

# Schéma de Développement Solaire du Pays des Mauges



# Introduction

S'agissant des questions énergétiques, le territoire des Mauges a démontré qu'il savait être proactif. Un schéma de développement éolien a permis à chaque collectivité de bien peser les circonstances favorables ou défavorables de son contexte local et à chaque élu de saisir son rôle en la matière. Ce schéma, anticipateur a pu apparaître trop conséquent parfois en terme de moyens investis et notamment le temps nécessaire à la capitalisation et au partage des informations. Cette phase préalable apparaît *a posteriori* incontournable et explique probablement en grande partie la réussite humaine et technique des projets éoliens localement.

Le solaire – dopé par un tarif d'achat très favorable dans un premier temps – semble s'être dissipé aussi rapidement. Pour autant, il semble opportun de connaître les ressources de notre territoire vis-à-vis de cette énergie qui peut se valoriser sous deux formes : photovoltaïque (production d'électricité) et thermique (production de chaleur). Dans un contexte de faible lisibilité s'agissant du tarif d'achat de l'électricité produite, mais d'évidence s'agissant de la hausse du coût des énergies, électricité comprise (+30% annoncés pour les six prochaines années), la collectivité locale – propriétaire de bâtiments comportant des toits favorables – doit légitimement se poser la question de son rôle en matière d'énergie solaire.

Souhaitant répondre aux enjeux de réduction de consommation des espaces non artificialisés, de réduction de la consommation des énergies fossiles, et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, doit-elle s'engager dans un programme de développement de l'énergie solaire sur son territoire ? Quelle durée de retour sur investissement peut-elle espérer ? Doit-elle créer les conditions favorables à la valorisation – par des groupes privés ou de l'investissement local – de son territoire ? Le présent schéma – qui s'envisage comme un outil d'aide à la décision – apporte, pour ces questions, des éléments de positionnement.

# Sommaire

Introduction .....	4
<b>1- ELEMENTS DE CONTEXTE .....</b>	<b>7</b>
11- Des enjeux « Energie/Climat » incontournables .....	7
111- Enjeux énergétiques internationaux.....	7
112- Enjeux énergétiques nationaux .....	7
113- Politique énergétique locale volontariste.....	8
114- Un territoire moteur .....	9
12- Un enjeu « consommation de l'espace » prégnant.....	9
13 – Une forte volatilité du tarif d'achat de l'électricité solaire.....	10
14- Le potentiel des Mauges.....	11
141- Un gisement globalement intéressant.....	11
142 – Un bâti propice, en nombre et en configuration .....	11
✓ Conclusion.....	12
<b>2- L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE .....</b>	<b>14</b>
21- Principe et fonctionnement.....	14
211- L'origine des cellules et leur fonctionnement .....	14
212- Le matériel .....	15
213- L'implantation, élément clé de la production.....	17
22- Le solaire sur bâti existant .....	19
221- La méthode retenue pour le schéma.....	19
222- Douze hectares de toits « publics » adaptés à la production photovoltaïque.....	20
223- Une approche économique dépendante du tarif d'achat du photovoltaïque.....	23

224- Des démarches administratives multiples .....	24
Conclusion .....	28
<b>23- Le solaire photovoltaïque hors bâti existant (au sol).....</b>	<b>29</b>
231- Les sites artificialisés sans destination (CET) .....	29
232 – Les espaces à vocation artisanale ou commerciale (ZAC) .....	31
233- Les bords de routes.....	32
234- Les aires de stationnement.....	34
235- Une approche économique dépendante du tarif d'achat .....	35
236- Les démarches administratives à suivre .....	35
Conclusion .....	36
Démarches types d'un projet solaire photovoltaïque .....	37
✓ Conclusion Solaire Photovoltaïque .....	38
<b>3- L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE .....</b>	<b>39</b>
31- Principes et fonctionnement .....	39
311- Eau Chaude Sanitaire (ECS) .....	39
312- Chauffage .....	39
313- Contraintes.....	40
32- Études types sur les besoins d'un bâtiment en ECS :.....	40
321- Restaurant scolaire .....	40
322- Vestiaires.....	41
323- Maison de retraite .....	42
Conclusion .....	43
33- Études types sur les besoins d'un bâtiment en chauffage :.....	44
331- Contraintes spécifiques.....	44
332- Mairie .....	44

333- Périscolaire.....	45
Conclusion.....	46
34- Démarches administratives .....	47
35- Les aides sur le solaire collectif.....	47
✓ Conclusion Solaire Thermique .....	48
4 - Certificats d'économie d'énergie .....	49
5 -EVITER LES EMISSIONS DE GAZ À EFFETS DE SERRE .....	51
51- Plan Climat du Pays des Mauges.....	51
52- Les Gaz à Effets de Serre et le solaire Photovoltaïque .....	51
53- Les Gaz à Effet de Serre et le solaire thermique.....	52
Conclusion.....	53
6 - CONCLUSIONS.....	54
Bibliographie .....	57
Annexes.....	58

# 1- ELEMENTS DE CONTEXTE

## 11- Des enjeux « Energie/Climat » incontournables

### 111- Enjeux énergétiques internationaux

Afin de prévenir et de limiter les effets des gaz à effet de serre émis par l'homme et susceptibles d'entraîner un fort réchauffement climatique, les gouvernements se réunissent chaque année et ce depuis près de vingt ans. Le but de ces réunions est de faire adhérer le plus d'États possible à des conventions visant à maîtriser l'impact de l'activité humaine sur le climat.

En juin 1997, à Kyoto, la Convention sur le climat adopte un protocole engageant à réduire ou à limiter l'émission globale de six Gaz à Effet de Serre (GES) : CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC, SF6. En moyenne, ce protocole engage les pays industrialisés à réduire leurs émissions de 5,2% par rapport à 1990 (année de référence).

L'Europe, quant à elle, s'est engagée en 2008 via le Paquet Climat Énergie à réduire de 20% ses émissions de GES, à utiliser 20% d'énergies renouvelables dans son bouquet énergétique et à augmenter de 20% son efficacité énergétique (énergie consommée par unité de richesse).

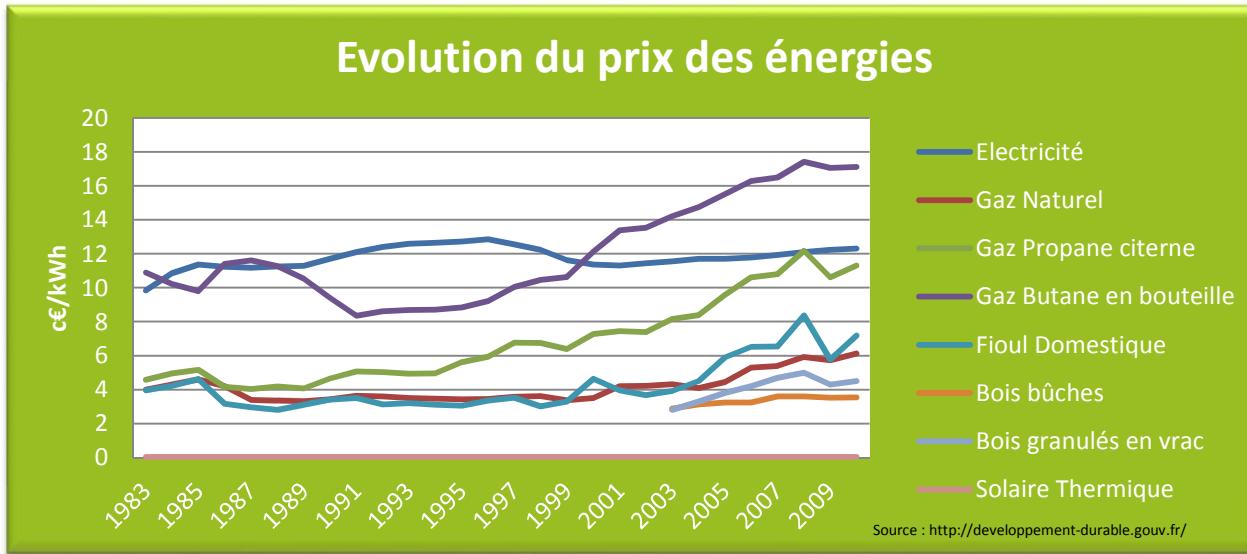
### 112- Enjeux énergétiques nationaux

La France, s'est engagée en 2005 (loi POPE), puis en 2009 (loi Grenelle I) à diviser par 4 ses émissions de GES d'ici 2050, c'est ce que l'on appelle le facteur 4. Elle s'est également engagée à ce que 23% de sa consommation d'énergie provienne des énergies renouvelables.

Le Grenelle de l'environnement a permis de donner en France une autre dimension à cette thématique climatique. Il a réuni de nombreux acteurs pour imaginer des actions allant vers un autre modèle de croissance. Ce modèle est fondé sur une sobriété en CO<sub>2</sub> et en énergie.

## ELEMENTS DE CONTEXTE

➡ **Un coût des énergies croissant** ⬅



Parallèlement, on constate que le prix des énergies (combustible, hors matériel d'exploitation) est globalement en hausse, comme le montre le graphique ci-dessus. Ce phénomène, lié à la raréfaction des énergies fossiles devrait perdurer, la demande étant croissante là où l'offre se réduit. Face à ce constat, on s'aperçoit que l'énergie solaire est une énergie renouvelable (la ressource ne s'appauvrit pas) et surtout, gratuite. Par ailleurs, il s'agit d'un potentiel gigantesque, la terre reçoit 6 000 fois plus d'énergie solaire chaque année que tous les besoins énergétiques mondiaux.

### 113- Politique énergétique locale volontariste

Depuis 2006, le Syndicat Mixte du Pays des Mauges s'est doté d'un outil d'aide à la décision cartographique relatif à l'implantation d'aérogénérateurs qui s'est formalisé par la constitution d'un schéma de développement éolien. Ce croisement de couches d'informations à l'échelle du Pays a permis aux différentes Communautés de communes de s'approprier les enjeux et contraintes liés à cette énergie pour ensuite adapter leur stratégie aux spécificités de leur territoire. À ce jour, les collectivités ont pu accompagner la création de parcs éoliens, pour une implantation averte et cohérente sur le Pays des Mauges.

Les Pays des Mauges produit d'ors et déjà de manière renouvelable 17% de l'électricité consommée sur son territoire grâce aux 23 éoliennes déjà implantées, à terme, les éoliennes seront au nombre de 47, laissant espérer une production d'électricité renouvelable de l'ordre de 34% de la consommation.

Ces dernières années, les collectivités ont fait l'objet de démarches de la part de groupes industriels désireux d'implanter du solaire photovoltaïque au sol. Les élus se posent donc légitimement des questions sur la pertinence et la maîtrise possible des implantations de centrales photovoltaïques au sol.

## ELEMENTS DE CONTEXTE

### 114- Un territoire moteur

Le Pays des Mauges a une particularité singulière, celle de ses habitants, de ceux qui font le Pays, de ses associations, de ses élus, qui souhaitent se doter d'outils leur permettant de prendre en main, d'accompagner, voire de maîtriser le devenir du Pays en terme environnemental, les différents Schéma proposés, éolien, solaire, de méthanisation, la Trame Verte et Bleue en sont la preuve.

L'initiative locale est ici très forte, ainsi quelques habitants ont décidé en 2005 de monter la Société Coopérative d'Intérêts Collectifs (SCIC) Énergies Partagées, dont le but était de valoriser des bâtiments publics, « propriété de tous » en y installant un équipement de production d'énergie à partir de sources renouvelables. Cette démarche, innovante, parmi les premières au niveau national, a permis à tout citoyen le désirant d'investir dans une installation solaire photovoltaïque située sur les toits du Centre Social de Chemillé et de, produire collectivement de l'électricité à partir d'une source renouvelable. La SCIC a aussi pris en charge la gestion d'une installation que la ville de Chemillé avait faite sur une ancienne usine. Les créateurs de cette société avaient à cœur de créer une structure pouvant être reproductible sur n'importe quel territoire et d'autres projets de ce type ont ainsi essaimé ailleurs en France. Toujours en recherche d'initiatives et dans un souci de diversification, la SCIC s'oriente également vers la valorisation du bois bocager en combustible et vers des projets éoliens citoyen, une évolution logique. Ce genre d'initiative, permettant aux citoyens de s'approprier l'enjeu énergétique et de décentralisation de la production d'énergie est une valeur forte sur laquelle il est possible de s'appuyer pour un développement rapide, accepté et valorisé.

Suite à la réalisation d'un Bilan Carbone évaluant les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) du territoire, le Pays des Mauges s'est doté d'un Plan Climat Territorial en 2010. Ce plan Climat vise à mener des actions de réduction des émissions de GES sur l'agriculture, les transports et l'habitat, afin de diminuer les émissions de 20% d'ici à 2020.

### 12- Un enjeu « consommation de l'espace » prégnant

Le rythme d'artificialisation de l'espace est de 600 km<sup>2</sup>/an en France métropolitaine (source Institut Français de l'ENvironnement, IFEN), soit l'équivalent de la surface moyenne d'un département tous les 10 ans.

