



LE PHOTOVOLTAÏQUE : **Une énergie renouvelable d'avenir**



*Fait par Leila BARON
Le 23/05/2011*



SOMMAIRE

1. QU'EST-CE QUE LE PHOTOVOLTAÏQUE ?..... 4



2. TECHNIQUE DE FABRICATION..... 5

2.1. LES CELLULES..... 5

3. TYPES DE PANNEAUX..... 7

MONOCRISTALLIN..... 7

3.1. POLYCRISTALLIN..... 8

3.2. AMORPHE..... 9

4. TYPES D'INSTALLATION..... 10

4.1. STRUCTURE SIMPLIFIÉE AU BÂTI, A LA TOITURE OU TOITURE-TERRASSE..... 10

4.1.1. Exemple : CONERGY

4.2. STRUCTURE INTÉGRÉE AU BÂTI, A LA TOITURE OU TOITURE-TERRASSE..... 11

4.2.1. Exemple avec un système amorphe : ÉVALON

4.2.2. Exemple avec un système cristallin : HÉLIAL Intégration

4.3.....LES ORGANISMES AGRÉÉS..... 14



5. <u>L'INSTALLATION</u>	15
5.1. <u>COMPOSANTS DE L'INSTALLATION</u>	15
5.1.1..... Schéma électrique conceptuel	15
5.1.2..... Schéma type d'une installation pour revente à EDF	16
5.1.3..... Caractéristiques des panneaux	17
<u>5.1.3.1..... Cadr</u> <u>es et verre</u>	19
5.1.4..... Les appareillages	19
<u>5.1.4.1..... Les</u> indices de protection.....	19
<u>5.1.4.2..... Les</u> boîtes de jonctions.....	20
<u>5.1.4.3..... Tran</u> sformation de l'énergie.....	21
<u>5.1.4.4..... Les</u> compteurs.....	24
<u>5.1.4.5..... Racc</u> ordement des panneaux.....	26
<u>5.1.4.6..... Sign</u> alisation de sécurité.....	28
5.1.5..... Les protections	29
<u>5.1.5.1..... Coff</u> rets AC et DC	29
<u>5.1.5.2..... Par</u> afoudre	30
5.1.6..... Les appareils de contrôle et de mesure	31
<u>5.1.6.1..... Sola</u> r-Log : surveillance et télégestion de site Photovoltaïque.....	31
<u>5.1.6.2..... Lux</u> mètre	31



5.2.1.....**Étu**
des préalables 33

5.2.2.....**Mat**
ériels et installations 34

5.2.3.....**Rac**
cordement aux réseaux 35

 5.2.3.1.....**Les**
 assurances..... 36

6. LA LÉGISLATION 36

6.1. HISTORIQUE 36

 6.1.1.....**Le**
 marché Français 37

 6.1.2.....**Évo**
 lutions 38

 6.1.3.....**Les**
 normes 41

6.2. LES ENERGIES EN FRANCE 42

 6.2.1.....**Ens**
 oleillement géographique 42

 6.2.2.....**Co**
 mparaison des énergies 43

6.3. DÉMARCHES ADMINISTRATIVES 45



6.3.1.....	Les
métiers du photovoltaïque	45
6.3.2.....	Les
formations	45
6.3.3.....	Les
différents documents obligatoires.....	47



LE PHOTOVOLTAÏQUE :



Vous allez acquérir un système photovoltaïque qui doit être raccordé au réseau public de distribution d'électricité.

Pour cela, vous devez suivre une procédure complexe, résultat du cadre réglementaire mis en place ces dernières années.

Ce document a pour vocation de vous aider à :



- Comprendre qu'est-ce que le photovoltaïque ?
- Se familiariser avec les différents matériels que comprend la pose des panneaux photovoltaïques ;
- Vous guider dans les démarches administratives.

1. QU'EST-CE QUE LE PHOTOVOLTAÏQUE ?

Le terme photovoltaïque est formé à partir de deux mots :

- « *Phos* », qui signifie lumière ;
- « *Volta* », du nom du physicien Alessandro Volta (1745-1827, inventeur de la pile électrique).

Appelé aussi « module photovoltaïque » ou PV, c'est un panneau solaire qui est destiné à récupérer les rayonnements du soleil pour les transformer en électricité (Courant continu DC).

L'ensemble de panneaux photovoltaïques interconnectés forme le générateur. Celui-ci est caractérisé par sa puissance crête exprimée en kilowatt crête (kWc).



Cependant il existe une autre utilisation du panneau solaire.

Les panneaux solaires thermiques, ou « capteurs solaires », capturent la chaleur des rayonnements solaires et les transfèrent à un fluide caloporteur (*fluide chargé de transporter la chaleur entre deux ou plusieurs sources de température*).

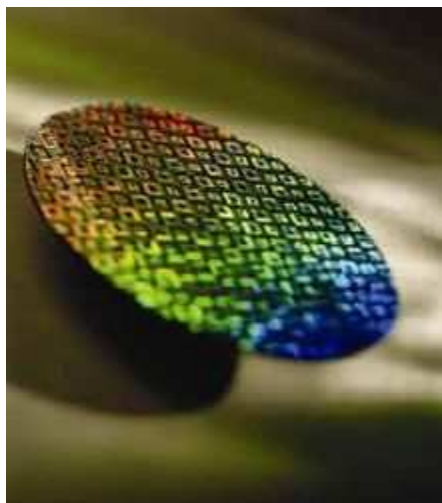




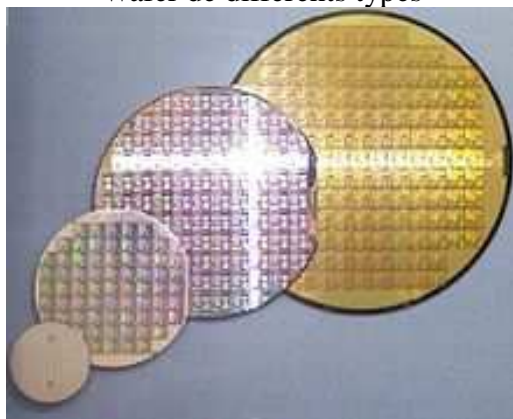
2. TECHNIQUE DE FABRICATION

2.1. LES CELLULES

- Les panneaux photovoltaïques sont composés de **cellules photovoltaïques**. C'est un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), génère une tension électrique (volt) (cet effet est appelé l'effet photovoltaïque). *Le courant obtenu est un courant continu et la tension produite est de l'ordre de 0,5 V par cellule.*
- Pour fabriquer les cellules photovoltaïques, le matériau le plus utilisé est le silicium. On l'obtient par réduction à partir de silice, retrouvé notamment dans le sable ou dans le quartz.
- La première étape est la production de silicium dit métallurgique, pur à 98% seulement. Le silicium de qualité photovoltaïque doit être purifié jusqu'à plus de 99,999%, ce qui s'obtient en transformant le silicium en un composé chimique qui sera distillé puis retransformé en silicium sous forme de barres nommées « lingots » de section ronde ou carrée.
- Ces lingots sont ensuite sciés en fines plaques de 200 micromètres d'épaisseur qui sont appelées « wafers ». Des rubans métalliques sont incrustés aux wafers en surface et reliés à des contacteurs électriques.
- Après un traitement pour les enrichir en éléments dopants, c'est à dire contrôler leur conductivité électrique, en introduisant une petite quantité d'impuretés P(phosphore), As(Arsenic), Sb(Antimoine) ou B(Bore)) dans le matériau pour produire un excès d'électrons ou un déficit.
- Les wafers sont ensuite mis en contact de façon à créer des jonctions, permettant de contrôler la direction et la quantité de courant qui traversent l'ensemble. On obtient du silicium semi-conducteur.



Wafer en silicium gravé
Wafer de différents types





-
- Les semi-conducteurs se présentent sous la forme de deux fines plaques en contact étroit, pris en sandwich entre deux électrodes métalliques et le tout est protégé par une vitre.
- Une fois cette opération effectuée, les wafers sont devenus des cellules photovoltaïques.

La production des cellules photovoltaïques nécessite de l'énergie, et on estime qu'une cellule photovoltaïque doit fonctionner environ 2 à 3 ans suivant sa technologie pour produire l'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication (retour énergétique du module).

- Elles sont également utilisées pour produire de l'électricité dans de nombreuses applications domestiques.
- Et pour ce qui nous concerne, permettre une autosuffisance quant à la consommation d'électricité et la possibilité de revendre l'électricité produite à EDF.

- Quelques constructeurs de panneaux solaires français:
 - TENESOL
 - CONERGY
 - PHOTOWATT



3. TYPES DE PANNEAUX


Il existe 3 types de panneaux solaires utilisés sur le marché du photovoltaïque.

3.1. MONOCRISTALLIN



Cellule photovoltaïque monocristalline

Lors du refroidissement, le silicium fondu se solidifie en ne formant qu'un seul cristal de grande dimension. Les cellules sont créées à partir de la découpe en fines tranches du cylindre de silicium. Les cellules ont une couleur bleue uniforme.

