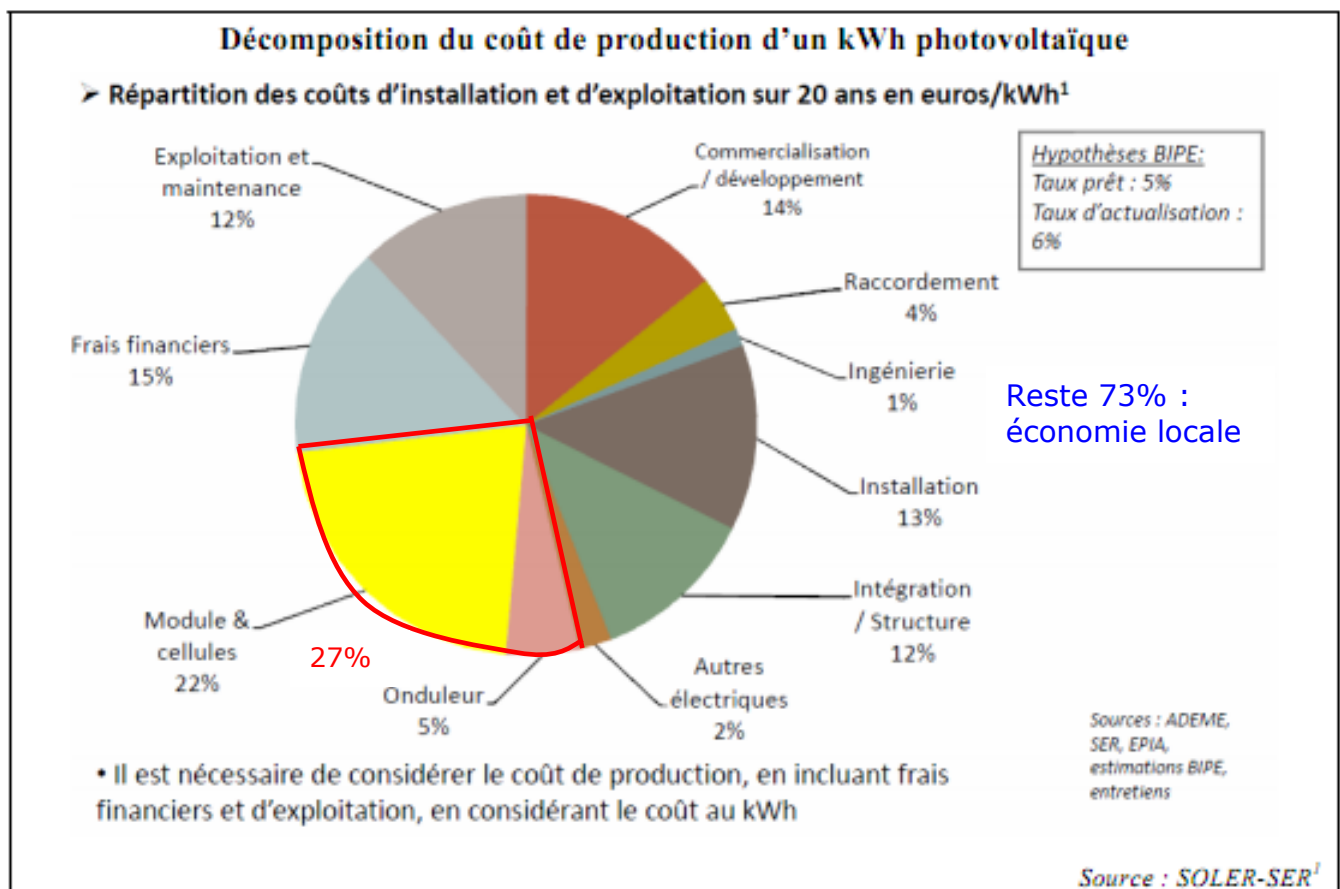
Les cellules photovoltaïques ne perdent pas de rendement. Les onduleurs perdent un peu d'efficacité, mais quand on les changera au bout de 10 ans, on les remplacera par de nouveaux avec un meilleur rendement. Globalement, au vu de l'expérience des pays ayant des installations anciennes, on constate que la production des panneaux 20 ans après leur mise en service est d'au moins 90% de leur production de départ.