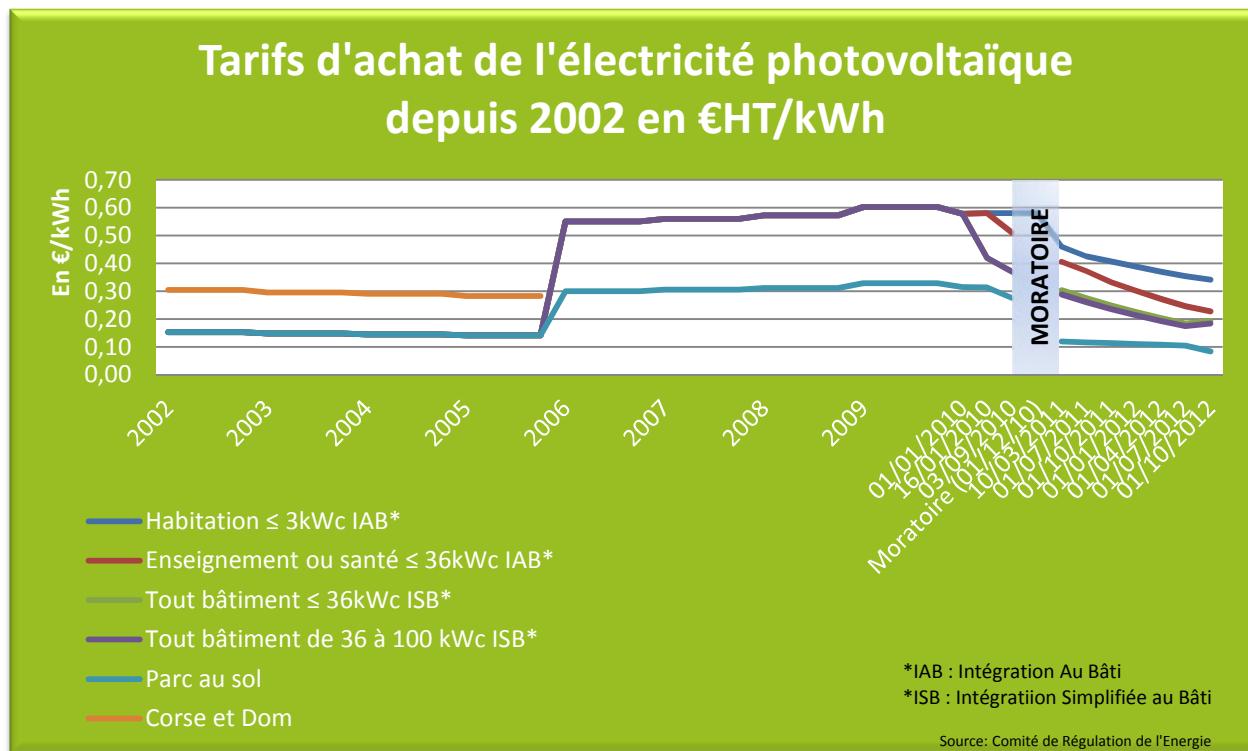
Le Pays des Mauges – sous la double influence foncière de Nantes et Angers – a intégré dans son Schéma de Cohérence Territorial cet enjeu. Si l'objectif approuvé est d'atteindre, en 2030, 19 000 logements supplémentaires (soit + 950 logements/an pendant 20 ans), cet accueil doit s'envisager en infléchissant fortement le rythme de consommation de l'espace agricole.

## ELEMENTS DE CONTEXTE

La moyenne des 10 dernières années était de 95 ha/an, elle sera pour les prochaines années de 70 ha/an.

Dans ce contexte, le solaire ne peut s'envisager que s'il ne vient pas artificialiser un espace agricole ou naturel. Le solaire sur bâti sera privilégié dans l'étude, quelques pistes seront proposées pour du solaire au sol dans des espaces déjà artificialisés (Zones d'activités, bords de routes...).

### 13 – Une forte volatilité du tarif d'achat de l'électricité solaire



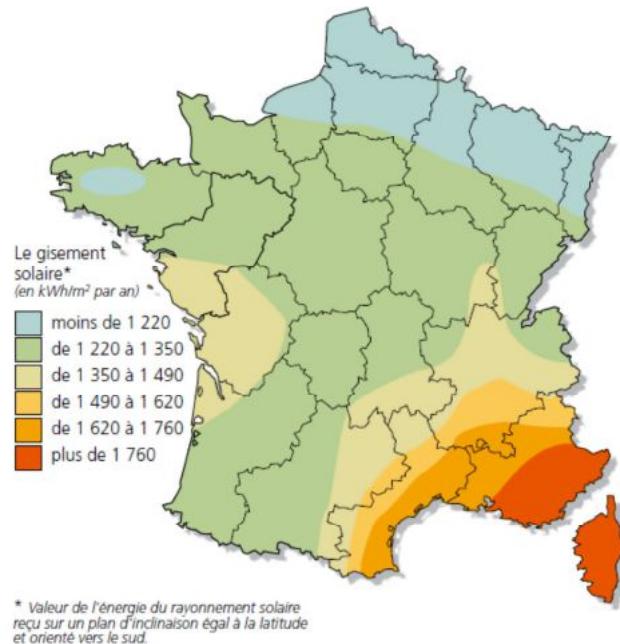
Afin de développer les énergies renouvelables, l'État a mis en place, à partir de 2006, une politique d'incitation à la production d'électricité renouvelable. Entre 2006 et 2010, l'augmentation constante du tarif d'achat a entraîné une explosion des demandes de raccordements et des contrats d'achat auprès d'ErDF. Face à cette demande, l'état a décrété une baisse globale de tous les tarifs d'achat tout aussi brutal, puis imposé un moratoire pour se donner le temps de la réflexion, pour ensuite mettre en place un système de tarifs dégressifs révisé tous les 3 mois.

La baisse du tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque, depuis ces deux dernières années, a limité la bulle spéculative qui s'était créée et impose aux nouveaux projets des implantations mieux orientées et inclinées afin de pouvoir produire le maximum pour espérer une rentabilité rapide.

# ELEMENTS DE CONTEXTE

Étant donnée l'évolution du prix des énergies et la baisse des tarifs d'achats du kWh d'électricité solaire, il a paru important d'étudier de façon différenciée le solaire photovoltaïque et le solaire thermique. L'énergie solaire produisant de la chaleur, dite « solaire thermique », permet de réaliser des économies d'énergie en se substituant à l'énergie utilisée habituellement. L'énergie solaire produisant de l'électricité, dite « solaire photovoltaïque », permet une vente de l'électricité produite mais ne réduit pas les consommations.

## 14- Le potentiel des Mauges



### 141- Un gisement globalement intéressant

D'un point de vue technique, le territoire Français possède un ensoleillement global, appelé gisement solaire, qui s'avère être intéressant tant du point de vue thermique que du point de vue photovoltaïque. Il s'agit de la quantité d'énergie solaire annuelle disponible par mètre carré orienté au Sud et sur un plan d'inclinaison égal à la latitude (47° dans les Mauges). Cette énergie peut être captée par les deux types de panneaux, et restituée, dans une moindre valeur, sous forme d'électricité ou de chaleur. Le gisement solaire sur le Pays des Mauges est compris entre 1 350 et 1 490 kWh/m<sup>2</sup>/an, sur un plan de toiture égal à 47° et orienté au Sud. (Source Ademe)

### 142 – Un bâti propice, en nombre et en configuration

Les bâtiments anciens du Pays des Mauges constituent en soi une particularité, la plupart d'entre eux possèdent une pente de toiture « idéale », c'est-à-dire aux alentours de 45°, donc proche de la latitude et ont une orientation principalement au Sud. Cette inclinaison permet de lisser la production de chaleur ou d'électricité sur l'année car, lors des équinoxes ou intersaisons, les rayons solaires sont perpendiculaires aux panneaux installés, lorsque le soleil est à son zénith. Installés de cette manière, il est possible de tirer un meilleur profit des panneaux solaires tout au long de l'année.

Il existe principalement deux types de couverture sur le Pays des Mauges, nous trouverons beaucoup de toits en ardoise près de la Loire, et plus on s'en éloigne plus la tuile fait son apparition, pour enfin ne trouver de l'ardoise que sur les églises dans le Sud du territoire. L'installation diffère peu sur ces deux types de toitures, seule la gestion de l'étanchéité est différente. Néanmoins, l'intégration paysagère est rendue un peu plus délicate sur les tuiles.

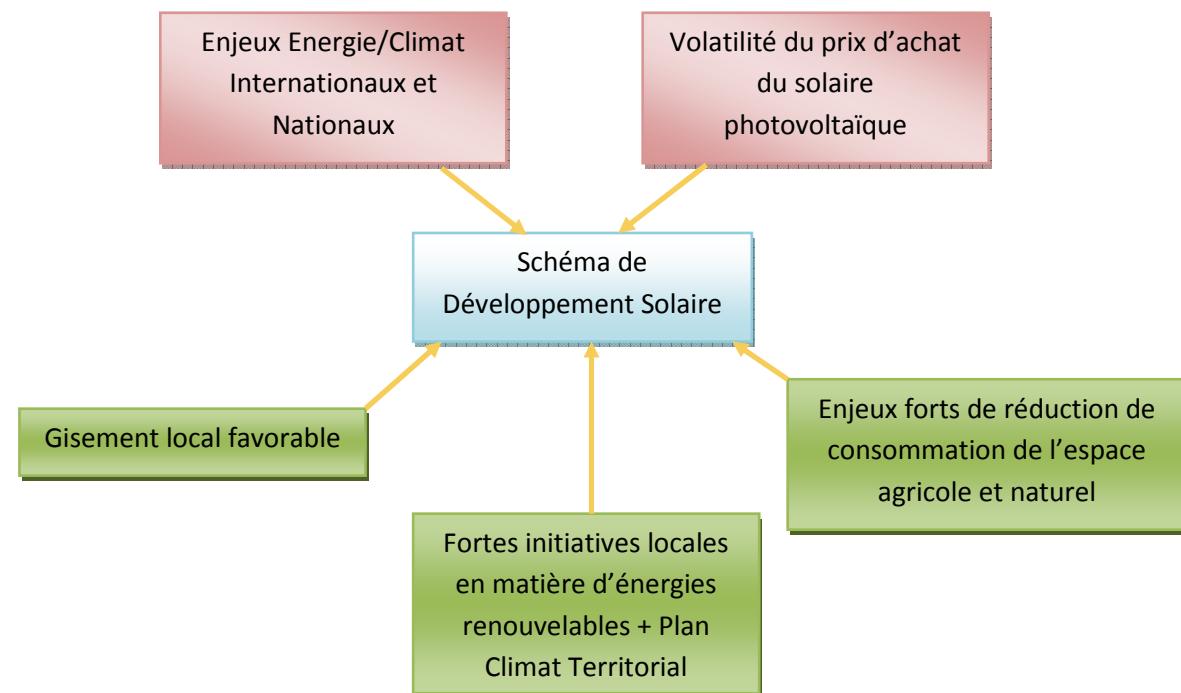
# ELEMENTS DE CONTEXTE

Dans certaines communes, l'histoire économique locale a engendré des bâtiments d'usine typiques de la confection et de la chaussure, ces bâtiments ayant été construits pour ne pas gêner les postes de travail par les rayons solaires, tout en permettant un éclairage naturel important. Ces toitures en « dents de scie », orientées au Sud, peuvent aussi faire l'objet d'installation solaire sur la partie haute.

Enfin, ce territoire rural densément peuplé propose un grand nombre de surfaces bâties également diffusées de part et d'autre des Mauges. Là où – à taille de population égale – une ville concentrerait l'habitat et ses bâtiments publics sur une surface restreinte et où de nombreux territoires ruraux se caractérisent par une forte disparité (concentration de l'essentiel de la population et du bâti dans la ville « centre » entourée d'une très faible densité), le Pays des Mauges présente une configuration intermédiaire qui offre une surface de toits publics bien supérieure à d'autres territoires.

## ✓ Conclusion

Le schéma de développement solaire du Pays des Mauges s'inscrit dans ce triple contexte territorial composé d'obligations (européennes et nationales) et d'initiatives locales. Il prend par ailleurs en compte l'enjeu fort de consommation de l'espace rural et s'inscrit dans une très forte volatilité des tarifs d'achat de l'énergie solaire photovoltaïque depuis 10 ans. Il semble nécessaire de mettre en place une politique de développement des énergies renouvelables globale et plus diversifiée, le schéma de développement solaire et un schéma relatif à la méthanisation devront donc apporter les connaissances et le cadrage nécessaire pour un développement harmonieux et optimal d'un bouquet d'énergies renouvelables. Cette configuration complexe peut se résumer comme suit :



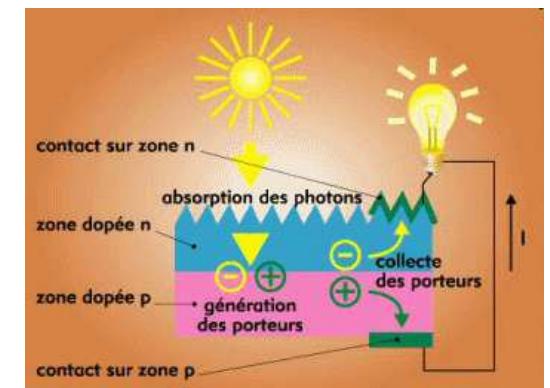
## Une même ressource, DEUX types de valorisation énergétique

Il faut distinguer la production d' « **électricité solaire** », de la production de « **chaleur solaire** ».

Bien qu'utilisant la même source d'énergie, il s'agit là de deux utilisations complètement différentes du soleil et de ses rayons.