- Avantage :
 - Ce type de cellules a un très bon rendement et la fabrication actuelle permet d'obtenir de 140 Wc/m^2 à 170 Wc/m^2 , sur les 1000 W/m^2 provenant de l'énergie solaire.
- Inconvénients :
 - Son coût est plus élevé ;

 - Sous une faible luminosité son rendement est moindre
 - La variation de température affecte sur le rendement
-

3.2. POLY-CRISTALLIN



Une cellule photovoltaïque poly-cristalline

- Après avoir découpé le cristal en fines tranches, il reste des chutes de silicium solide. Les chutes sont fondues, et pendant la phase de refroidissement du silicium, il se forme plusieurs cristaux. Ce genre de cellule est également bleuté, mais non-uniforme, on distingue des motifs créés par les différents cristaux.
- Avantages :
 - Ces cellules ont un bon rendement mais moindre que le monocristallin Elles permettent d'obtenir environ 100 Wc/m^2 , sur les 1000 W/m^2 provenant de l'énergie solaire.
 - Moins onéreux.
 - Ce sont les cellules les plus utilisées pour la production électrique (meilleur rapport qualité-prix).



- Inconvénients :
 - Sous une faible luminosité son rendement est faible
 - La variation de température affecte sur le rendement



3.3. AMORPHE (PANNEAUX SOLAIRES SOUPLES)

- Le panneau amorphe ou micro amorphe est une membrane d'étanchéité avec modules photovoltaïques souples intégrés. Le silicium est vaporisé sous vide sur du verre flotté (verre plat) au cours de la phase Plasma (dans les conditions usuelles, un milieu gazeux ne conduit pas l'électricité. Lorsque ce milieu est soumis à un champ électrique faible, le gaz pur est considéré comme un isolant électrique parfait).
- La différence réside dans le fait que la quantité de silicium consommé en phase de fabrication est de 1 % seulement, comparé au panneau solaire photovoltaïque traditionnels. Les panneaux amorphes ont une production d'environ 60 Wc/m² (*ekopédia.org*), sur 1000 W provenant de l'énergie solaire.
- Avantages :
 - Le coût des panneaux solaires souples est moins élevé grâce au procédé de fabrication moins gourmand en silicium.
 - Ces panneaux sont plus actifs, lorsque que la luminosité est diffuse (levé ou couché de soleil, nuage, ombre,...) les panneaux ont de bons rendements. Installés plus particulièrement dans les régions du Nord où la luminosité est moins vive ;
 - Leur souplesse permet de les intégrer dans des architectures plus poussées, d'améliorer l'esthétique et de rentabiliser l'espace au mieux (formes courbées,...) ;
 - Les variations de température affectent moins les panneaux amorphes que les panneaux cristallins.
- Inconvénients :
 - Leur rendement est plus faible que celui des panneaux cristallins (divisé par 2).
 - La performance diminue sensiblement avec le temps



Chantier : AXE Étanchéité
BNP- Issy les Moulinaux



4. TYPES D'INSTALLATION

Seuls en France coexistent, deux types d'installation. Ses voisins Européens, comme l'Allemagne, n'installent qu'un type de structure : la structure simplifiée.

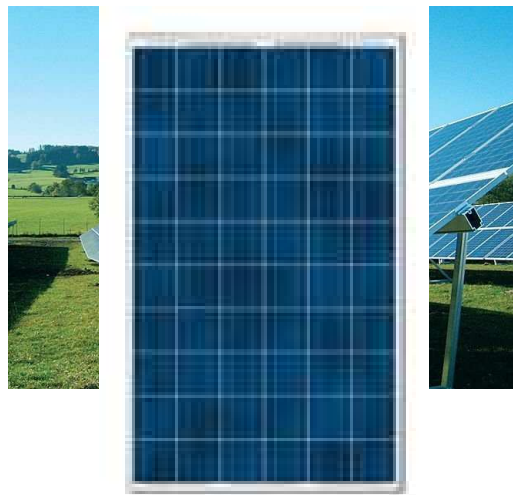
4.1. STRUCTURE SIMPLIFIÉE AU BÂTI, A LA TOITURE, OU TOITURE-TERRASSE

Les panneaux sont fixés en « surimposition » sur la toiture du bâti existant.

4.1.1. Exemple



❖ CONERGY



4.2. STRUCTURE INTÉGRÉE AU BÂTI, A LA TOITURE, OU TOITURE-TERRASSE

Les panneaux sont fixés sur la charpente, les panneaux jouent un rôle de couverture du bâtiment et garantissent l'étanchéité des toits (donne droit à la prime de rachat).

4.2.1. Exemple avec un système amorphe :

- ❖ **ÉVALON** : membrane d'étanchéité synthétique pour toiture-terrasse, avec des modules photovoltaïques souples (*panneaux solaires souples*).

EVALON® Solar



4.2.2. Exemple avec un système cristallin :

- ❖ **HÉLIAL intégration** : système de toiture-terrasse intégrant des modules photovoltaïques. Structure légère en aluminium adaptée à tous supports (béton, bac acier, bois...). Modules (panneaux) photovoltaïques cristallins rigides. Isolation thermique haute performance.



→Présentation du système :



Les modules intégrés dans la structure aluminium constituent un ensemble totalement étanche et remplacent, de ce fait, l'étanchéité traditionnelle des toitures-terrasses, ce qui fait une solution éligible à la prime d'intégration au bâti.

De plus, l'intégration de panneaux cristallins rigides permet un rendement optimal et un retour sur investissement maximum.

L'évacuation d'eaux pluviales est facilitée par l'inclinaison de 5° des panneaux combinée au système de chéneaux.

Sa structure en aluminium est au cœur de l'innovation du système HELIAL Intégration. Elle garantit une maîtrise de l'étanchéité. **(Voir schéma installation HÉLIAL ci-dessous)**



Le système comprend une isolation thermique haute performance ($R > 5 \text{m}^2\text{K/W}$), permettant de répondre aux exigences des réglementations RT (réglementation thermique) et aux normes BBC (bâtiments basse consommation).



Avec la collaboration des partenaires

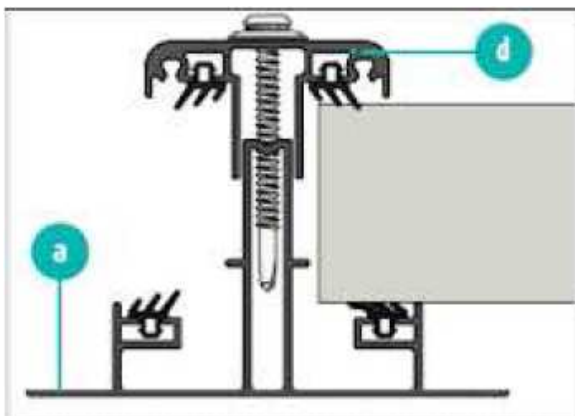
et



→ Schéma installation HÉLIAL



- a) *chevron*
- b) *traverse*
- c) *solin*
- d) *capot serreur*
- e) *chéneau*
- f) *platine de fixation ponctuelle*



4.3. LES ORGANISMES AGREES

En 2008, le Grenelle de l'Environnement a renforcé ce choix pour inscrire durablement l'électricité photovoltaïque comme **énergie renouvelable d'avenir**. Le Photovoltaïque doit être considéré comme un élément d'enveloppe de bâtiments, et producteur d'électricité.

Pour installer ces structures, les professionnels ont besoin que leurs produits, ou que leurs installations soient homologués. Pour cela, des organismes agréés sont présents pour les aider à développer leur projet, comme l'ADEME, le CSTB et/ou CEIAB.

- L'ADEME (l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à la disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

➔ <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13089>

- Créé en 1947, le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), est un établissement public à caractère industriel et commercial, en partenariat avec les professionnels de la construction.

Cet organisme s'engage à répondre aux enjeux du développement durable, en alliant performances environnementales et énergétiques. Le CSTB, accompagne également les acteurs de la construction, à toutes les échelles du cadre bâti (équipement, produits,...), à s'intégrer dans les villes et quartiers.

➔ <http://www.cstb.fr/le-cstb/missions-et-metiers.html>

- Afin d'accompagner tous ceux qui souhaitent s'équiper de panneaux photovoltaïques, le Comité d'Evaluation de l'Intégration Au Bâti, dit CEIAB, examine les systèmes d'intégrations photovoltaïque qui lui sont soumis, pour déterminer s'ils respectent ou non les critères techniques d'intégration ou d'intégration simplifiée au bâti, au sens du nouvel arrêté tarifaire du 4 Mars 2011

➔ <http://www.ceiab-pv.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=24035&m=3&catid=24040>