Alors pourquoi dire qu'il faut changer les panneaux au bout de 20 ans ? Parce que les progrès techniques montrent que dans ce laps de temps, les nouveaux capteurs seront bien plus rentables encore.

#### 5.5 Les panneaux ne rapportent rien à l'économie française : FAUX

Il est vrai que la presque totalité des cellules des panneaux solaires sont importés, d'Europe (20%), d'Amérique (4%) ou d'Asie (75%, dont 37% en Chine). Une usine de fabrication sur Vénissieux est mise en service depuis Janvier 2012 (groupe Bosch).

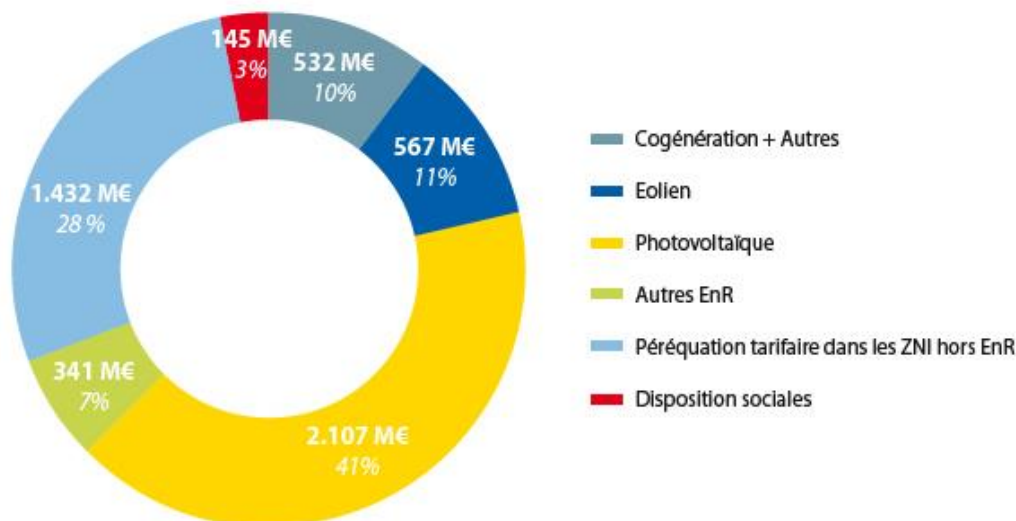
Par contre sur l'ensemble de la durée de vie des panneaux, on constate que 73% des charges financières sont générées localement.



## 5.6 Le subventionnement du photovoltaïque coûte très cher : VRAI et FAUX

La CSPE qu'on voit apparaître sur les factures d'électricité permet de financer les aides aux énergies renouvelable, mais pas seulement.

Charges prévisionnelles au titre de 2013 (5,1 Md€)



La CSPE représente environ 10% du prix du kWh électrique (dont 4% pour le photovoltaïque).

## 5.7 Investir dans le photovoltaïque n'est plus rentable : SI, autant qu'avant

En 3 ans, les tarifs d'achat ont été divisés par 2, mais le coût de l'installation aussi !

Quand on a une toiture avec une bonne orientation et une bonne pente de toit, le temps de retour sur investissement reste de l'ordre de 6 à 8 ans. A la condition d'avoir une installation de qualité et au bon prix. D'où l'intérêt de nous contacter!

Investir dans les énergies renouvelables reste intéressant financièrement, et contribue à la préservation de l'environnement puisqu'on développe une énergie propre et inépuisable.

### L'action du Point Information Energie :

Le Point Information Energie est à la disposition des particuliers et professionnels pour vous apporter des informations et vous accompagner dans vos projets. Nous bénéficions du réseau des Espaces Info Energie pour nous tenir au courant des nouvelles réglementations.

Des conférences, visites d'installations individuelles ou collectives et animations diverses sont organisées tout au long de l'année.

### Liens utiles

- Site d'information (financé par l'ADEME) dédié au photovoltaïque : <http://www.photovoltaique.info/>
- Logiciel de simulation de production photovoltaïque : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>
- Calcul des masques lointain, diagrammes solaires : [http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/comment\\_faire\\_un\\_releve\\_de\\_masque.pdf](http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/comment_faire_un_releve_de_masque.pdf)