→ **La production d' « **électricité solaire** » ou solaire photovoltaïque, utilise quant à elle la lumière des rayons solaires pour exciter un électron et produire de l'électricité.**

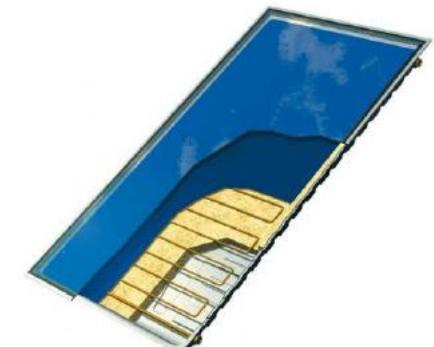
Sur cette illustration, vous pouvez voir une cellule de silicium en coupe, la partie bleue est négative (zone dopée n), la partie rose est, elle, positive (zone dopée p). On dit que la cellule est « dopée » car elle a été traitée pour avoir un électron en excès sur la couche positive, et un électron en manque sur la couche négative. Le rayonnement solaire va provoquer une excitation de l'électron en excès qui va passer d'une couche à l'autre créant ainsi un courant électrique récupéré par les parties métalliques conductrices, ici en vert (appelées « contact »).



→ **La production de « **chaleur solaire** » ou solaire thermique, utilise la chaleur des rayons solaires en les concentrant dans un panneau pour l'exploiter dans un circuit d'eau chaude.**

Source : Idemes.fr

Le solaire dit « thermique » présente la particularité de pouvoir chauffer l'eau chaude sanitaire (ECS) mais également de pouvoir agir comme complément de chauffage d'un bâtiment. On utilise ici la chaleur des rayons solaires que l'on concentre. Les panneaux utilisés sont composés d'une vitre agissant comme un concentrateur, d'un absorbeur de couleur foncée, d'un réseau de petits tuyaux, et enfin d'un isolant pour garder la chaleur à l'intérieur du panneau. Grâce à la vitre et à la couleur foncée des absorbeurs, le panneau va rapidement monter en température dès les premiers rayons de soleil, ceux-ci vont chauffer le circuit de tuyaux parcourus par un liquide, de l'eau ou du glycol, et lorsque la température est suffisante, un circulateur se met en route pour ensuite aller réchauffer un ballon de stockage. Le principe est le même pour l'eau chaude sanitaire ou pour le chauffage. La production de chaleur solaire nécessite l'obligation d'avoir une source d'énergie d'appoint pour les jours où le soleil n'est pas assez présent.



Source : Elco-France.fr

## 2- L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

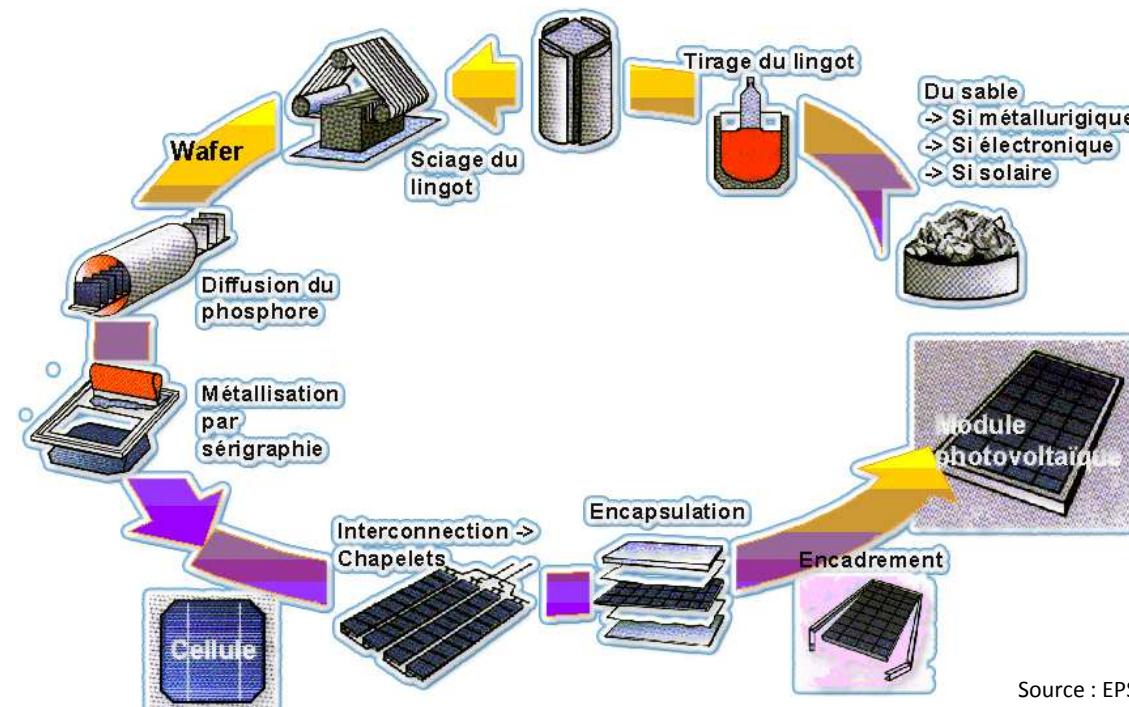


### 21- Principe et fonctionnement

#### 211- L'origine des cellules et leur fonctionnement

A la base d'un panneau, nous allons trouver une cellule de silicium, appelée Wafer, qui a été traitée, ou dopée, pour pouvoir produire de l'électricité lorsque celle-ci est éclairée. Le photovoltaïque fonctionne grâce au rayonnement lumineux, contrairement à son cousin, le panneau solaire thermique, qui lui va exploiter la chaleur du rayonnement solaire.

Vous pouvez voir ci-dessous le parcours réalisé par le silicium, il est tout d'abord fondu pour l'épurer, façonné en lingot pour le découper et obtenir des Wafers. Ensuite ces Wafers sont « dopés » par diffusion de phosphore, le dessin métallique permet de récupérer et d'acheminer l'énergie produite. Ces Wafers seront enfin interconnectés puis encapsulés afin que le panneau solaire puisse prendre forme.



Source : EPSIC, Ecole professionnelle de Lausanne

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 212- Le matériel

Il existe plusieurs sortes de cellules photovoltaïques, les trois principales sont les suivantes :

→ **Les cellules au silicium Monocristallin**, de couleur foncée car composée de silicium très pur obtenu par fusion et ayant bénéficié d'un refroidissement contrôlé afin d'obtenir un cristal uniforme.



→ **Les cellules au silicium Polycristallin**, de couleur plus claire et pailletée car composée de silicium brut obtenu par fusion également, mais dont le refroidissement n'a pas été contrôlé, on obtient donc une cristallisation très visible.



→ **La cellule « couche Mince », ou silicium amorphe**, obtenue par projection de silicium sur une feuille de verre, ce qui permet d'obtenir des cellules photovoltaïques sous forme de rouleaux.



Plus marginales, mais dont la technologie pourrait se développer à l'avenir, deux autres types de panneaux peuvent être employés afin de réaliser des intégrations plus évoluées. Toutefois, le coût de ces technologies reste encore assez élevé et leur rendement au m<sup>2</sup> trop faible pour envisager leur installation ailleurs que dans un projet d'intégration architecturale.

→ **Les cellules intégrées à l'intérieur d'un vitrage**, permettant de réaliser des baies ou des patios solaires.



*Crédit photos : Verrières du Nord*

→ **Les ardoises ou tuiles solaires** viennent se substituer aux ardoises et tuiles existantes afin d'obtenir une continuité dans l'esthétique de la toiture.



*Crédit photo : Eternit*

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Ces technologies comportent chacune leurs particularités, avantages et inconvénients qu'il convient de prendre en compte pour que les panneaux choisis soient adaptés au projet envisagé. Le tableau ci-dessous, permet de comparer les trois types de cellules les plus répandues sur le marché.

## La puissance crête

En photovoltaïque, on parle d'une caractéristique importante permettant de comparer les différents types de panneaux, il s'agit de la puissance « crête », écrite  $W_c$ . C'est la puissance maximale que peut fournir le panneau dans des conditions dites « standard », c'est-à-dire pour un ensoleillement de  $1000W/m^2$ , à une température de  $25^\circ C$ . Grâce à cette mesure, nous pouvons comparer l'efficience des cellules : la puissance crête fournie pour un mètre carré ( $W_c/m^2$ ). Cette caractéristique, permet également d'estimer la puissance pouvant être installée sur une surface connue.

	Cellules Monocristalline	Cellules Polycristalline	Cellule Couche Mince
Composition	Silicium Pur	Silicium Brut	Silicium projeté sur une feuille de verre
Installation	Intégré ou en sur-imposition	Intégré ou en sur-imposition	Pose sur toiture terrasse ou toit plat
Rendement	13 à 17 %	11 à 15 %	5 à 6 %
Puissance crête moyenne par $m^2$	$144 W_c/m^2$	$131 W_c/m^2$	$65 W_c/m^2$
$kWh/an/m^2$	entre 175 et 230 kWh	entre 149 et 203 kWh	entre 67 et 81 kWh
Production annuelle pour 1 $kW_c$	entre 1207 et 1587 kWh	entre 1132 et 1543 kWh	entre 1031 et 1247 kWh
Emprise pour 1 $kW_c$	$6,9 m^2$	$7,6 m^2$	$15,4 m^2$
Coûts moyens	Environ $4,5 \text{ \texteuro}/W_c$ posé	Environ $3,5 \text{ \texteuro}/W_c$ posé	Environ $2,5 \text{ \texteuro}/W_c$ posé
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon rendement</li> <li>- Surface minorée à puissance équivalente</li> <li>- Panneaux noirs à l'intégration esthétique facile sur de l'ardoise</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé</li> <li>- Baisse du rendement d'environ 15% sur la durée de vie</li> </ul>	
<h3>Conclusion</h3>		<p>Panneaux à privilégier pour de l'intégration architecturale</p> <p>Panneaux les plus répandus ayant le meilleur rapport surface/puissance/prix, convient à tout type de couverture</p>	
<p>Panneaux à privilégier sur les toitures terrasses ou toitures arrondies de salle de sport</p>			

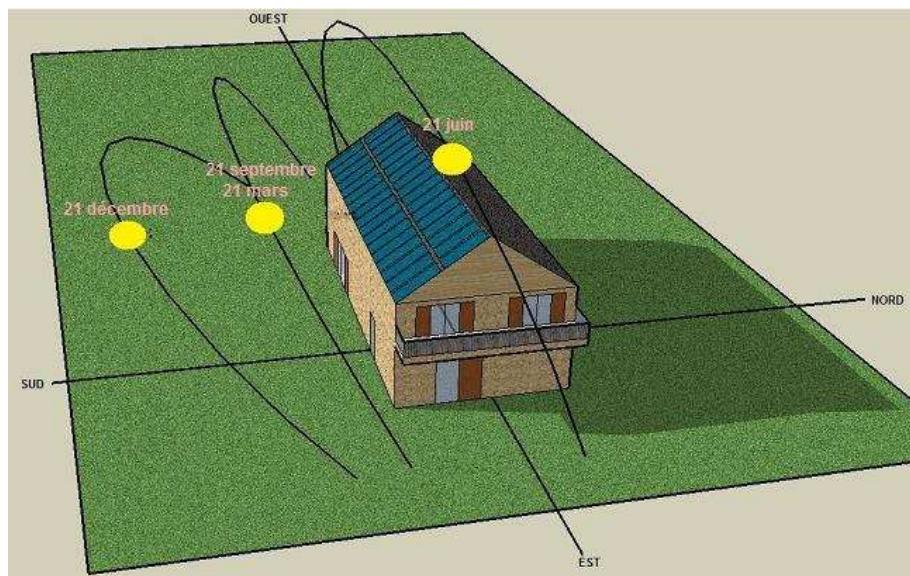
Source : Photovoltaïque.info, 2011

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 213- L'implantation, élément clé de la production

Pour pouvoir exploiter au mieux les panneaux solaires et en tirer le meilleur rendement, il convient de les placer face au soleil. Sous nos latitudes, nous allons rechercher au maximum l'orientation vers le Sud. L'inclinaison joue aussi comme le démontre le schéma ci-après.

Il conviendra de choisir, lorsque c'est possible une inclinaison permettant le meilleur rendement lorsque le soleil est le plus actif, c'est-à-dire en été. Pour cette période, **l'inclinaison recommandée pour le photovoltaïque est de 30°**, car les rayons solaires seront perpendiculaires à l'installation ce qui augmentera la productivité.



Source : Photovoltaïque.guidenr.fr

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNÉES					
ORIENTATION	INCLINAISON	0°	30°	60°	90°
Est	0°	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	30°	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	60°	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest	90°	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	0°	0,93	0,90	0,78	0,55

: position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

source Hespul

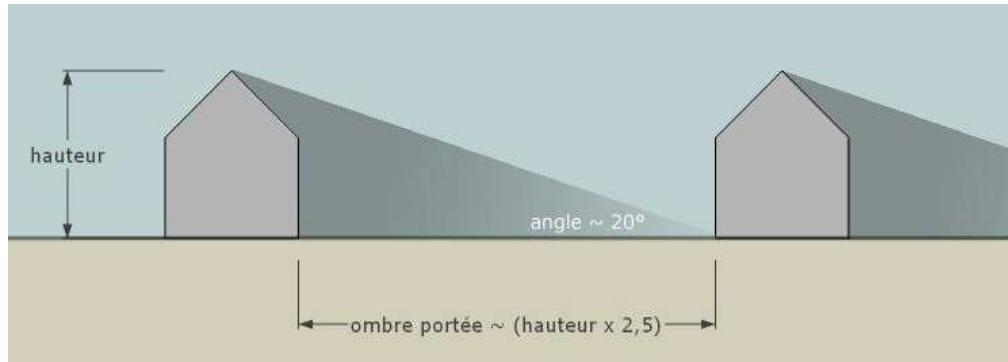
NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

Le tableau ci-dessus montre l'influence de l'orientation et de l'inclinaison sur la production photovoltaïque. Par exemple, une installation inclinée à 60° et orientée au Sud-Est aura une perte de rendement de 12% par rapport à une installation optimale.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Il est à noter également, qu'il faut éviter au maximum les « masques solaires », en d'autres termes éviter qu'il y ait, à proximité de l'installation, un arbre, un bâtiment, etc... qui viendrait faire de l'ombre et donc limiterait l'ensoleillement de l'installation. En effet, la moindre cellule photovoltaïque ombragée chute en rendement et fera chuter le rendement d'autant pour l'ensemble de l'installation.