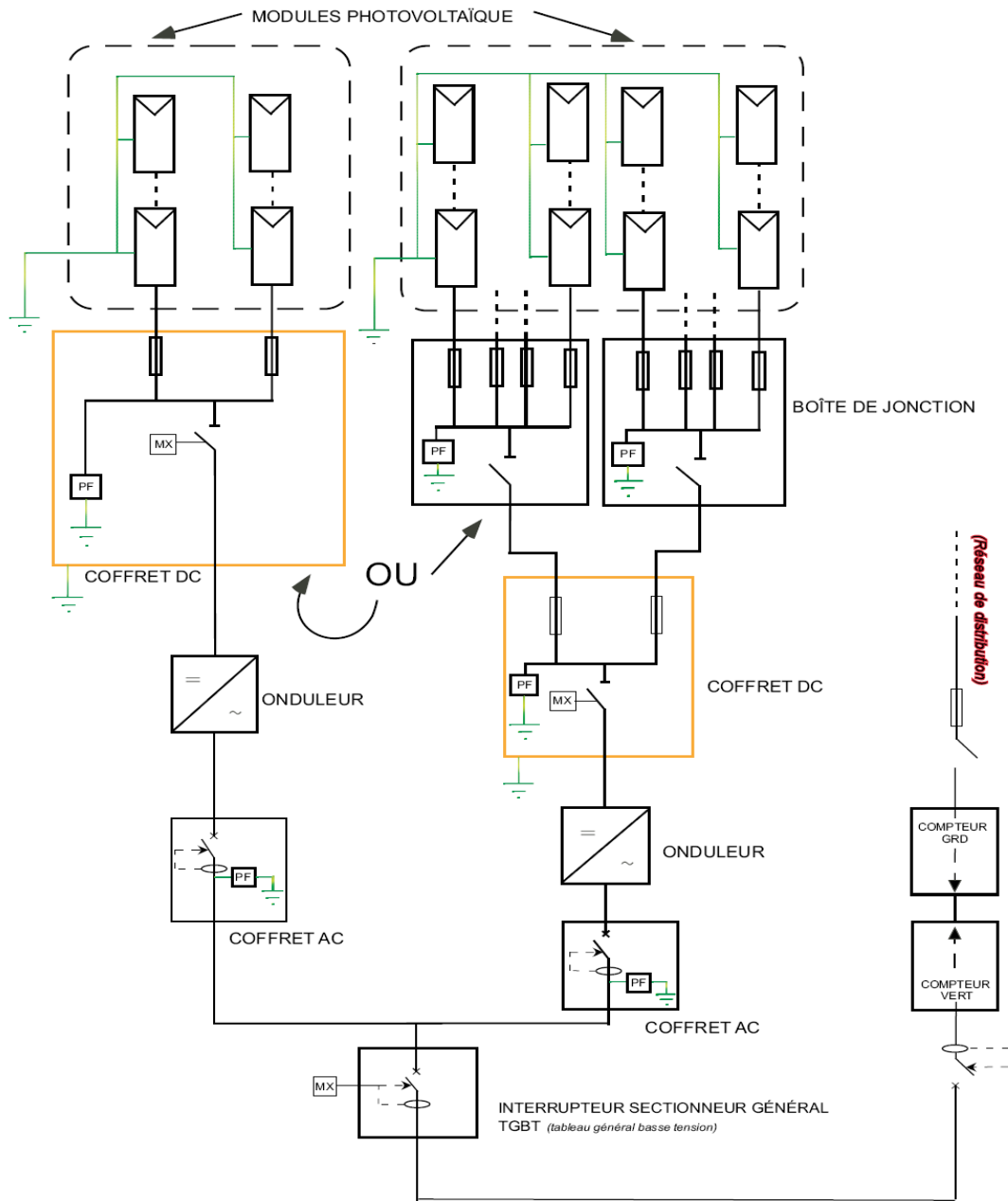


5. L'INSTALLATION

5.1. COMPOSANTS DE L'INSTALLATION

5.1.1. Schéma électrique conceptuel

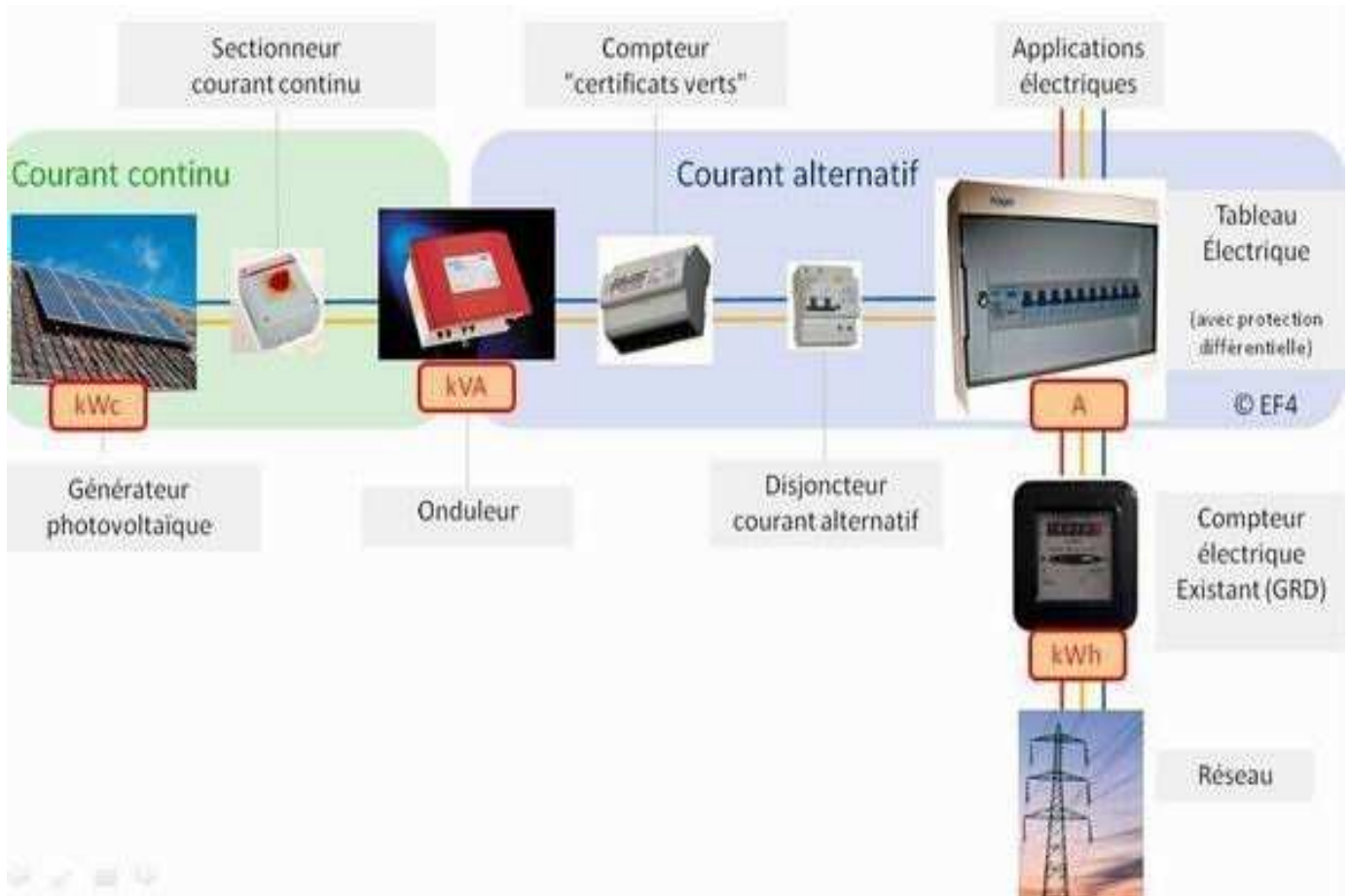
SCHÉMAS ÉLECTRIQUE D'UN TYPE D' INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE



LÉGENDE

- PF = Parafoudre
- MX = (bobine à émission de courant) assure le déclenchement à distance d'un disjoncteur, disjoncteur différentiel, ou inter-sectionneur.
- = Disjoncteur différentiel
- = Fusibles
- = Liaisons équipotiel (terre)

5.1.2. Schéma type d'une installation pour la revente à EDF



5.1.3. Caractéristiques des panneaux

Le raccordement des modules (panneaux) entre eux, est appelé « String » ou « chaîne de modules ». Les panneaux délivrent une tension « U » en volt, une Intensité « I » en ampère, soit une puissance Watt =U x I.

Contraintes électriques :

- Les modules photovoltaïques délivrent une tension diurne (continue) :
 - Le circuit courant continu est en permanence sous tension dès la présence du soleil et la tension d'un string peut dépasser 700V DC (courant continu),
 - Il n'y a pas de protection différentielle sur le circuit en courant continu.

- Les normes qui s'appliquent :
 - NF C 15-100 : Installation électrique à basse tension
 - UTE C 15-712 : Guide pratique pour l'installation électrique à basse tension

- Influences externes :
 - Pluie, humidité
 - Corrosion atmosphérique
 - Rayonnement UV
 - Vent
 - Température :
 - Très basse température hivernale (gel)
 - Température estivale supérieure à la température ambiante du fait de l'exposition directe au soleil de l'ensemble de l'installation.