*Ombre portée d'un bâtiment pour un soleil d'hiver*  
crédit photo : CPDT Conférence Permanente du Développement Territorial



Il existe par ailleurs un système permettant d'optimiser la production principalement pour le solaire photovoltaïque au sol, il s'agit du « tracker ». Le tracker consiste à monter les panneaux choisis sur une structure comportant deux axes motorisés. Ainsi montés, les panneaux vont suivre la course du soleil tout au long de l'année. Les rayons solaires frapperont donc les panneaux de manière perpendiculaire quel que soit l'heure de la journée, permettant une production optimale. Ces trackers restent une option coûteuse à l'investissement, environ 10% de surcoût, mais permettent une production solaire de 10 à 15% supérieure à une installation fixe. Il s'agit d'une solution d'optimisation ou une alternative à l'implantation d'une centrale au sol sur des terrains « accidentés ». Ils permettent de s'affranchir partiellement du terrain.

Pour pouvoir tirer le meilleur parti d'une surface disponible, il conviendra donc de bien choisir le matériel à utiliser, tant du point de vue de panneaux que du support voulu, de choisir l'implantation ayant la meilleure orientation et la meilleure inclinaison.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 22- Le solaire sur bâti existant

### 221- La méthode retenue pour le schéma

Afin de coller au plus proche des particularités du Pays des Mauges en termes de bâtiments exploitables et de potentiel de toitures utilisable, il a été réalisé une étude sur l'ensemble des bâtiments communaux de six communes représentatives du territoire. Nous remercions d'ailleurs les communes suivantes pour la disponibilité de leurs élus et agents, Beaupréau, la Pommeraye, Torfou, la Chapelle Rousselain, Saint Sauveur de Landemont et le Fief-Sauvin.

#### *Les caractéristiques de l'étude*

Les communes précitées ont été réparties en trois catégories, les communes de moins de 1000 habitants, celles entre 1000 et 2500 habitants et celles de plus de 2500 habitants. Ce classement par catégorie a permis de réaliser une extrapolation des résultats à l'ensemble des communes maugeoises pour en estimer leur potentiel réel de surfaces disponibles et donc leur potentiel de production d'électricité. Cette étude, menée sur le territoire du Pays des Mauges sur la base de bâtiments existants, pourra permettre aux élus locaux de se rendre compte des possibilités d'installations qu'elles possèdent au sein de leur propre commune ou Communauté de communes.

#### *Les types de bâtiments retenus*

Concernant l'étude et suite aux particularités techniques des constructions du Pays des Mauges, ont été retenu, pour l'étude solaire photovoltaïque, plusieurs types de bâtiments dont voici la liste des caractéristiques principales :

- ✓ Une orientation comprise entre Sud-Est et Sud-Ouest.
- ✓ Une inclinaison n'excédant pas les 50°
- ✓ Une surface exploitable de plus de 20m<sup>2</sup> (par soucis de rentabilité de l'installation)
- ✓ Comportant un minimum d'ombres portées



*Bâtiment ne présentant pas les caractéristiques retenues, orientation Nord-Ouest (salle de Garenne à Beaupréau)*



*Bâtiment présentant les caractéristiques retenues, orientation Sud-Ouest, inclinaison 30°, surface disponible 90m<sup>2</sup> (Bibliothèque de la Chapelle Rousselain)*

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'étude s'est par ailleurs appuyée sur les caractéristiques techniques et le prix des cellules polycristallines, les plus répandues, et pour lesquelles ils existent des systèmes d'intégration reconnus.

## 222- Douze hectares de toits « publics » adaptés à la production photovoltaïque

La collecte des données nous a permis d'établir le tableau suivant :

	 - de 1000 hab.	 entre 1000 et 2500 hab.	 + de 2 500 hab.
<b>Nombre de bâtiments Communaux total par commune</b>	7	11	35
<b>Nombre de bâtiments exploitables par commune</b>	4	6	16
<b>Pourcentage des bâtiments exploitables</b>	58%	58%	45%
<b>Nombre de m<sup>2</sup> exploitables</b>	846 m <sup>2</sup>	1 702 m <sup>2</sup>	5 632 m <sup>2</sup>
<b>Puissance pouvant être installée</b>	84 kWc	216 kWc	757 kWc
<b>Investissement moyen*</b>	420 000 €	1 075 000 €	3 785 000 €
<b>Production annuelle possible</b>	106 000 kWh/an	157 000 kWh/an	618 000 kWh/an
<b>Puissance par habitant</b>	0,11 kWc	0,11 kWc	0,14 kWc
<b>m<sup>2</sup> par habitant</b>	1,09 m <sup>2</sup>	0,90 m <sup>2</sup>	1,02 m <sup>2</sup>
<b>Production moyenne par habitant</b>	136 kWh/an	86 kWh/an	113 kWh/an

\* Les prix, donnés à titre indicatifs, comprennent les éventuels travaux d'étanchéité, de réfection de toiture, tous travaux d'amélioration de la toiture sur laquelle sont posés les panneaux.

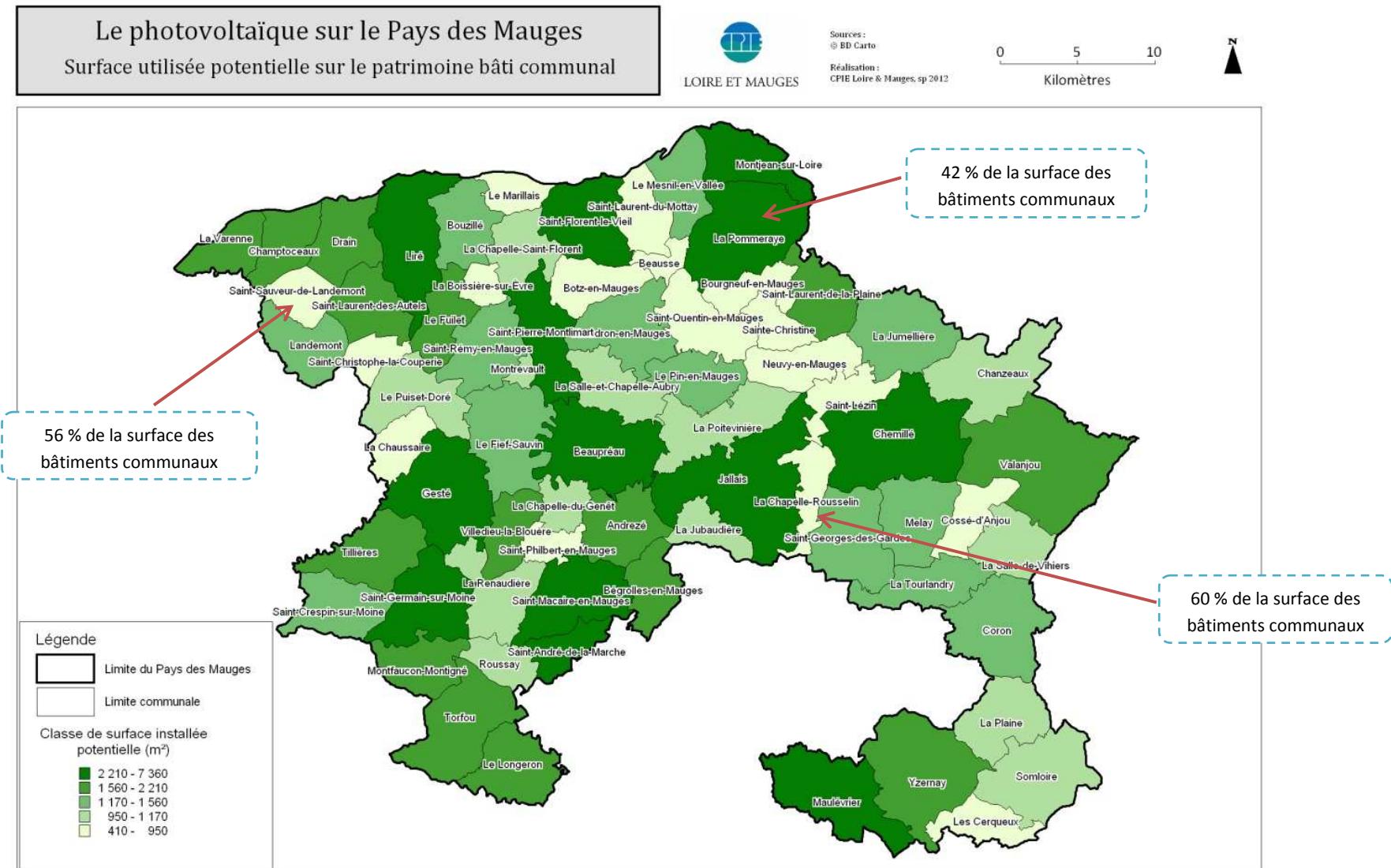
En prenant en compte ces caractéristiques, il s'avère que sur les communes étudiées, environ la moitié des bâtiments peuvent être exploités pour de la production d'électricité solaire.

Les communes du Pays des Mauges possèdent donc un **potentiel de production d'électricité solaire non négligeable** sur ses propres bâtiments. La surface de toiture existante utilisable pour permettre la production d'électricité d'origine photovoltaïque est conséquente à l'échelle du Pays des Mauges. Il s'agirait de plus de **124 000m<sup>2</sup> de disponibles**, soit 12,4 ha !! Le gisement solaire est quant à lui quasi-inépuisable, la capacité de captation et d'utilisation de cette énergie peut donc être déterminante pour nos orientations énergétiques futures.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## Cartographie

Les résultats de l'étude ont été extrapolés et modélisés sous forme de cartographie afin de visualiser le potentiel de chaque commune sur le Pays des Mauges.



# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## Le photovoltaïque sur le Pays des Mauges

Production annuelle potentielle sur le patrimoine bâti communal

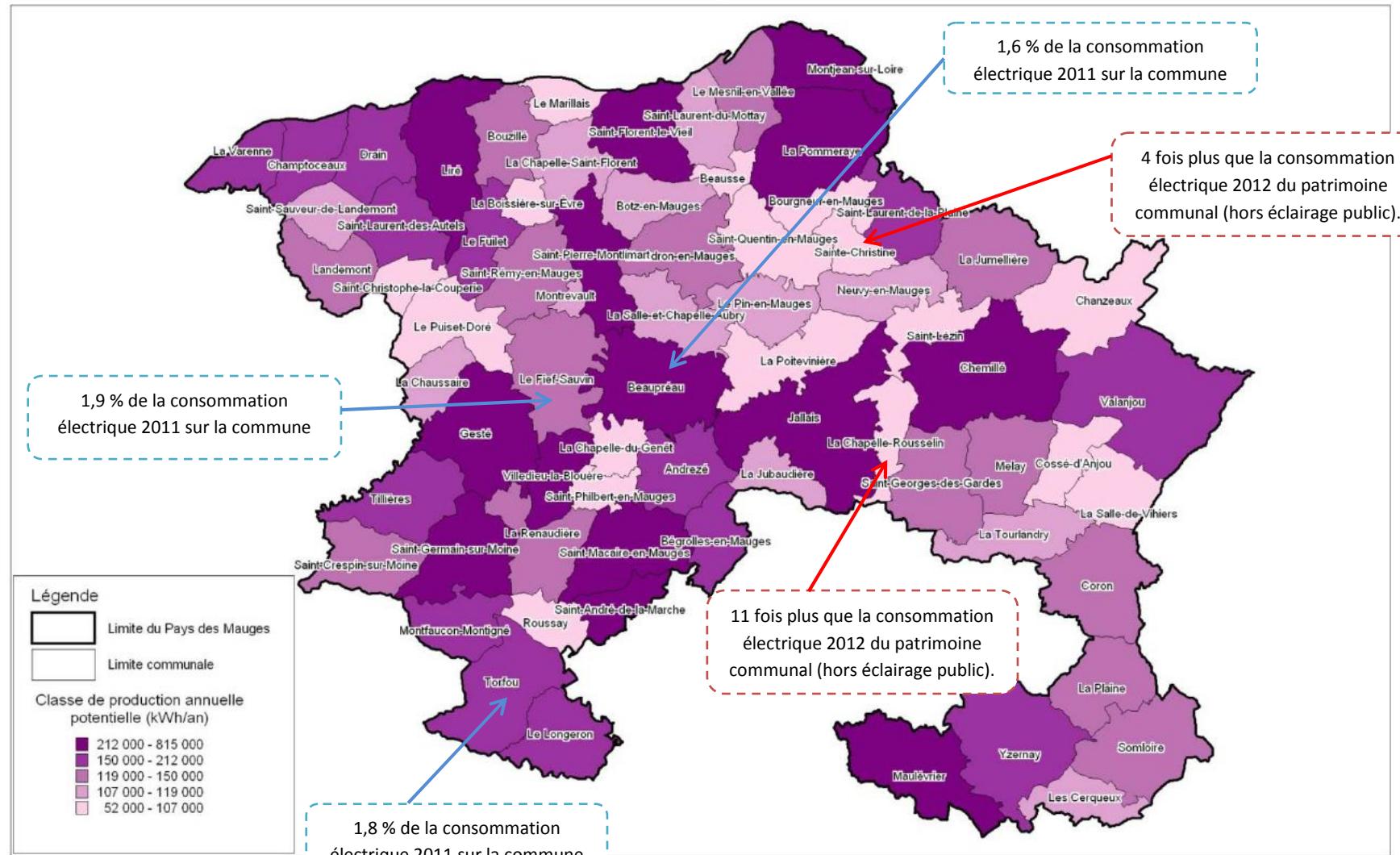


LOIRE ET MAUGES

Sources :  
© BD Carto

Réalisation :  
CPIE Loire & Mauges, sp 2012

0 5 10 Kilomètres



# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 223- Une approche économique dépendante du tarif d'achat du photovoltaïque

Les tarifs d'achat ont beaucoup évolué depuis leur mise en place en 2006 (cf. graphique page 4), ils étaient tout d'abord révisés tous les ans à la hausse jusqu'en 2010 avant diminuer, conséquence de l'explosion du nombre de raccordements, ils ont ensuite de faire l'objet d'un moratoire pour que l'état se donne le temps de la réflexion. Depuis le 10 mars 2011, le tarif d'achat est beaucoup moins attractif, et est révisé à la baisse tous les trois mois. Cependant, ce tarif a également permis la baisse du coût moyen des installations. Ces baisses conjointes permettent donc à un système de production d'électricité solaire de rester compétitif.

À noter, le tarif d'achat de votre installation sera déterminé par le tarif en vigueur au trimestre de réception de votre demande complète de raccordement au réseau par ERDF.

Vous trouverez ci-contre le tableau des prix constatés (Matériel et Pose) sur l'année 2011 pour l'installation de panneaux photovoltaïque polycristallins par rapport à la puissance et au type d'intégration. À noter que ces prix ne comprennent pas les éventuels travaux d'étanchéité, de réfection de toiture, tous travaux d'amélioration du bâtiment sur lequel sont posés les panneaux.

Puissance	Intégration Simplifiée au Bâti (ISB)	Intégration Au Bâti (IAB)
< 3 kWc	2,9 à 3,6 €HT/Wc	3 à 3,8 €HT/Wc
3 à 36 kWc	2,7 à 3,3 €HT/Wc	2,8 à 3,4 €HT/Wc
36 à 100 kWc	2,3 à 3 €HT/Wc	2,4 à 3 €HT/Wc

Source : <http://www.photovoltaïque.info> , 2011



Un exemple au Fief-Sauvin, la Maison commune des Loisirs, possédant une orientation Sud et d'une inclinaison 35°, aurait une surface disponible sans ombre portée de 240m<sup>2</sup> sur deux toitures. Le potentiel de production annuel serait de 32 000 kWh pour un coût compris entre 85 000€ et 105 000€. Grâce un tarif d'achat de l'électricité de 19,34 c€/kWh, le temps de retour sur investissement brut serait compris entre 14 et 17 ans.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 224- Des démarches administratives multiples

Vous retrouverez la plupart des démarches nécessaires dans les « Guides du Producteur » édité par l'association Hespul, qui gère le site internet <http://www.photovoltaque.info> et est chargée par l'Ademe de répondre sur ce site à l'ensemble des questions concernant le solaire photovoltaïque, il s'agit du site internet le plus souvent mis à jour sur le thème. Toutefois, vous trouverez ci-dessous un résumé des démarches nécessaires.

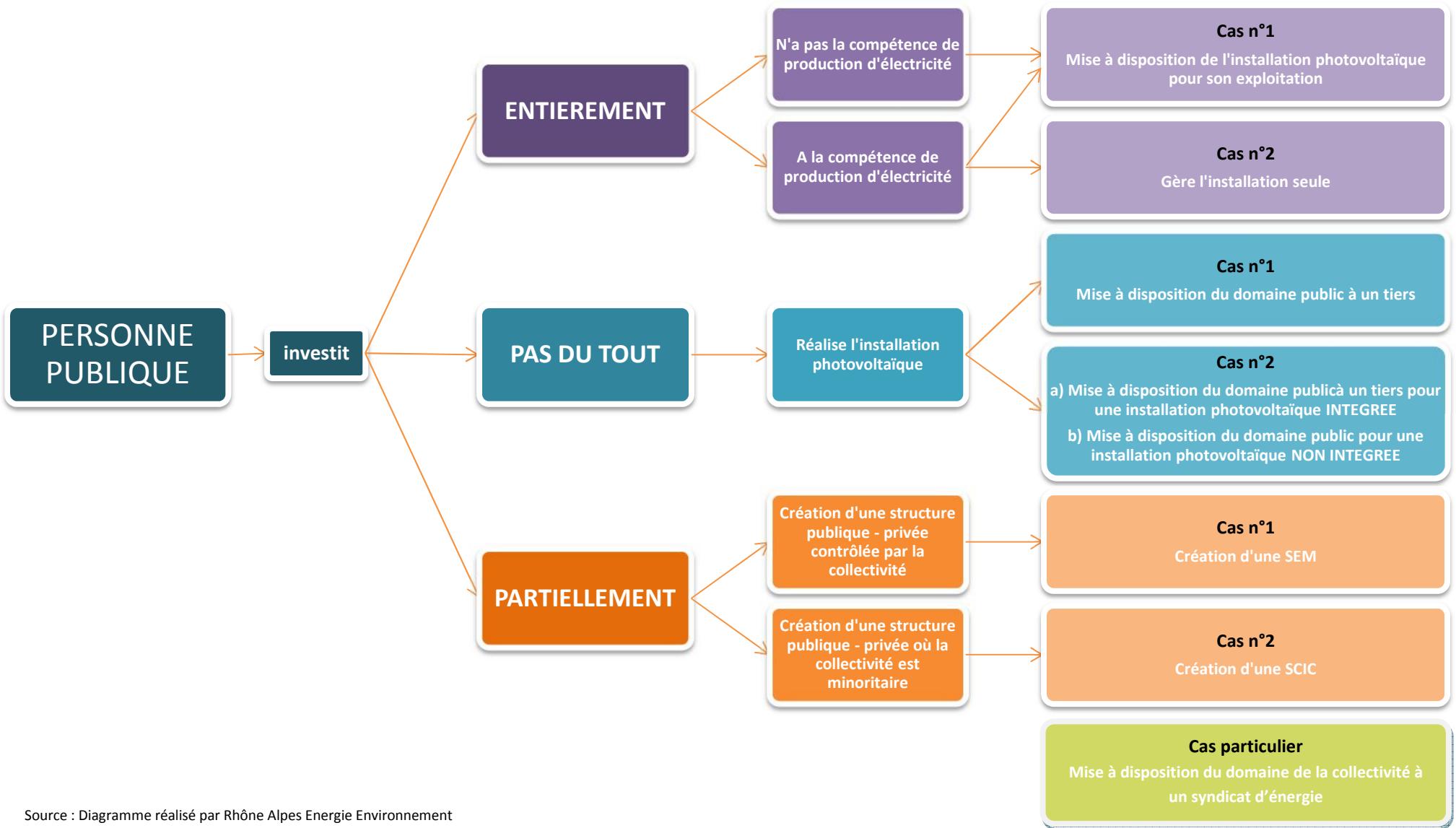
### *La forme juridique*

Une collectivité territoriale ou un groupement de collectivités qui souhaite réaliser une installation photovoltaïque sur l'un de ses bâtiments, peut le faire de plusieurs façons. Les différents possibilités dépendent de :

- la nature de la collectivité (et notamment les compétences qui lui sont allouées)
- son souhait ou non de porter l'investissement de l'équipement photovoltaïque
- la nature du maître d'ouvrage (la personne publique ou l'opérateur)
- la nature de l'installation photovoltaïque (intégrée ou pas) et le besoin éventuels de travaux annexes

Qu'il s'agisse d'une commune, d'un groupement de communes, d'un département ou d'une région (tous ici sont réunis sous le terme générique de *Personne Publique*), le schéma suivant résume les différentes solutions envisageables.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



Source : Diagramme réalisé par Rhône Alpes Energie Environnement

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'article L2224-32 du Code Général des Collectivités Territoriales confère aux communes et à leurs groupements la capacité de produire de l'électricité à partir d'énergies renouvelables. Cette compétence est également reconnue aux Départements et aux Régions. La compétence de production d'électricité d'une commune peut être transférée à un groupement de communes dont elle est membre (syndicat de communes, Communauté de communes, etc.). Le transfert de compétence vers un établissement constitue un dessaisissement total du titulaire initial de la compétence. Une commune peut cependant transférer uniquement sa compétence de production d'électricité d'origine photovoltaïque, sans pour autant se départir de la compétence de production d'électricité à partir d'autres sources d'énergie.

## *L'urbanisme*

Concernant les démarches liées à l'urbanisme, si une simple déclaration préalable suffit lors d'une installation sur un bâtiment existant, lors d'une construction neuve, tout doit être détaillé avec précision dans le permis de construire. Le délai peut être allongé dans le cas d'une construction dans une zone nécessitant l'avis des Architectes des Bâtiments de France, à l'intérieur du périmètre d'un site classé ou inscrit par exemple.

## *Le gestionnaire du réseau Electrique*

Les démarches les plus longues sont celles à réaliser pour obtenir le CRAE, le Contrat de Raccordement, d'Accès et d'Exploitation de la future installation, contrat permettant d'injecter l'électricité produite sur le réseau, ce délai peut aller de 4 à 8 mois, ces démarches sont donc à réaliser le plus en amont possible du projet auprès de Electricité Réseau de Distribution France (ERDF). Vous pouvez les contacter soit par le biais d'une des Agence Raccordement Producteur (AREPROD), soit en ligne à cette adresse : <https://www.erdf-ouest-raccordement.fr/>

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

ERDF s'occupera, à la date de qualification de la demande de raccordement, de transmettre votre demande de contrat d'achat à l'Agence d'Obligation d'Achat (EDF AOA). Ce contrat sera établi, après la mise en service de l'installation, au tarif déterminé par le trimestre de votre demande complète de raccordement au réseau auprès d'ERDF.

## *La conformité électrique*

L'installation électrique sera vérifiée par le passage obligatoire du CONSUEL (COmité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité) chargé de délivrer le visa d'attestation de conformité électrique. L'installation devra comporter un sectionneur électrique, permettant d'isoler la charge des panneaux, qui sera accessible aux Pompiers, comme la vanne gaz. Si ce sectionneur est manquant ou non accessible pour les pompiers, l'attestation ne sera pas délivrée.

## *Résumé des contraintes*

Plusieurs types de contraintes sont à lever pour l'installation d'une centrale photovoltaïque :

- Les contraintes juridiques
- Les contraintes techniques
- Les contraintes financières

Les contraintes juridiques pour la structure porteuse du projet, portent sur les règles d'urbanisme en vigueur sur le lieu d'implantation, l'obtention du contrat de raccordement auprès d'ERDF et l'obtention du contrat d'achat auprès d'EDF Obligation D'Achat. L'ensemble de ces démarches, décrites au paragraphe précédent, peut engendrer, un délai global entre le début des démarches et la mise en service de l'installation allant jusqu'à 14 mois.

Les contraintes techniques sont multiples, mais les principales restent de choisir un bâtiment ayant une bonne inclinaison, une bonne orientation et surtout n'ayant pas d'ombres portées.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Dans le cas d'installations puissantes, il peut s'avérer nécessaire qu'EDF ait à remplacer, modifier ou planter un transformateur de distribution qui ne serait plus adapté ou nécessaire. Dans ce cas, il faudra bien prendre connaissance des frais liés à ces changements, et savoir qui en aura la charge. Il est possible de demander une « étude de faisabilité » (ou pré-étude) de raccordement à ERDF avant même de commencer les démarches administratives, cette étude, payante, vous permettra de d'avoir une estimation du coût de raccordement et les délais engendrés par la future réalisation.

Les contraintes financières sont celles qui actuellement bloquent le plus de dossiers, en effet, certaines banques suivent de moins en moins les structures voulant se lancer dans l'installation de panneaux photovoltaïques sans avoir d'apport. Le simple fait que le produit de la vente de l'électricité produite puisse couvrir les mensualités de remboursement ne suffit plus. Les tarifs d'achat étant pour le moment à la baisse sur ces catégories d'implantation, passé de 60c€/kWh à 16,2c€/kWh entre 2010 et fin 2012, même si la baisse du coût des installations est flagrante depuis 2009.

## Conclusion

Les communes du Pays des Mauges disposent de surfaces de toitures publiques disponibles et exploitables à hauteur de 12,4 hectares. L'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur ces toitures permettrait de les valoriser sans artificialiser de nouveaux espaces. La lisibilité économique des projets est, à l'heure actuelle, compliquée et permet difficilement un montage viable des projets qui sont d'investissement conséquents et avec un temps de retour sur investissement relativement long.