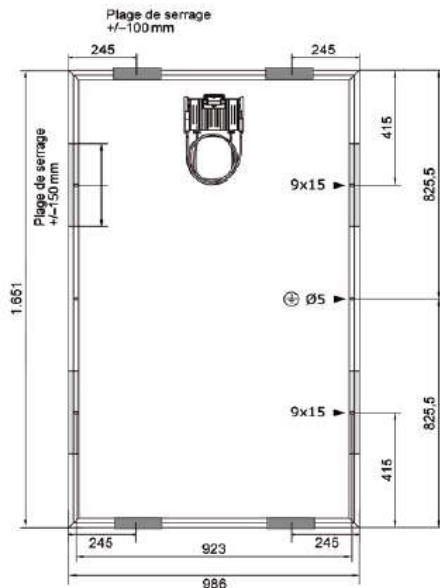




CONERGY

❖ **Exemple de caractéristiques d'un panneau : CONERGY power plus 210P-230P**

Conergy PowerPlus 210P-230P



Toutes les données sont en mm

Dimensions de module (L x l x H) : ¹	1651 x 986 x 46 mm
Dimensions de cellule :	156 x 156 mm
Nombre de cellules :	60
Type de cellule :	Cellules polycristalline à 3 bandes de métallisation
NOCT : ²	44°C ± 2°C
Charge maximale admissible :	5.400 Pa ³
Verre :	Verre solaire à micro-structure
Câble :	2x1000 mm de longueur, 4 mm ² de section
Type de connecteur :	Huber + Suhner : connecteurs à verrouillage rotatif intégré
Poids du module : ⁴	19,6 kg
Certification :	CEI/EN 61215 Ed. 2, CEI/EN 61730, SK II
Garantie produit : ⁵	10 ans
Garantie de puissance 1 : ⁵	92 % de la puissance nominale sur 12 ans
Garantie de puissance 2 : ⁵	80 % de la puissance nominale sur 25 ans
Tension système maximale admise :	1000 V
Courant inverse (I _n) :	20 A
Matériau de cadre :	Aluminium anodisé
Réduction du coefficient de rendement de 1000 W/m ² sur 200 W/m ² selon EN 60904-1 :	A 200 W/m ² = 97 % du coefficient d'efficacité STC

Conergy PowerPlus	210P	214P	215P	220P	225P	230P
Caractéristiques électriques en conditions de test standard :⁶						
Puissance nominale (P _{nom})	210 W	214 W	215 W	220 W	225 W	230 W
Tolérance de puissance	-0/+2,5 %	+3 %	-0/+2,5 %	-0/+2,5 %	-0/+2,5 %	-0/+2,5 %
Rendement (P _{nom})	12,90 %	13,21 %	13,21 %	13,51 %	13,82 %	14,13 %
Tension à puissance maximale (U _{mpp}) ⁷	28,48 V	28,77 V	28,77 V	29,14 V	29,50 V	29,70 V
Intensité à puissance maximale (I _{mpp}) ⁷	7,47 A	7,56 A	7,56 A	7,65 A	7,72 A	7,82 A
Tension à vide (U _{oc}) ⁷	35,27 V	35,53 V	35,53 V	35,90 V	36,21 V	36,40 V
Courant de court-circuit (I _{sc}) ⁷	7,97 A	8,04 A	8,04 A	8,13 A	8,22 A	8,33 A
Coef. de température (P _{mpp})	-0,43 %/°C	-0,43 %/°C	-0,43 %/°C	-0,43 %/°C	-0,43 %/°C	-0,43 %/°C
Coef. de température (U _{oc}), en absolu	-0,116 V/°C	-0,117 V/°C	-0,117 V/°C	-0,118 V/°C	-0,119 V/°C	-0,120 V/°C
Coef. de température (U _{oc}), en pourcentage	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C	-0,33 %/°C
Coef. de température (I _{sc}), en absolu	4,0 mA/°C	4,0 mA/°C	4,0 mA/°C	4,1 mA/°C	4,1 mA/°C	4,2 mA/°C
Coef. de température (I _{sc}), en pourcentage	0,05 %/°C	0,05 %/°C	0,05 %/°C	0,05 %/°C	0,05 %/°C	0,05 %/°C
Caractéristiques électriques à 800 W/m², NOCT et AM 1,5						
Puissance (P _{mpp})	159,53 W	163,12 W	163,12 W	167,21 W	170,82 W	174,16 W
Tension à vide (U _{oc})	32,49 V	32,73 V	32,73 V	33,07 V	33,35 V	33,52 V
Courant de court-circuit (I _{sc})	6,61 A	6,67 A	6,67 A	6,75 A	6,83 A	6,92 A
Tension à puissance maximale (U _{mpp}) ⁷	25,49 V	25,75 V	25,75 V	26,08 V	26,40	26,58 V
Intensité à puissance maximale (I _{mpp}) ⁷	6,26 A	6,34 A	6,34 A	6,41 A	6,47 A	6,55 A

¹ Tolérance des dimensions : +/-1 mm.

² Température de service nominale de la cellule à un ensoleillement de 800 W/m², température ambiante de 20°C, vitesse du vent de 1 m/s.

³ Conformément à CEI 61215 Ed. 2.

⁴ Tolérance de poids : +/-0,5 kg.

⁵ Conformément aux conditions de garantie actuelles de Conergy.

⁶ Conditions de test standard, définies comme suit : puissance du rayonnement de 1000 W/m² par une densité spectrale de AM 1,5 et une température de cellule de 25°C.

⁷ Valeurs de production type.

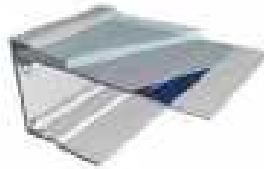
Cette fiche technique répond aux prescriptions de la norme DIN EN 50380.

Votre fournisseur :



5.1.3.1. Cadre et verre

Adaptés à tout climat et toute saison. Résistent à la pression du vent, aux charges neigeuses, et aux fluctuations de température. Longévité due au verre du panneau solaire de 4 millimètres d'épaisseur. Cadre résistant aux plus extrêmes conditions de tension mécanique.



5.1.4. Les appareillages

5.1.4.1. les indices de protection



Chaque appareil doit avoir un indice de protection pour qu'il soit adapté à l'installation.



5.1.4.2. Les boîtes de jonctions

La boîte de jonction, spécifique pour le courant continu permet d'isoler électriquement le générateur photovoltaïque. Un câblage spécifique pour le courant continu relie l'ensemble des panneaux à l'onduleur. Il est conseillé de placer un sectionneur (Appareil électrique qui permet de séparer de manière mécanique, un circuit électrique et son alimentation, afin d'assurer la sécurité des techniciens travaillant sur la partie isolée du réseau).

Un raccordement sûr, garantissant des rendements maximaux même dans des conditions environnementales défavorables.

Une boîte de jonction étanche à l'eau, est scellée et soudée au panneau photovoltaïque.



Protection contre la foudre et les surintensités des modules.



5.1.4.3. Transformation de l'énergie : les onduleurs

Les applications domestiques étant généralement alimentées en courant alternatif, il est nécessaire de convertir le courant continu (diurne) produit par le générateur, en courant alternatif avec les mêmes caractéristiques (tension, fréquence, phasage, ...) que le courant qui provient du réseau EDF.

Cette transformation est réalisée grâce à un onduleur. Celui-ci est caractérisé par sa puissance de sortie (côté courant alternatif) exprimée en Kilo-Volt-Ampère (kVA).

La sortie de l'onduleur (courant alternatif) est raccordée par l'intermédiaire du disjoncteur EDF et du compteur d'énergie sur le réseau basse tension.

Un tableau électrique équipé d'un disjoncteur différentiel et d'un parafoudre protégera la sortie de l'onduleur contre les défauts d'isolement et de surintensité dus à la foudre ou à un court circuit.

Onduleur FRONIUS

Onduleur CONERGY



❖ Exemples des caractéristiques d'onduleur

○ FRONIUS :

Généralités	Modèle	IG 40 Outdoor	IG 20	IG 60 HV
	type de protection	IP 45	IP 21	IP 22
	Sécurité	n/a	n/a	n/a
	Plage de température de fonctionnement	(-20°C) bis à (+50°C)	(-20°C) à (+50°C)	(-20°C) > (+50°C)
	Type de construction	Mit trafo	Mit trafo	Mit trafo
	Emission de bruit	n/a	n/a	n/a

Interfaces	RS 232	non	non	non
	RS 485	non	non	non
	Ethernet	non	non	non
	Détails	n/a	n/a	n/a

Courant d'entrée	Puissance nominale	3500 W	1800 W	4600 W
	Puissance maximale	5500 W	2700 W	6700 W
	Plage de tension MPP*	150 V à 400 V	150 V à 400 V	150 V à 400 V
	Tension maximale	500 V	500 V	530 V
	courant d'entrée maximale	29,4 A	14,3 A	35,8 A
	Entrée DC	n/a	n/a	n/a
	Nombre de MPP trackers	1	1	1

Courant de sortie	Tension	230 V	230 V	230 V
	Puissance nominale	3500 W	1800 W	4600 W
	Puissance maximale	4100 W	2000 W	5000 W
	Rendement Européen	93,50%	92,30%	93,50%
	Rendement max.	94,30%	94,30%	94,30%
	Nombre d'entrées	1	1	1
	Affichage	LCD display	LCD display	LCD display
	surveillance sur le réseau monophasé	ja	ja	ja
	taux d'harmoniques	n/a	n/a	n/a
surveillance sur le réseau monophasé	VDE0126	VDE0126	VDE0126	

○ CONERGY :

Caractéristiques d'entrée DC		IPG 3 S DCD	IPG 4 S DCD	IPG 5 S DCD
	Puissance DC recommandée (STC)	3,2 kW	4,3 kW	5 kW
	Tension DC maximum (Vdcm _{ax})	940 V	940 V	940 V
	Tension DC minimum (Vdc _{min})	250 V	250 V	275 V
	Démarrage de tension DC (Vdc _{start})	220 V	220 V	220 V
	Tension optimale DC (Vdc, r)	700 V	700 V	700 V
	Tension MPP maximum (Vm _{ppmax})	750 V	750 V	750 V
	Tension MPP minimum (Vm _{ppmin})	250 V	250 V	275 V
	Courant d'entrée maximum (Idc _{max})	19 A	19 A	19 A
	Puissance de démarrage	25 W _{dc}	25 W _{dc}	25 W _{dc}
	Tracker MPP*	1	1	1
	Entrée DC	Connecteur, compatible MCIV (4 mm ² inclus dans la livraison : max. 10 mm ²)		
	Nombre d'entrée DC	1	1	1
	Tracker MPP	> 99 %	> 99 %	> 99 %