Toutefois, les élus se doivent de rester vigilants au regard du potentiel de leur patrimoine communal et quand à la viabilité des projets envisagés, soit sur fonds propres, puisqu'elles en ont la compétence, soit en facilitant l'arrivée de capitaux privés ou citoyens pour couvrir leurs toitures. Cette compétence de production d'électricité, peut également être transférée à un groupement de communes, afin de gérer au mieux les intérêts ou permettre des actions globales à l'échelle d'une Communauté de commune ou du Pays des Mauges.

Il existe donc de la surface de toiture disponible pour l'implantation de solaire photovoltaïque sur le Pays des Mauges, celle-ci se doit d'être utilisée avant de réfléchir à l'implantation de centrales photovoltaïque au sol.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 23- Le solaire photovoltaïque hors bâti existant (au sol)

Le plan de développement des énergies renouvelables issu du Grenelle Environnement vise à un changement d'échelle majeur dans le photovoltaïque, avec une puissance installée atteignant 5400 MWc à l'horizon 2020. Alors qu'aujourd'hui la priorité est donnée à l'installation des équipements photovoltaïques sur bâtiments, la réalisation d'installations solaires au sol est également prévue pour assurer un développement rapide de la filière et assurer l'objectif fixé.

L'implantation de telles installations ne requiert pas obligatoirement l'utilisation de terres agricoles ou de zones d'activités, ces installations peuvent s'envisager sur des emplacements ayant déjà un usage et étant déjà partiellement artificialisés.

Le schéma exclue donc les espaces agricoles et naturels pour se consacrer à la recherche de sites favorables au sol sur des espaces déjà artificialisés.

### 231- Les sites artificialisés sans destination (CET)

#### *Localisation et description*

La note de cadrage rédigée par la Région Pays de la Loire datant de juin 2010 (en annexe 3), explique qu'au regard de la limitation de consommation des espaces naturels et agricoles, les projets d'installation solaires photovoltaïques au sol n'ont pas vocation à être installés dans les espaces agricoles, qu'ils soient exploités ou non, ni dans les espaces naturels, protégés ou non. La priorité doit s'orienter sur les projets situés sur des sites artificialisés. Il s'agit pour l'essentiel d'emplacements sur lesquels se sont exercées ou peuvent encore s'exercer des activités industrielles, sans possibilité de réaffectation rapide à un usage économique. Deux exemples de sites illustrent ces propos :

- Les Centres d'Enfouissement Technique arrivés en fin de vie et ne pouvant faire l'objet d'aucune autre destination, il s'agirait ici d'une valorisation de ces terrains.
- Les anciennes mines, notamment d'uranium, qui même après réhabilitation, peuvent présenter une certaine radioactivité résiduelle et donc, ne pourront être utilisées pour d'autres usages.

Dans tous les cas, l'implantation de centrales au sol dans les zones inondables doit être proscrite, surtout dans les zones couvertes par un plan de prévention des risques. Quel que soit le site choisi, la prise en compte des impacts éventuels, pour les projets de plus de 250kWc, en matière d'insertion paysagère et de biodiversité seront nécessaires.

Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), réalisé en 2012, de façon concertée avec l'Etat, la Région, les départements, l'Ademe et les acteurs des différentes filières, a pour but de définir les orientations et objectifs régionaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de lutte contre la pollution atmosphérique, de développement des filières d'énergies renouvelables et d'adaptation aux changements climatiques.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Suite à ce schéma, il a été retenu quelques sites maugeois susceptibles de faire l'objet d'implantation d'installations solaires photovoltaïques au sol à grande échelle (comprenant justement des CET ou d'anciennes mines d'Uranium) :

- Bourgneuf en Mauges, site de stockage de déchets ayant une fin d'exploitation prévue en 2025 et ayant une surface disponible à l'horizon 2020 de 4,5 ha,
- La Poitevinière, site de stockage de déchets ayant une fin d'exploitation prévue en 2027 et ayant une surface disponible à l'horizon 2020 de 5,1 ha,
- Roussay, Ancienne mine d'Uranium, surface du site disponible de 10 ha, surface potentielle retenue de 6 ha.

## → *Cas d'une implantation sur un CET : La Poitevinière*

Le CET de la Poitevinière détenu par la société Brangeon aurait une surface potentielle disponible à l'horizon 2020 de 5,1 hectares pouvant servir à l'implantation de panneaux solaires photovoltaïques. Ceci représenterait en l'état actuel des techniques une puissance de deux Méga Watt crête (2MWc).

Dans notre région le potentiel de production est estimé à 1300 kWh/kWc sur une année pour des panneaux orientés sud et ayant une inclinaison de 30°. Le potentiel de production annuelle de cette installation atteindrait donc les 2 600 000 kWh, ce qui générera une vente de l'électricité produite à hauteur de 218 000€/an. Le coût d'une telle installation peut quant à lui être estimé aux alentours des 1,3 €/Wc, en incluant la construction d'un local pour les onduleurs et le poste de transformation, soit un total de 2,6 millions d'euros.

Ces terrains étant privés, le rôle de la collectivité porterait sur l'acceptation du permis de construire ou non, elle peut également proposer la création d'une structure, type SEM (Société d'Économie Mixte), si elle veut participer financièrement au projet.



# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 232 – Les espaces à vocation artisanale ou commerciale (ZAC)

### **Localization et description**

Les espaces urbains ou à urbaniser définis dans les documents d'urbanisme (Zone U, AU des PLU, POS,...) constituent également, de manière formelle, des zones artificialisées. Toutefois, leur vocation première est d'accueillir les entreprises industrielles, artisanales ou commerciales destinées à constituer le tissu économique local, ou encore à de l'habitat.

L'implantation de telles centrales sur ces zones conduirait à mobiliser plusieurs hectares d'emblée et annulerait la possibilité d'accueillir des entreprises, commerces ou habitations ultérieurement, conduisant alors la collectivité concernée à envisager l'extension de la zone créée initialement au détriment des zones agricoles.

### **→ Cas d'un fond de ZAC sur une surface restreinte**

Les parcelles non viabilisables de certaines ZAC peuvent être converties en surface utilisable à des fins de production d'électricité photovoltaïques si le PLU ou le règlement de la ZAC le permet. Il s'agit souvent de petites surfaces, le coût d'installation sera par conséquent plus élevé que pour une installation de grande envergure, le projet ne pouvant bénéficier de réduction dû à l'effet d'échelle. L'intérêt de poser les panneaux sur un tracker devient évident, afin de tirer un meilleur parti du potentiel photovoltaïque du site.

L'exemple en photo ci-dessus, représente une surface potentielle de 45m<sup>2</sup> utile pour une production annuelle estimée à 5 800kWh pour un investissement compris entre 23 000€ et 30 000€ pour un temps de retour sur investissement brut de plus de 40 ans.

L'implantation sur ces parcelles présente l'avantage de tirer profit d'une « zone morte », mais pour laquelle un projet paysager s'avèreraient moins coûteux.

Toutefois, la question se pose des parcellaires ne pouvant pas être viabilisés sur les zones à vocation artisanale ou commerciale. Ces zones sont généralement réduites et pour qu'elles puissent être exploitables à leur juste mesure, l'utilisation d'installations sur mâts équipés de « trackers » (permettant aux panneaux de suivre la course du soleil) devient plus performante afin d'assurer un rendement optimal de l'installation.

Ces parcelles dites « fond de ZAC » ou les parcelles situées en bord de route le long de ces mêmes zones peuvent faire l'objet d'un article spécifique dans le règlement de la zone faisant état d'une possible utilisation de ces parcelles « perdues » pour l'implantation d'installations photovoltaïques. Cependant, si l'on souhaite utiliser ces zones sans « trackers », il faudra impérativement que les panneaux aient la possibilité de tous être orientés au Sud, et sans ombres portées.



*Credit photo : RTI*

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 233- Les bords de routes

### **Localisation et description**

Les zones disponibles en « fond de ZAC » étant marginales, les sites sur lesquels sont implantés les CET et les anciennes mines d'Uranium étant privés et faisant déjà l'objet de projet photovoltaïques, les collectivités peuvent étudier la possibilité d'implanter des installations photovoltaïques sur les bords des routes ou autoroutes.

Cependant, la loi régissant l'implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques impose un retrait minimal vis-à-vis des voies, de 100 m de l'axe d'une autoroute, de 75 m de l'axe de routes classées à grande circulation (RN et certaines RD), 20 m de l'axe des routes départementale et 10 m de l'axe des autres voies. La construction est donc interdite dans ces cas, en dehors de quelques exceptions, **comme les réseaux d'intérêt public**.

Sont également permise en Zones A d'un PLU, « **les installations nécessaires aux services publics et d'intérêts collectifs** » et notamment, « les infrastructures d'intérêt général nécessaires à l'aménagement du territoire sous réserve d'en assurer une bonne insertion dans l'environnement ». Ces deux autorisations permises aux réseaux d'intérêt public et aux services d'intérêts collectifs peuvent amener à se pencher sur l'exemple de bord de routes et d'autoroute traversant le Pays des Mauges.

Un projet de mise en 2x2 voies de l'axe Beaupréau/Saint Pierre Montlimart pourrait, par exemple, faire l'objet d'un aménagement du bord de route en photovoltaïque si celui-ci est pensé en amont avec tous les acteurs concernés et si les collectivités modifient leur PLU en conséquence afin de favoriser de tels implantations. La réflexion autour du photovoltaïque en bords de route doit aller de pair avec la réflexion sur un nouvel aménagement routier.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## → *Cas d'une implantation en bord de route/autoroute*

Il existe déjà plusieurs cas dans le monde où les bords de routes « perdus » sont exploités comme ressource solaire photovoltaïque comme dans l'Oregon sur la photo ci-contre. Ici le bord d'une autoroute a été utilisé, cela peut également s'envisager sur notre territoire, les bords de l'A87 ayant quelques lieux propices à l'implantation d'installations solaires au sol bien orientées.



*Crédit photo : General Electric*

Par exemple, sur le territoire de la commune de Chemillé entre l'autoroute 87 et la route des Mauges existe une bande de terre de 30 à 80m de large sur laquelle pourrait être implantés des panneaux solaires sur « trackers » afin de tirer le meilleur profit du soleil. Le système de « tracker »

peut être uniquement en option, mais aux vues de la typologie du terrain, il s'avère intéressant d'utiliser une structure porteuse fixée sur un poteau unique.



*Panneaux Photovoltaïques sur Trackers (Crédit Photo : Soitec)*

A cet endroit, une bande de 20 m de large sur 200 m de long sur une pente orienté Sud-Ouest serait intéressante pour une installation sur poteaux. Avec les pertes d'espace dues aux aménagements nécessaires aux accès et à l'espacement entre les poteaux permettant d'éviter les ombres portées, la surface potentielle estimée s'élève à 250 m<sup>2</sup> utile de photovoltaïque.

Cette surface permettrait la production annuelle de 32 200 kWh pour un investissement compris entre 35 000€ et 60 000€ pour un temps de retour sur investissement brut compris entre 13 et 22 ans. Partant de ce principe, plusieurs milliers de m<sup>2</sup> sont disponibles sur la zone. Il peut également être envisagé l'implantation de ruches et une activité pastorale connexe, en effet, les moutons permettent un entretien du terrain quasiment sans intervention humaine.



# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 234- Les aires de stationnement

### **Localisation et description**

Il existe des espaces déjà artificialisés sur lesquelles il est intéressant d'étudier le photovoltaïque, une même surface pourrait avoir une double utilisation, production d'électricité et parking. Ces ombrières ne sauraient suffire à l'alimentation de véhicules électriques, mais pourraient y contribuer. En effet, une charge, ou un « plein » d'un véhicule électrique correspond à environ 20 kWh, il faudrait près de 10h de production photovoltaïque, lors d'une belle journée d'été avec 150m<sup>2</sup> de panneaux pour recharger une voiture électrique complètement déchargée. Tout comme pour les « fonds de ZAC », un article peut être inséré dans le règlement de la zone concernée permettant ou encourageant l'implantation de ses « ombrières ».

### **.....→ Cas d'ombrières sur un parking d'établissement public, de centre culturel ou commercial**

Une rangée de parking sur une surface commerciale a généralement les dimensions suivantes : 10m de large par 50m de long, de quoi garer deux rangées de 20 véhicules (la taille standard d'une place étant de 2,5mx5m). Il peut donc être envisagé, si l'alignement permet une orientation comprise en Sud-Est et Sud-Ouest et que le bâtiment qui l'accompagne ne génère pas une ombre portée, l'installation d'une ombrière d'une surface utile de 500m<sup>2</sup>. Cette surface pourrait générer une production annuelle de 64 000 kWh, si celle-ci est orientée plein Sud, pour un investissement compris entre 90 000€ et 130 000€ pour un retour sur investissement brut compris entre 17 et près de 25 ans.

L'implantation d'ombrière possède plusieurs avantages, en plus de la production d'électricité d'origine renouvelable. Elle permet de réduire la consommation liée à la climatisation en été, les véhicules ayant été à l'abri du soleil. Lors d'une journée de pluie, les usagers peuvent à loisirs ranger leur course sans subir l'intempérie, et si l'ombrière a été bien conçue, celle-ci peut également permettre une récupération de l'eau de pluie pouvant être utilisée pour l'arrosage communal ou intercommunal.

Il est à noter qu'une installation photovoltaïque sur une ombrière sera considérée au regard du tarif d'achat comme étant une installation au sol, et ne bénéficiant pas du tarif d'achat photovoltaïque relatif à l'intégration.