Caractéristiques de sortie AC	Tension réseau nominale (V _{ac, r})	230 V	230 V	230 V
	Tension réseau maximum L-N (V _{acmax})*	264,5 V	264,5 V	264,5 V
	Tension réseau minimum L-N (V _{acmin})*	184 V	184 V	184 V
	Courant de sortie maximum (I _{acmax})	14 A	19 A	22 A
	Puissance nominale (P _{ac, r})	3 kW	4 kW	4,6 kW
	Puissance maximum (P _{acmax})	3 kW	4 kW	5 kW
	Fréquence nominale (f _r)	50 Hz	50 Hz	50 Hz
	Fréquence maximum (f _{max})*	50,2 Hz	50,2 Hz	50,2 Hz
	Fréquence minimum (f _{min})*	47,5 Hz	47,5 Hz	47,5 Hz
	Cos Phi	1	1	1
	Type réseau requis	Réseau TN / TT	Réseau TN / TT	Réseau TN / TT
	Taux de distorsion (à puissance nominale)	. 3 %	. 3 %	. 3 %
	Type d'injection	Connecteur inclus (cable souple avec un diamètre maximum de 6 mm ²)		
	Sortie AC	Monophasé	Monophasé	Monophasé
Consommation en veille	0,2 W	0,2 W	0,2 W	

Rendement	Rendement maximum	97,50%	97,60%	97,70%
	Rendement énergétique Européen	96,40%	96,80%	97,00%

MPPT* (pg22)

Un **MPPT**, de l'anglais **Maximum Power Point Tracker** est un principe permettant de suivre, comme son nom l'indique, le point de puissance maximum d'un générateur électrique non linéaire. Les systèmes MPPT sont généralement associés avec les générateurs photovoltaïques ou encore avec les générateurs éoliens.

Pour une tension fixée (U_1), le MPPT va mesurer la puissance correspondante (P_1) délivrée par le générateur

5.1.4.4. Les compteurs

❖ Compteur "certificats verts" de production :

Afin de comptabiliser toute la production d'électricité (kWh) de l'installation photovoltaïque, un compteur spécifique est installé entre l'onduleur et le réseau EDF.

C'est sur une base de relevé trimestriel de celui-ci que la production d'électricité est comptabilisée. Il ne faut pas confondre ce compteur avec le compteur du GRD.

❖ Compteur électrique (GRD), de non-consommation :

Le compteur du Gestionnaire de Réseau de Distribution (GRD) mesure la quantité d'électricité (kWh) prélevée sur le réseau (exemple : consommation de l'onduleur). Le relevé de ce compteur sert à établir la facture d'électricité du fournisseur d'électricité au client final et à éviter d'éventuelles fraudes.

Dans certaines installations de moins de 10 KVA et quand l'électricité est injectée sur le réseau, le compteur unidirectionnel tourne à l'envers (mécanisme de compensation). Ce compteur comptabilisera de façon distincte l'électricité prélevée de l'électricité injectée.

❖ Compteur de consommation :

C'est le compteur EDF installé chez chaque consommateur.





→ Exemple d'installation des compteurs :

1

Raccordement réseau EDF

2
2

Compteur de production

3

1

Compteur de non-consommation

4

3

Compteur EDF de consommation



4

5.1.4.5. Raccordement des panneaux

❖ Câbles



❖ Connecteurs

Les panneaux solaires sont équipés de connecteurs, (exemple : de type MC3)

Ces connecteurs permettent de connecter le panneau solaire à un ensemble nommé string ou chaîne solaire. La mise en série ou en parallèle détermine la tension et l'intensité injectées dans l'onduleur.

Il existe différents types de connecteurs :

- Huber + Suhner
- Multi-contact
- Hirschmann
- Tyco,
- Wieland
- Sunclix



Connecteurs : mâle et femelle SUNCLIX

Caractéristiques techniques	Tension nominale	1100 V
	Intensité	40 A max
	Capacité de raccordement	2.5 à 6 mm ²
	Indice de protection	IP 68
	Degré de protection	II
	Conforme à la norme	DIN EN 50521

Assemblage sans outil

Déverrouillage sécurité avec un tournevis

Références	Modèles	Sunclix femelles (+)	SUNCLIX mâle (-)
	Code article	177 46 74	177 46 87
	désignation	PV-CF-S 2.5-6 (+)	PV-CM-S 2.5-6 (-)

5.1.4.6. Signalisation de sécurité :



Elle doit être apposé à proximité :

- Du disjoncteur de branchement d'injection sur le réseau public de distribution ;
- Du disjoncteur de soutirage du réseau public de distribution lorsque ce dernier est implanté en un lieu différent ;
- Des onduleurs.



Ce modèle doit être apposé à proximité :

- Du ou des sectionneurs et connecteurs ;
- Des interrupteurs, boîtes de jonctions et onduleurs,...



-

5.1.5. Les protections

5.1.5.1. Coffrets AC et DC

Chaque générateur PV doit être équipé d'une protection côté continu et alternatif. Les coffrets AC et DC permettent de protéger efficacement l'installation photovoltaïque contre la foudre en évitant la destruction totale des modules, de l'onduleur et des surintensités. Ils permettent aussi d'arrêter l'installation.

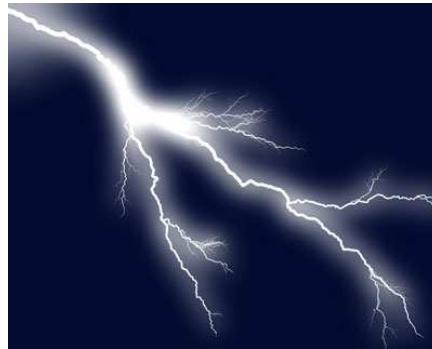


Coffret AC (Courant alternatif)	Coffret DC (courant continu)
<p>1 boîtier IP 66 8 modules avec fenêtre verrouillable</p> <ul style="list-style-type: none">• 1 Interrupteur différentiel monophasé 30 mA 40 A type A + disjoncteur Ph+N• 1 Parafoudre AC type 2 avec sa protection par disjoncteur PH+N• 3 Bornes de 16 mm (2 pour départ réseau + 1 borne de terre) + repérages• 2 Bornes de 4mm² pour arrivée onduleur + repérages• 1 Plot de terre	<p>1 Boîtier 12 modules IP 66 avec fenêtre verrouillable</p> <ul style="list-style-type: none">• 1 Parafoudre 600V DC type 2• 1 Sectionneur 600VDC 25A• 4 Bornes de 6mm² pour arrivée des 2 strings.+ 1 borne de terre + repérages• 2 Bornes de 4mm² départ vers onduleur + repérages• 1 Plot de terre• Etiquettes normalisées sur coffret.• 1 Plan de raccordement électrique• 1 Carton individuel avec référence





5.1.5.2. Parafoudre



Un parafoudre (ou para-surtenseur) est un dispositif de protection contre les surtensions électriques transitoires générées par la foudre ou certains équipements industriels. Un excès brutal de tension est dévastateur pour les appareils électroniques.



Répartiteur de terre (PE)



Principe de fonctionnement du parafoudre:



Quel que soit le type de parafoudre, le principe reste le même. Le parafoudre se comporte un peu comme un interrupteur, qui au-delà d'un certain seuil de tension va laisser s'échapper le courant électrique vers la terre, et ainsi éviter qu'il ne se fraye son propre chemin au sein des différents appareils raccordés au réseau électrique.

Le parafoudre, obligatoire, est placé le plus souvent en tête des tableaux électriques, protégeant ainsi l'ensemble des installations électriques qu'ils desservent

A défaut de voir toute son installation protégée, certains parafoudres sont intégrés à des multiprises, afin de protéger les matériels sensibles et souvent onéreux, notamment les appareils multimédia (ordinateurs, TV, modem, ...).



5.1.6. Les appareils de contrôle et de mesure

5.1.6.1. Exemple : Solar-Log : surveillance et télégestion de site Photovoltaïque

Le portail Solar-Log, offre une lecture parfaite de toutes les données d'une installation photovoltaïque.

Les appareils Solar-log sont destinés à une surveillance aisée des installations photovoltaïques de tous types. Grâce à une technique spécifique, la commande, l'évaluation et la représentation de tous les paramètres se réalisent via le Web indépendant du système d'exploitation.

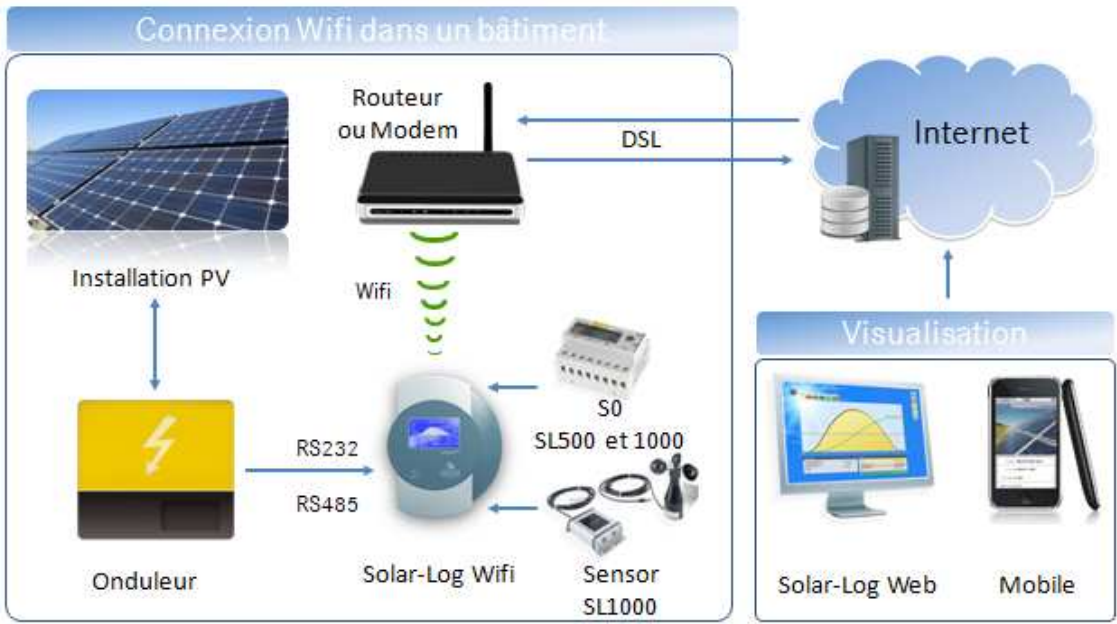
Avec une interface de type RS485, tous les onduleurs courants peuvent être branchés et évalués.

Caractéristiques :

- Surveillance des strings



- Surveillance des défaillances et de performance des onduleurs individuels
- Surveillance de statut et de taux d'erreur
- Compatibilité complète Internet, envoi des messages par mail et SMS.
- Un modem DSL déjà installé peut être utilisé
- Sortie S0 pour grand écran
- Entrée S0 pour compteurs électrique





5.1.6.2. Luxmètre

Un luxmètre est un capteur permettant de mesurer rapidement le rayonnement solaire réel.

APPAREILS DE CONTRÔLE ET DE MESURE Solar-Log



5.2. LES COÛTS DE L'INSTALLATION

Dans le prix global d'un système photovoltaïque, il faut prendre en compte le coût.

5.2.1. Études préalables

Une étude de faisabilité est effectuée par un bureau d'étude. Cela permet d'apporter l'ensemble des éléments techniques et financiers au maître d'ouvrage concerné par le projet photovoltaïque lors du montage du dossier.

Cette étude permet :

- d'estimer la production attendue en tenant compte des contraintes environnementales et urbanistiques (présence d'ombrage autour du site photovoltaïque ...).
- d'évaluer les contraintes éventuelles de raccordement réseau dues à la situation du site (bout de ligne, mauvaise qualité du réseau...).

Hormis les bureaux d'études, il existe des logiciels comme **PVSYST (Annexe n°3 : paramètre de simulation)**, utilisé pour estimer une production photovoltaïque. Il modélise une installation complète avec les modules, les onduleurs, l'ombrage,...

C'est un logiciel payant, cependant, d'autres applications existent.

Par exemple :

- **PVGIS** : analyse le gisement solaire, la production du système photovoltaïque couplé au réseau.
- **PVSOL** : en plus de l'analyse du gisement solaire ainsi que la production, il calcule les gains annuels.
- **CALSOL** : quant à lui, fait en plus la simulation financière.



5.2.2. Matériels et installations

En fonction de la taille du système et de son mode d'intégration, le prix du matériel varie.

Pour comparer les coûts d'une installation photovoltaïque, il faut raisonner en *puissance crête* (puissance des panneaux).

Le tableau ci-dessous donne un ordre de grandeur des prix « matériel + pose », en €/Wc TTC, qui peuvent être rencontrés dans diverses configurations.

Prix matériel et pose inclus :

	Intégration toiture, simple	Intégration verrière, tuiles PV...
1 à 3 kWc	5 à 6,5 €/Wc	>6,5€/Wc
3 à 10 kWc	5 à 6 €/Wc	>6€/Wc
+ de 10 kWc à plusieurs MW	3,2 à 5 €/Wc	>5 €/Wc



Les travaux d'amélioration ou de réparation du bâtiment dont dépend le système photovoltaïque (ex. travaux d'étanchéité, renforcement de la charpente, etc.) ne sont pas pris en compte dans ce tableau.

Exemple en % (voir tableau original en annexe)



5.2.3. Raccordement au réseau public

❖ Où va l'électricité photovoltaïque ?

Lorsqu'il y a production d'électricité photovoltaïque, le courant produit sera injecté sur le réseau EDF.

Cette production, se retrouve chez chaque consommateur situé à proximité de l'installation.

Les prix du raccordement au réseau n'est pas fixe, il varie en fonction des installations. S'il y a des travaux supplémentaires comme le renforcement de réseaux ou des boîtiers de protection à rajouter, cela peut générer une hausse du prix.

La seule entité qui peut évaluer ce prix est ERDF. Celui-ci est propriétaire des compteurs et réalise les travaux. Il enverra une proposition technique et financière (PTF), qui fera office de devis. Le producteur doit supporter tous les frais de raccordement.

De plus il doit s'acquitter annuellement d'une redevance dite « TURPE » (Tarif d'Utilisation du Réseaux Public de Distribution d'Électricité) dont le niveau est fixé par l'État et révisé régulièrement (il comprend une composante de gestion et une composante de comptage (redevance de location, d'entretien, de relève, ...)).

Pour un producteur dont la puissance de son installation est supérieure à 36 KWc, ces frais sont actuellement au minimum de 613€ HT. Ces tarifs varient en fonction des compteurs.

Coût de raccordement :

Tension de livraison	Configuration simple	Configuration complexe
<36KVA (Basse Tension)	1 000€ environ	jusqu'à 1 500€
36KVA< Puissance <250KVA (Basse tension) et Puissance >250KVA (Haute tension)	Il est difficile d'évaluer le coût de raccordement car il est possible, en fonction des cas de figures, que des renforcements de réseau soient à prévoir. Par conséquent, les travaux peuvent être plus importants, engendrant un prix parfois déterminant pour la réalisation du projet	





Pour bénéficier du raccordement au réseau public, le producteur a besoin :

- D'une convention de raccordement au réseau national qui précise les modalités techniques, juridiques et financières.
- D'une convention d'exploitation qui définit les règles d'exploitation d'une installation électrique.
- Contrat d'accès au réseau
- Contrat d'achat d'électricité par EDF

5.2.3.1. Les assurances :

ERDF, exige que l'installation qui est raccordée au réseau, soit couverte par une assurance, « l'assurance responsabilité civile ».

Les producteurs peuvent aussi souscrire à une assurance bris de glace, bris de machine ou encore perte d'exploitation.

6. LA LÉGISLATION

6.1. **HISTORIQUE**

Le photovoltaïque concernait l'électrification rurale, pour les habitations isolées (indépendant du système électrique) ou usages professionnels, pour des pays en voie de développement. A partir de 1999, l'utilisation du photovoltaïque, a considérablement augmenté, le système est raccordé au réseau.

Ces applications ne sont généralement pas compétitives avec l'électricité délivrée par le réseau (production nucléaire), leur développement repose donc sur des mécanismes de soutien décidés par les États en vue de stimuler le marché et d'accélérer ainsi la baisse des coûts vers la parité avec les autres productions.



6.1.1. Le marché français

❖ Cadre réglementaire :

A l'heure actuelle, l'énergie renouvelable représente environ 6% de la production d'énergie. Dans le cadre du Sommet de Bruxelles, les 27 Etats membres de l'Union européenne ont un objectif de « 3 fois 20% » :

- Réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre
- Réduire de 20% la consommation d'énergie
- Augmenter de 20% les énergies renouvelables.

Mais la France a défini un objectif de 23% pour 2020.

❖ Les objectifs de développement :

Le photovoltaïque fournira à moyen et à long terme une part significative de la production mondiale d'électricité, y compris dans les pays industrialisés.

L'Allemagne domine le marché, grâce à la mise en place au niveau fédéral, d'un système de tarif d'achat (par la loi sur la priorité aux énergies renouvelables, révisée en 2004 et 2008).

La France a choisi en 2000, de s'inspirer de l'Allemagne et de fonder sa politique de soutien à la filière du photovoltaïque sur l'achat et les tarifs réglementés. En 2006, la France privilégie les applications intégrées au bâti et instaure par la même occasion « la prime au bâti ».



❖ L'impact environnemental :

Bien qu'il n'y ait aucune sorte de pollution émise par les panneaux, la fabrication, le fonctionnement, ont un impact sur l'environnement :

- Outre la transformation de matière première, la fabrication des modules nécessite une certaine consommation d'énergie, ainsi que l'utilisation de produits toxiques.
- Les panneaux au sol ont un fort impact sur le paysage et ont des conséquences directes sur l'environnement naturel et sur les produits agricoles.

Le traitement des panneaux en fin de vie (plus de 20 ans), est de les recycler ou de les réutiliser.



La « prime au bâti » aide à la recherche, afin d'atténuer les effets négatifs de l'installation des panneaux photovoltaïques sur l'environnement.

6.1.2. Évolutions

❖ Les tarifs

Suite à l'instauration de l'obligation d'achat et des tarifs règlementés par la loi du 10 Février 2000, les services publics ont fixé le tarif d'achat 2009 à 32,823 c€/KWh en tarif de base et 60,176c€/KWh avec la prime d'intégration, pour la France métropolitaine et à 43,764c€/KWh en tarif de base et 60,176c€/KWh pour les DOM et la Corse.

L'équilibre financier n'est pas atteint. Ainsi l'ADEME et certaines collectivités locales sont des aides qui restent indispensables.