*Crédit photo : Sunvie*

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## 235- Une approche économique dépendante du tarif d'achat

Toutes ses solutions sont soumises au même tarif d'achat, celui concernant les installations « hors bâti » ou « solaire au sol ». Il s'agit du tarif le moins élevé, fin 2012 le kWh photovoltaïque était acheté 8,4 centimes d'euros. La volatilité de ce tarif permet difficilement une vision sur le long terme du montage financier d'un projet et ne permet pas de se lancer sans le moindre apport. En effet, la rentabilité de ses projets devient de plus en plus longue de par la baisse de ce tarif.

## 236- Les démarches administratives à suivre

Les démarches sont sensiblement les mêmes que pour le solaire photovoltaïque sur le bâti, la principale différence apparait sur les centrales de plus de 250kWc. En effet, à partir de cette puissance, les centrales sont soumises à enquête publique, étude d'impact et font l'objet d'un appel d'offre obligatoire.

Selon les projets, la réalisation d'installations photovoltaïques au sol implique plusieurs autorisations, au titre du droit de l'électricité, du code de l'urbanisme, du code de l'environnement et du code forestier.

### *Au titre du droit de l'électricité*

Les demandes concernent :

- L'autorisation d'exploiter délivrée par le Ministère du Développement durable si les projets ont une puissance supérieure ou égale à 4,5 MWc (en dessous de ce seuil, les projets doivent faire l'objet d'une déclaration où sont réputés déclarés si leur puissance est inférieure à 250 kWc) ;
- Le raccordement au réseau, c'est-à-dire l'acceptation de la proposition technique et financière auprès de RTE (Réseau de transport d'électricité) ou d'ERDF (Électricité réseau de distribution de France), qui permettra le raccordement au réseau ;
- le certificat ouvrant droit à obligation d'achat : la demande est à adresser à la DREAL pour les installations de puissance supérieure à 250 kWc (en dessous de ce seuil, l'obtention du certificat est tacite).

### *Au titre du code de l'urbanisme*

Le décret du 19 novembre 2009 modifie le code de l'urbanisme pour les installations :

- de puissance supérieure à 250 kWc sont soumises à un permis de construire ;
- de puissance inférieure à 250 kWc nécessitent une simple déclaration préalable. Elles sont toutefois dispensées de formalités au titre du code de l'urbanisme en dehors des secteurs protégés si leur puissance crête est inférieure à 3 kWc et si leur hauteur maximale au-dessus du sol ne dépasse pas 1,80 m.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## *Au titre du code de l'environnement*

### La loi sur l'eau :

Suite à une étude et si elles ont une incidence avérée sur l'eau et les milieux aquatiques, les installations photovoltaïques au sol doivent faire l'objet d'une autorisation ou d'une déclaration au titre de la loi sur l'eau et doivent produire à ce titre une évaluation des incidences.

### Le principe de protection stricte des espèces :

L'article L 411-1 du code de l'environnement prévoit un système de protection stricte d'espèces de faune et de flore sauvages dont les listes sont fixées par arrêté ministériel. Il est en particulier interdit de détruire les spécimens, les sites de reproduction et les aires de repos des espèces protégées, de les capturer, de les transporter, de les perturber intentionnellement ou de les commercialiser.

## Conclusion

Si les fonds de ZAC semblent difficilement exploitables et que les sites artificialisés sans destination disponibles sur le Pays des Mauges représentent à peine plus que la surface de toiture publique exploitable, le potentiel d'installation sur les bords de routes et sur les aires de parking est quant à lui indéniable. La modification des PLU en faveur des installations solaires photovoltaïque permettrait des implantations sur ces espaces disponibles et difficilement valorisables.

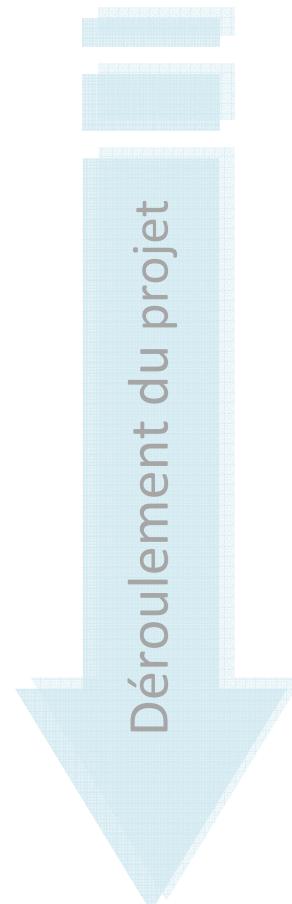
Les collectivités ont un rôle à jouer quant à la rédaction documents d'urbanisme afin de faciliter l'implantation de tels projets, si elles peuvent être initiatrices des projets, elles doivent également réfléchir à l'entrée de capitaux privés ou citoyens. Tout comme le photovoltaïque sur les bâtiments, la décision d'une implantation peut aussi se faire de manière concertée avec les habitants lorsque celle-ci touche au domaine public, la possibilité pour eux de prendre part à la lutte contre le changement climatique et de s'approprier ces projets est indispensable.

Toutefois, la volatilité des prix du tarif d'achat de l'électricité solaire entrave les projets au sol, il n'y a pour le moment pas de visibilité à long terme permettant un montage économique viable et rassurant. La baisse de ce tarif depuis ces dernières années a freiné bon nombre de projets qui n'étaient plus « rentables », pourtant, les engagements de l'État visant à l'implantation de 5 400 MWc photovoltaïques d'ici à 2020 passent aussi par ces centrales au sol, qu'elles soient sur des terrains artificialisés avec ou sans destination, mais en aucun cas sur des espaces naturels ou à vocation agricoles.

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## Démarches types d'un projet solaire photovoltaïque

Le tableau ci-dessous permet de retracer l'ensemble des démarches à réaliser lorsqu'une collectivité décide de réaliser un projet solaire photovoltaïque :



Esquisse	- Étude de pré-faisabilité technique, juridique et économique
Avant-projet sommaire Avant-projet détaillé	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pré-dimensionnement du système photovoltaïque</li><li>- Simulation de production (logiciel spécialisé)</li><li>- Analyse des contraintes de raccordement au réseau</li><li>- Analyse économique et financière du projet (coûts, mode de financement, rentabilité)</li><li>- Autorisations d'urbanisme</li><li>- Le cas échéant : étude d'impact, enquête publique (parcs au sol)</li></ul>
Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rédaction du Cahier des Charges</li><li>- Sécurisation du financement (investissement en fonds propres, emprunts, garanties...)</li></ul>
Travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>- Analyse et choix des offres de solutions techniques</li><li>- Vérifier ou faire vérifier le dimensionnement proposé</li></ul>
Exécution	<ul style="list-style-type: none"><li>- Démarches administratives pour le raccordement et pour le contrat d'achat</li><li>- Contrôle des produits installés : référence, type, puissance unitaire, nombre</li><li>- Réception des ouvrages</li></ul>
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Suivi du fonctionnement et de la production</li><li>- Facturation à l'acheteur (EDF ou Entreprise Locale de distribution)</li></ul>
Déconstruction	

# L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## ✓ Conclusion Solaire Photovoltaïque

Le patrimoine communal du Pays des Mauges pouvant être couvert par des panneaux photovoltaïques représente 12,4ha, soit un fort potentiel de production d'électricité d'origine renouvelable. Ce potentiel existe également au sol notamment sur les bords de routes et les aires de stationnement sur lesquels les collectivités peuvent décider d'encadrer et de faciliter l'implantation d'installations en aménagement leurs documents d'urbanisme en conséquence.

Toutefois la volatilité du tarif d'achat de l'électricité d'origine solaire compromet le montage financier de l'ensemble des projets en entraînant des temps de retour sur investissement brut élevés, il faudra donc étudier la possibilité de confier la réalisation de ces installations à des opérateurs privés, ou de créer des structures pouvant prendre en charge les projets en l'ouvrant à des partenaires, privés, publics ou citoyens.

Les citoyens doivent à avoir la possibilité de prendre part aux réflexions menées sur l'implantation d'installations solaires photovoltaïques sur le domaine public, ces actions leurs permettront de pouvoir s'approprier les politiques énergétiques aux niveaux de leur territoire, et pourquoi pas, investir financièrement dans certains projets.

Si le solaire photovoltaïque permet d'éviter l'émission de gaz à effet de serre en évitant de produire l'électricité aux moyens d'énergies fossiles, il ne permet pas de réduire les consommations d'énergie en local. Une réflexion autour d'une politique de réduction des consommations des bâtiments publics, sur lesquels il serait envisagé d'installer du solaire photovoltaïque, se doit d'être mené en parallèle. En effet, si le bâtiment en question peut accueillir du solaire photovoltaïque, c'est qu'il est également apte à l'implantation de solaire thermique qui permettra de réduire ses consommations.

### 3- L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

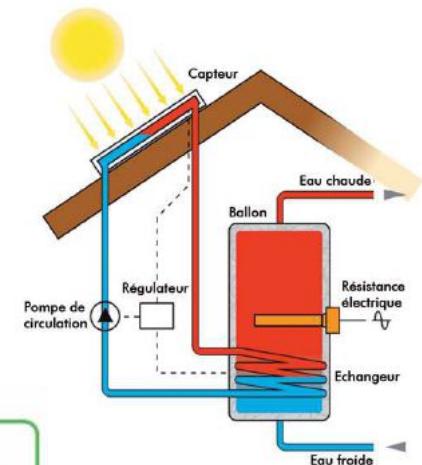


#### 31- Principes et fonctionnement

Les rayons solaires, en plus d'être valorisés sous la forme d'électricité, peuvent également être valorisés thermiquement pour chauffer l'eau chaude sanitaire ou pour le chauffage d'un bâtiment, permettant ainsi de réduire les consommations d'énergie fossile et d'éviter les émissions de gaz à effet de serre qui y sont liées.

##### 311- Eau Chaude Sanitaire (ECS)

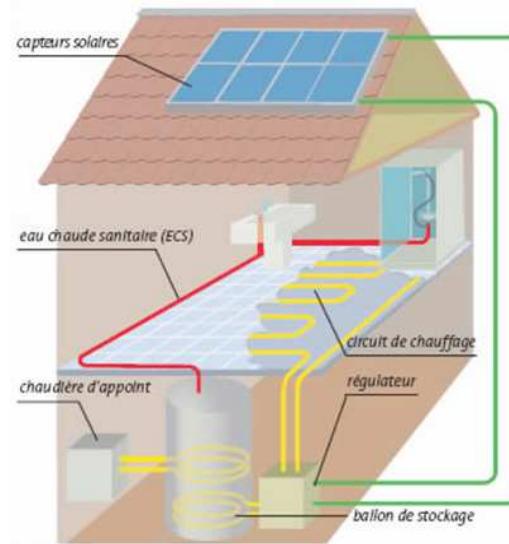
L'illustration ci-jointe permet de comprendre le fonctionnement décrit au paragraphe précédent. Il s'agit de deux circuits séparés, d'un côté, un circuit avec une circulation forcée allant récupérer la chaleur solaire dans les panneaux pour la transmettre au ballon d'eau chaude, et de l'autre l'eau chaude sanitaire distribuée classiquement. Pour le schéma ci-contre, l'énergie d'appoint utilisée est l'électricité par le biais d'une résistance installée dans le ballon d'eau chaude. Ce système, bien installé et bien dimensionné permet de subvenir en moyenne sur l'année à 50 % des besoins en eau chaude sanitaire d'un logement, et à 100 % l'été, permettant de couper l'énergie d'appoint les mois d'été.



Source : Ecco-vs.ch

##### 312- Chauffage

Le chauffage solaire utilise le même principe et nécessite également une énergie d'appoint. Sur un bâtiment utilisant ce système, les panneaux seront plus nombreux car la quantité d'eau à chauffer est plus importante. Cette technique devient d'autant plus intéressante lorsque le bâtiment bénéficie d'un chauffage à basse température tel un plancher chauffant. Dans le cas d'un chauffage solaire, la production d'eau chaude sanitaire est également assurée par le système. Grâce à cela, on subvient à une partie des besoins en chauffage l'hiver et à l'ensemble des besoins en eau chaude sanitaire l'été.

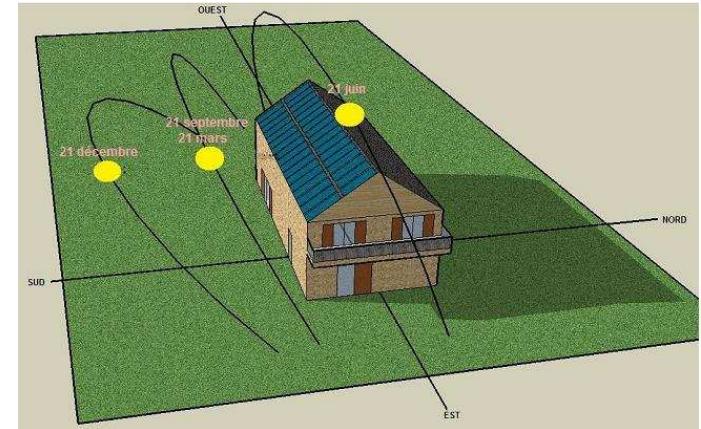


Source : Ademe.fr

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

## 313- Contraintes

Comme pour le solaire photovoltaïque, il convient de soigneusement choisir l'inclinaison et l'orientation des panneaux pour en tirer le meilleur rendement, et bien sûr éviter les ombres portées qui les pénaliserait. Le gisement d'énergie étant moins important en hiver qu'en été, Les panneaux sont généralement installés pour récupérer un maximum d'énergie l'hiver. **L'idéal étant donc une orientation plein Sud et une inclinaison d'environ 60° pour le solaire thermique**, cette dernière permet aux rayons solaires d'hiver d'être perpendiculaires aux panneaux, provoquant une montée en température plus rapide l'hiver. Cette inclinaison a également pour but d'éviter une surchauffe trop importante l'été qu'il faudrait alors gérer en installant de longues et couteuses « boucle de décharge » pour faire face au « trop plein » d'énergie estivale.