Historique des tarifs d'achat : tarif 2010, issu de l'arrêté abrogé du 31 Août 2010

Description	Tarif d'achat	Le tarif d'achat de l'électricité	Prix auquel est acheté l'électricité photovoltaïque. Le tarif est fixé par arrêté
Prime d'intégration (P≤250 kWc)	58c€/ kWh	51c€/ kWh	44c€/ kWh
Prime d'intégration simplifiée	37c€/ kWh		
Autres, métropole	27,6c€/ kWh		
Autres, DOM/TOM et Corse	35,2c€/ kWh		

Situation actuelle des tarifs d'achat : du 10/03/2011 au 30/06/2011

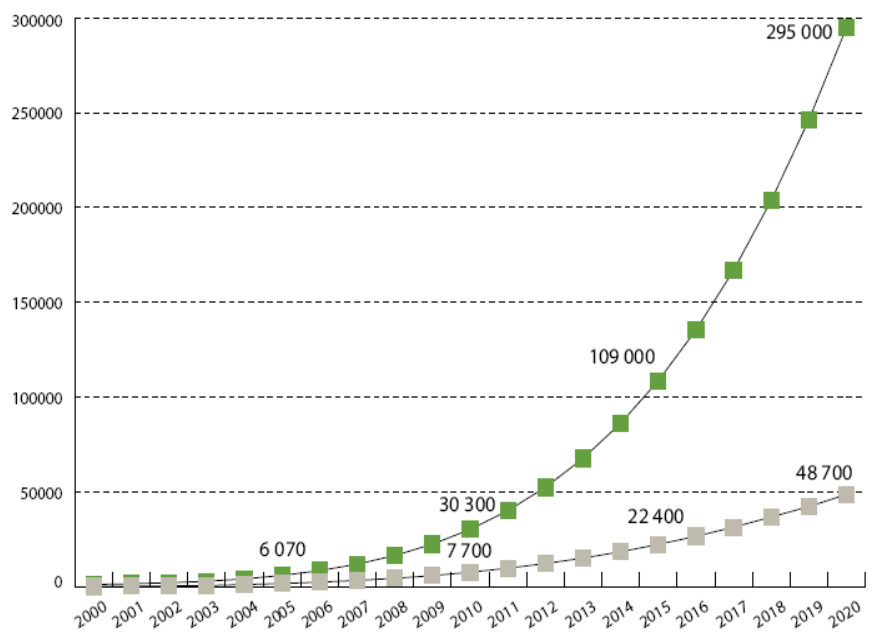
Type d'installation		Tarifs d'achat du 10/03/2011 au 30/06/2011	
Résidentiel	Intégration au bâti	[0-9kWc]	46 c€/kWh
		[9-36kWc]	40,25 c€/kWh
		[0-36kWc]	30,35 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[36-100kWc]	28,85 c€/kWh
Enseignement ou santé	Intégration au bâti	[0-9kWc]	40,6 c€/kWh
		[9-36kWc]	40,6 c€/kWh
		[0-36 kWc]	30,35 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[36-100 kWc]	28,85 c€/kWh
Autres bâtiments	Intégration au bâti	[0-9kWc]	35,2 c€/kWh
		[0-36kWc]	30,35 c€/kWh
		[36-100kWc]	28,85 c€/kWh
Tout type d'installation		[0-12MW]	12,00 c€/kWh

Source : Photovoltaïque.info- 6 mai 2011

Historique et Prévision des marchés et des productions photovoltaïques cumulées 2007-2020

Figure 3 – Historique et projections 2007-2020 des marchés et des productions cumulées de photopiles

■ *cumul MW parc total*
■ *MW/an marché annuel*





Source : *L'ADEME – juin 2007*



MORATOIRE*

Le **13 décembre 2010**, le gouvernement français a pris une décision concernant l'instauration d'un moratoire d'une durée de 3 mois pour les projets photovoltaïques professionnels. Le but de ce moratoire, est de trouver un équilibre dans le secteur de l'électricité photovoltaïque en France, qui est actuellement touché par une bulle spéculative de fin d'année. Cette décision a eu des conséquences plus ou moins négatives pour les entreprises travaillant dans le domaine des énergies solaires.

❖ L'application du moratoire

Ce moratoire touche les projets ayant des puissances supérieures à 3 Kwh. La bulle spéculative de fin d'année sur les projets photovoltaïques se crée à cause des changements des tarifs de rachat d'électricité par EDF qui seront moins avantageux. C'est pourquoi le gouvernement, pour limiter l'augmentation du budget dédié aux aides pour le développement de l'énergie solaires, a instauré un moratoire.

Les projets doivent être vérifiés tangiblement. Les renseignements venant des demandeurs de raccordement à ERDF doivent être clairs. ERDF fait une proposition technique et financière au futur producteur et ce dernier doit verser un acompte. Les futurs producteurs d'électricité qui n'ont pas encore payé d'acompte sont concernés par le moratoire.

Par un communiqué sur son site, ÉNERPLAN, association des professionnels de l'énergie solaire, a lancé un appel au gouvernement et a rappelé qu'il y a une forte demande en France d'installation de système photovoltaïque.

ÉNERPLAN a également évoqué la création de plus de 20.000 emplois en l'espace de deux ans sur le secteur et a mis en garde contre les conséquences que pourrait avoir ce moratoire sur ces emplois.

Actuellement, le secteur ressentirait déjà les impacts de cette décision gouvernementale puisque bon nombre de projets industriels ont déjà été suspendus.



6.1.3. Les normes

- IEC 61730 :

La CEI 61730 comprend plusieurs parties, regroupées sous le titre général Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV). Les catégories d'essais de cette norme incluent un contrôle général, les risques de chocs électriques, les risques de feu, les contraintes mécaniques et les contraintes environnementales. Ils définissent également les caractères obligatoires des modules (épaisseur murale des boîtes de jonction, etc.)



Ces exigences sont destinées à minimiser les mauvaises applications et les mauvaises utilisations des modules ou le claquage de composants internes qui produiraient des incendies, des chocs électriques et des préjudices humains. La norme définit les exigences de sécurité de base de construction. De plus, elle tente de définir les exigences de base pour différentes classes d'application de modules, mais elle ne peut être considérée comme couvrant tous les codes de construction nationaux et régionaux. La sécurité électrique du module est également abordée dans les normes NF EN 61215.

Cette norme est conçue de telle façon que sa séquence d'essai peut être coordonnée avec celle de la CEI 61215 ou de la CEI 61646, de sorte qu'un seul échantillonnage puisse être utilisé pour effectuer les évaluations de performance et de sécurité d'un module photovoltaïque.

La CEI 61215 est toujours en vigueur à l'heure actuelle. De nombreux fabricants mentionnent aujourd'hui sur leur documentation technique « norme CEI 61730 en cours de certification ». Après avoir contacté l'organisme CEI à Genève, les normes sont donc bien différentes, mais elles peuvent se coordonner. De plus le CSTB, nous a apporté la confirmation suivante : La norme CEI 61 730, dont les spécificités portent



sur les aspects sécurité des modules, vient compléter la norme CEI 61 215, qui elle, fixe les performances électriques.

- CEI 61215

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de la normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux.

La norme IEC 61215 (cristallin) certifie une garantie de qualité en matière de stabilité mécanique et de respect des paramètres électriques. Les exigences de cette norme se portent sur la qualification de la conception et l'homologation de modules photovoltaïques pour application terrestre et pour une utilisation longue durée dans les climats généraux d'air libre. Les caractéristiques électriques et thermiques du module y sont déterminées. Le but étant de montrer autant que possible que le module est apte à supporter une exposition prolongée aux climats définis dans le domaine d'application. L'examen de tous les paramètres responsables du vieillissement des modules y est étudié.

6.2. LES ENERGIES EN FRANCE

6.2.1. Ensoleillement géographique

Même si nous avons un ensoleillement constant, nous avons des pertes de lumière lorsque les rayons traversent l'atmosphère. Au final l'énergie qui arrive sur la terre dépend de l'épaisseur de l'atmosphère, du positionnement du soleil selon l'heure de la journée.

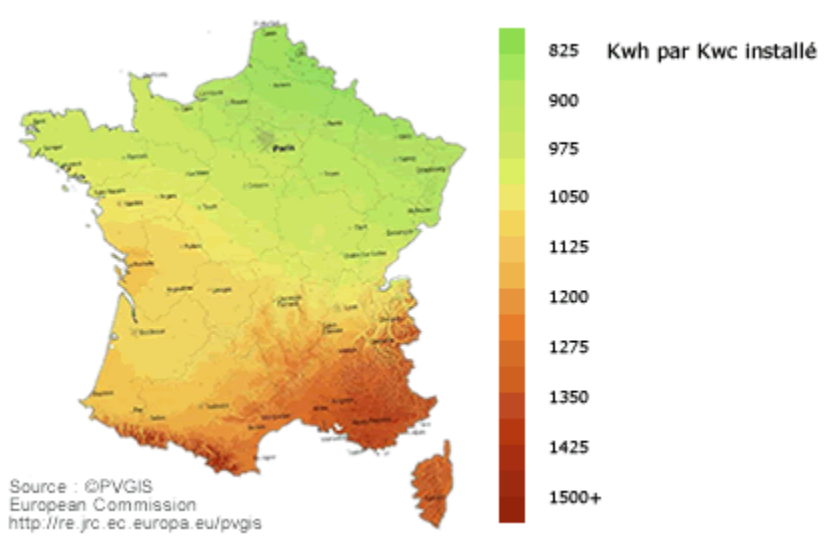
Pendant la journée, même sans nuage, la production électrique varie en permanence. Avant d'installer des panneaux photovoltaïques, il faut se renseigner sur l'énergie qu'on peut dégager au lieu géographique concerné.



Taux d'ensoleillement par zone

Production d'électricité exprimée en KWc





6.2.2. Comparaison des énergies renouvelables

	Les enjeux	Objectifs	Impact sur l'environnement	Points faibles	Substitut au nucléaire
Eolienne	En 2007, fournit 4 TWh d'électricité, soit environ 1% de la consommation totale d'électricité en France.	En 2020, un parc de 8 000 éoliennes doit être installé.	Pollution visuelle et auditive	Quand elles ne produisent pas assez d'énergie, les centrales nucléaires prennent le relais. - Surface occupée importante	D'ici 20 ans, elle pourrait remplacer environ 20 % du nucléaire
Solaire « photovoltaïque »	La France dispose d'un bon gisement solaire. Le photovoltaïque est un élément du bâtiment.	Augmenter la production électrique.	Le prix est très élevé Pollution visuelle (cas non intégré au bâti)	Très coûteuse et fournit très peu d'énergie la nuit. Surface occupée importante Stockage de l'énergie nécessaire	D'ici 20 ans, il pourrait remplacer 12.5% du nucléaire.
Le bois	Production de chaleur. Doit s'effectuer dans des conditions de hautes qualités environnementales	Meilleure utilisation de ces combustibles.	Se renouvelle environ un million de fois plus vite que les énergies fossiles (pétrole). Émettent 40kg de CO2 contrairement au gaz et au fioul qui émettent 22 kg de CO2	Toujours polluant	





Source : SOLER (Syndicat des énergies renouvelables – Janvier 2010)

6.3. DÉMARCHES ADMINISTRATIVES

6.3.1. les métiers du photovoltaïque

Le domaine du photovoltaïque revêt des compétences variées car cette énergie nécessite des connaissances aussi bien techniques qu'administratives ou encore financières. On voit apparaître ou évoluer plusieurs métiers dans le montage de projet.

- les fabricants de modules ou de composants
- les grossistes (distributeurs), approvisionnent les installateurs en modules, en onduleurs, appareillages et connexions.
- Les installateurs interviennent directement sur site (électriciens, couvreurs, serruriers, étancheurs,...)

6.3.2. Les formations

Les formations initiales courtes ou longues, ne cessent d'augmenter. Plusieurs organismes se développent afin de permettre aux individus de se spécialiser dans ce domaine. Ces **formations sont obligatoires** pour installer ce type de structure.

• ENJEUX ET PERSPECTIVES DU PHOTOVOLTAÏQUE

- Objectifs pédagogiques :

Acquérir les connaissances pour comprendre et argumenter l'intérêt d'un projet solaire photovoltaïque

- Programme :
 - Les enjeux énergétiques ;
 - Les enjeux du photovoltaïque ;
 - Les technologies ;
 - Des approfondissements.

• L'ÉVALUATION DE PRODUCTIBLE D'UNE INSTALLATION PV

- Objectifs pédagogiques :

Comprendre et réaliser une étude de productible

Utiliser le logiciel de dimensionnement ARCHELIOS®

- Programme :
 - Définir le gisement solaire ;
 - Faire un calcul de masques ;



- Dimensionner une installation photovoltaïque connectée au réseau ;
- Calepiner les modules ;
- Analyser le productible.

- DEVELOPPEMENT DE PROJETS PV - Aspects administratifs et fiscaux

- Objectifs pédagogiques :

Connaître les formalités d'urbanisme des installations photovoltaïques.

Comprendre et analyser la pertinence des différents montages possibles de projets solaires photovoltaïques. Connaître les étapes du processus de raccordement

Fonctionnalités financières :

- Calculer les revenus annuels liés à la vente de l'électricité photovoltaïque pendant 20 ans ;
 - Utiliser les indicateurs de rentabilité d'un investissement ;
 - Etablir une simulation financière et un plan de financement ;
 - Différencier les approches en fonction de vos clients ;
 - Argumenter devant un banquier ou un investisseur.
- Programme
 - Le processus administratif ;
 - Les montages financiers et l'optimisation fiscale.

- TECHNIQUES PV - Systèmes d'intégration au bâti, chantier et pose de modules et systèmes

- Objectifs pédagogiques :

Connaître, comprendre et évaluer les différentes solutions d'intégration solaires photovoltaïques disponibles sur le marché.

Connaître et prendre en compte les particularités des chantiers photovoltaïques.

- Programme :

1. Systèmes d'intégration au bâti

- Introduction
- L'intégration au bâti en France
- Coûts des produits, prix distributeurs et délais
- Les solutions techniques
- Critères de choix
- Etudes de cas

2. Gestion de chantier photovoltaïque et technique de pose

- Les difficultés opérationnelles du chantier
- Les risques et la sécurité
- Les techniques d'installation

→ Publics concernés



Investisseurs, industriels, responsables de projets photovoltaïques, décideurs, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, électriciens, bureaux d'études, agents de collectivités territoriales, enseignants.



6.3.3. Les différents documents

1) Le QualiPV

Le QualiPv est l'appellation pour la qualité d'installation des systèmes solaires photovoltaïques raccordés au réseau. C'est une démarche volontaire des entreprises qui s'engagent à respecter les 10 points solaires de la Charte QualiPv :

1. Posséder au sein de son entreprise les compétences professionnelles nécessaires, acquises par la formation initiale ou continue, et/ou par une pratique confirmée. Etre à jour de ses obligations légales, et disposer des garanties légales couvrant explicitement l'ensemble des activités et travaux qu'elle réalise,
2. Préconiser des matériels et équipements photovoltaïques conformes aux exigences réglementaires et être le relais des informations de l'Association Qualit'EnR et des organismes publics,
3. Assurer auprès du client un rôle de conseil, l'assister dans le choix des solutions les mieux adaptées, compte tenu du «gisement solaire» local, des contraintes du site, et de la possibilité de raccordement au réseau,
4. Après visite sur site, soumettre au client un devis descriptif écrit, détaillé et complet, de l'installation solaire qu'elle propose, en fixant un délai de réalisation, des termes de paiement et des conditions de garantie légale,
5. Informer le client sur les démarches nécessaires, relatives en particulier aux déclarations préalables de travaux, aux demandes d'autorisation de raccordement et de production d'électricité, aux conditions d'octroi des aides publiques et des incitations fiscales en vigueur, telles que portées à sa connaissance par l'association Qualit'EnR
6. Une fois l'accord du client obtenu (devis co-signé), réaliser l'installation commandée dans le respect des règles professionnelles, normes et textes réglementaires applicables, selon les prescriptions prévues,
7. Mettre en service l'installation, puis procéder à la réception des travaux en présence du client. Lui remettre les notices et tous documents relatifs aux conditions de garantie et d'entretien/maintenance du générateur photovoltaïque raccordé au réseau électrique,
8. Remettre au client une facture descriptive détaillée (qui distingue a minima le poste «fourniture des équipements», et le poste «main d'œuvre) et complète de la prestation, conforme au devis (avec désignation précise des équipements relatifs au générateur photovoltaïque installé). Fournir, en outre, toute attestation signée dont celui-ci aurait besoin pour faire valoir ses droits aux primes publiques, au crédit d'impôt, et au tarif d'achat de l'électricité solaire,
9. En cas d'anomalies ou d'incidents de fonctionnement de l'installation signalés par le client, s'engager à intervenir sur le site dans des délais rapides, et procéder aux vérifications et remises en état nécessaires, dans le cadre des obligations d'intervention attachées à la garantie biennale,
10. Favoriser toute opération de contrôle que l'Association Qualit'EnR ou son mandataire souhaiterait effectuer sur ses réalisations, aux fins d'examiner les conditions de mise en œuvre et de réalisation des prestations.

Il a été lancé en octobre 2007, cette nouvelle appellation est gérée par Qualit'EnR

Pour s'inscrire dans cette démarche qualité, les entreprises doivent justifier de leurs compétences, notamment par des modules de formation générique « QualiPV » dispensés sur tout le territoire français



Après avoir suivi une formation spécifique à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques dispensée par les [Compagnons du Solaire](#) ; tous les techniciens de Voltaïque détiennent aujourd'hui les certificats QualiPV Bat et QualiPV Elec.

2) Le Consuel

En France, le **CONSUEL** ou **CO**mité **N**ational pour la **S**écurité des **U**sagers de l'**É**lectricité, est une association reconnue d'utilité publique chargée du visa d'attestations de conformité des installations électriques des habitations neuves ou entièrement rénovées après leur éventuel contrôle. Les locaux professionnels, tertiaires, industriels, artisanaux, commerciaux sont aussi concernés.

Le coût du contrôle est compris dans l'achat du formulaire d'attestation de conformité et doit être demandé par le professionnel ayant réalisé les travaux, ou par le propriétaire s'il a réalisé ses installations lui-même.

Il est constitué :

- Du plan de situation du chantier
- Du certificat d'installation de conformité selon l'organisme choisi (VERITAS,...)
- Les fiches techniques des produits installés
- Les schémas électriques
- Les attestations de conformités des produits par les fournisseurs



« A compter du 13 septembre 2011, les demandes de visa d'attestations de conformité bleues réceptionnées par CONSUEL, concernant les installations photovoltaïques, devront être accompagnées d'un nouveau dossier technique dont l'objectif est de renforcer l'autocontrôle des installateurs ».

Structure intégrée : Panneaux solaires « souples »





Installation structure intégrée au bâti