Source : Photovoltaïque.guidenr.fr

## 32- Études types sur les besoins d'un bâtiment en ECS :

Afin de déterminer le potentiel de l'énergie solaire « thermique », nous allons détailler quelques cas sur lesquels la production d'eau chaude solaire semble intéressante. Nous avons donc choisi une cantine, des vestiaires et une maison de retraite, sur lesquelles les consommations d'eau chaude semblent plus conséquentes, et donc l'installation d'un chauffe-eau solaire devient pertinente. En effet, plus la consommation d'eau chaude sanitaire est importante, plus l'installation solaire thermique deviendra rentable.

### 321- Restaurant scolaire

Nous prenons ici le cas d'une cantine scolaire orientée au Sud, servant 150 repas/jour sur environ 150 jrs dans l'année répartis hors vacances scolaires, le guide d'Audit Énergétique de l'Ademe estime que la consommation moyenne d'eau chaude sanitaire par repas est de 5 litres, la cantine a donc besoin de 750 litres d'eau à 60°C par jour. La cantine scolaire de la Pommeraye est un peu différente des caractéristiques de l'exemple de l'étude mais pourrait faire l'objet d'une installation solaire thermique. En effet, elle dispose d'une surface de toiture orientée Sud-Sud-Ouest, l'inclinaison de 40° ne s'avère pas optimale, mais il n'existe pas d'ombres portées.



La Pommeraye, restaurant scolaire

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

En installant, de manière optimale, 14m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques associés à un ballon d'eau chaude de 750 litres, l'installation couvrirait environ 51% des besoins annuels en eau chaude. Ces besoins étant de 10 090 kWh et le solaire pouvant apporter 5170 kWh. Le coût moyen d'une installation de ce type est aux alentours de 900 € du m<sup>2</sup> posé, soit dans le cas présent un total d'environ 12 600 €.

Le tableau ci-dessous permet de mesurer le gain annuel du solaire thermique, l'impact en termes de GES évités (voir note sur les émissions de Gaz à Effet de Serre) par rapport aux autres sources d'énergies conventionnelles, ainsi que le temps de retour sur investissement :

Energie conventionnelle	Électricité	Gaz Naturel	Gaz Propane	Fioul
<b>Gain financier annuel €</b>	670 €	390 €	785 €	490 €
<b>GES évités annuel en équivalent CO<sub>2</sub></b>	440 Kg	1200 Kg	1412 Kg	1541 Kg
<b>Gain financier sur 10 ans* €</b>	8 070 €	4 700 €	9 440 €	5 900 €
<b>Temps de retour sur investissement brut*</b>	14 ans	+ 20 ans	13 ans	18 ans

\*En considérant que le coût de l'énergie augmentera dans les prochaines années de 4% par an (guide de l'Audit Énergétique de l'Ademe)

## 322- Vestiaires

Dans le cas d'un vestiaire sportif orienté au sud ou ayant une toiture terrasse, servant tous les jours (entraînements et matchs de football, de basketball etc...) pour une trentaine de personnes, l'étude de l'Ademe estime que la consommation moyenne d'une douche collective pour un vestiaire est de 30 litres d'eau chaude par douche, le vestiaire a donc besoin de 900 litres d'eau à 60°C par jour. Le vestiaire de la salle de la Promenade à Beaupréau pourrait correspondre à cet exemple et faire l'objet d'une telle installation, sa toiture étant presque plate, les panneaux pourraient être montés sur une structure permettant une inclinaison et une orientation optimale sans ombres portées.

En installant, de manière optimale, 16m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques associés à un ballon d'eau chaude de 900 litres, l'installation couvrirait 51% des besoins annuels en eau chaude. Ces besoins étant de 16150 kWh et le solaire pouvant apporter 8150 kWh. Le coût moyen d'une installation de ce type est aux alentours de 900 € du m<sup>2</sup> posé, soit dans le cas présent un total d'environ 14 400 €.



Beaupréau, vestiaires de la salle de sport de la Promenade

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Le tableau ci-dessous permet de mesurer le gain annuel du solaire thermique, l'impact en termes de GES évités (voir note sur les émissions de Gaz à Effet de Serre) par rapport aux autres sources d'énergies conventionnelles, ainsi que le temps de retour sur investissement :

Energie conventionnelle	Électricité	Gaz Naturel	Gaz Propane	Fioul
<b>Gain financier annuel €</b>	1 060 €	620 €	1 240 €	775 €
<b>GES évités annuel en équivalent CO2</b>	693 Kg	1892 Kg	2226 Kg	2430 Kg
<b>Gain financier sur 10 ans* €</b>	12 730 €	7 420 €	14 880 €	9 310 €
<b>Temps de retour sur investissement brut</b>	10 ans	15 ans	9 ans	13 ans

\*En considérant que le coût de l'énergie augmentera dans les prochaines années de 4% par an (guide de l'Audit Énergétique de l'Ademe)

## 323- Maison de retraite

Nous prenons ici le cas d'une maison de retraite orientée au sud, ayant une capacité d'accueil de 60 lits, l'étude de l'Ademe nous informe que la consommation moyenne par lits est de 60 litres d'eau chaude par lit, cette maison de retraite de 60 lits a donc besoin de 3600 litres d'eau à 60°C par jour. La maison de Retraite de Chaudron en Mauges diffère un peu de cet exemple, de par sa capacité d'accueil de 67 lits, et par une surface de toiture orientée Sud-Est, où l'implantation d'une telle installation peut être envisagée, malgré une inclinaison un peu faible, environ 35°, mais n'ayant pas d'ombres portées.

En installant, de manière optimale, 62m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques associés à deux ballons d'eau chaude de 2000 litres, l'installation couvrirait 47,5% des besoins annuels en eau chaude, les besoins annuels étant de 72705 kWh et le solaire pouvant apporter 34567 kWh. Le coût moyen d'une installation de ce type est aux alentours de 900 € du m<sup>2</sup> posé, soit dans le cas présent un total d'environ 55 800 €.



Chaudron en Mauges, Maison Saint Joseph (EHPAD)

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Le tableau ci-dessous permet de mesurer le gain annuel du solaire thermique, l'impact en termes de GES évités (voir note sur les émissions de Gaz à Effet de Serre) par rapport aux autres sources d'énergies conventionnelles, ainsi que le temps de retour sur investissement :

Energie conventionnelle	Électricité	Gaz Naturel	Gaz Propane	Fioul
<b>Gain financier annuel €</b>	5 130 €	2 990 €	5 990 €	3 750 €
<b>GES évités annuel en équivalent CO<sub>2</sub></b>	3352 Kg	9148 Kg	10765 Kg	11750 Kg
<b>Gain financier sur 10 ans* €</b>	61 540 €	35 880 €	71 960 €	45 020 €
<b>Temps de retour sur investissement brut</b>	9 ans	14 ans	8 ans	12 ans

\*En considérant que le coût de l'énergie augmentera dans les prochaines années de 4% par an (guide de l'Audit Énergétique de l'Ademe)

## Conclusion

La production d'eau chaude sanitaire par le biais du solaire thermique permet, lorsqu'il est bien dimensionné, de subvenir à 50% des besoins. Contrairement au photovoltaïque, le solaire thermique permet de réelles économies d'énergie, en ayant en plus la possibilité de couper l'appoint les mois d'été.

En suivant une hypothèse modérée d'augmentation du coût des énergies (+4% par an), les temps de retour sur investissement sont relativement courts (de 8 à 20 ans selon les estimations, en moyenne 13 ans).

Toutefois, la production d'eau chaude solaire ne doit s'envisager que sur les bâtiments sur lesquels il y a une forte consommation d'eau chaude, l'implantation de ce système sur une mairie par exemple ne serait pas viable, la consommation étant bien trop faible. Plus le bâtiment nécessite d'eau chaude, plus le retour sur investissement du système sera court.

Si les collectivités choisissent d'être exemplaires en matière d'énergie, cela peut passer également par le choix des systèmes permettant des économies, il s'avère alors nécessaire d'envisager d'installer l'installation de ces systèmes sur l'ensemble des nouveaux bâtiments en intégrant une close dans le cahier des charges. L'implantation doit également s'envisager sur les bâtiments consommateurs d'eau chaude sanitaire existants.

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

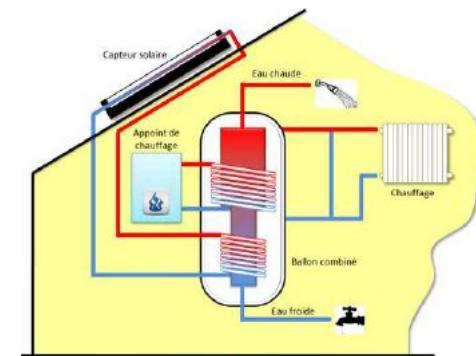
## 33- Études types sur les besoins d'un bâtiment en chauffage :

Afin de déterminer le potentiel de l'énergie solaire « thermique », nous allons détailler quelques cas sur lesquels le chauffage solaire semble intéressant. Le chauffage solaire peut également être une solution pertinente sur certains bâtiments publics (ou collectifs). Cela sera d'autant plus vrai quand les périodes d'occupation, donc les besoins de chauffage sont les plus figées. En effet, plus la fréquentation du lieu est importante et moins le bâtiment subira de variations de température importantes, plus l'installation solaire thermique deviendra rentable.

### 331- Contraintes spécifiques

Outre l'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires, la contrainte principale liée au chauffage solaire est la température du circuit de chauffage, pour profiter pleinement des possibilités de ce système, il conviendra d'utiliser un chauffage dit « Basse Température ». En effet en hiver, il est difficile d'obtenir de hautes températures avec le solaire, ce système reste néanmoins un bon complément de chauffage et permet une économie réelle.

Deux cas seront détaillés par la suite, il s'agit de bâtiments rencontrés lors de l'étude, où le solaire semble pouvoir subvenir le mieux aux besoins du bâtiment.



### 332- Mairie

Nous prenons ici le cas d'une Mairie orientée au sud, d'une surface de 150m<sup>2</sup> et étant ouverte 5 jours et demi par semaine, le guide d'Audit Énergétique de l'Ademe nous informe que le besoin moyen en surface de panneaux solaire correspond à environ 1m<sup>2</sup> pour chauffer une surface de 10m<sup>2</sup> à 19°C, ce rapport inclus la production d'eau sanitaire à hauteur d'un besoin de 200 litres par jour, pour cette mairie, nous aurons donc besoin de 15m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermique. La mairie de la Chapelle du Genêt correspond à cet exemple, son orientation étant idéale et l'inclinaison à 60° de sa toiture étant optimale.



Mairie de La Chapelle du Genêt

En installant 15m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermique, l'installation couvrirait 27,8% des besoins annuels en chauffage et eau chaude sanitaire, les besoins annuels étant de 29 923 kWh et le solaire pouvant apporter 8 329 kWh. Le coût moyen d'une installation de ce type est aux alentours de 900 € du m<sup>2</sup> posé, soit dans le cas présent un total d'environ 13 500 €.

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Le tableau ci-dessous permet de mesurer le gain annuel du solaire thermique, l'impact en termes de GES évités (voir note sur les émissions de Gaz à Effet de Serre) par rapport aux autres sources d'énergies conventionnelles, ainsi que le temps de retour sur investissement :

Energie conventionnelle	Électricité	Gaz Naturel	Gaz Propane	Fioul
<b>Gain financier annuel €</b>	1 080 €	630 €	1 270 €	790 €
<b>GES évités annuel en équivalent CO<sub>2</sub></b>	650 Kg	1649 Kg	1941 Kg	2265 Kg
<b>Gain financier sur 10 ans* €</b>	13 000 €	7 580 €	15 200 €	9 510 €
<b>Temps de retour sur investissement brut</b>	11 ans	16 ans	9 ans	13 ans

\*En considérant que le coût de l'énergie augmentera dans les prochaines années de 4% par an (guide de l'Audit Énergétique de l'Ademe)

## 333- Péri scolaire

Nous prenons ici le cas d'une périscolaire orientée au sud, d'une surface de 100m<sup>2</sup> et étant ouverte 5 jours par semaine, l'étude de l'Ademe nous informe que le besoin moyen en surface de panneaux solaire est le même que pour l'exemple précédent, à savoir environ 1m<sup>2</sup> pour chauffer une surface de 10m<sup>2</sup> à 19°C, ce rapport inclus la production d'eau sanitaire à hauteur d'un besoin de 200 litres par jour, pour cette périscolaire, nous aurons donc besoin de 10m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermique. La périscolaire de Saint Sauveur de Landemont possède des caractéristiques légèrement différentes de l'exemple, en effet, bien qu'orientée plein Sud, l'inclinaison de la toiture est faible 30°, malgré tout, elle ne possède pas d'ombres portées. L'installation d'un système solaire thermique sur ce bâtiment aurait un rendement légèrement plus faible que dans l'exemple, mais en étant toutefois pertinente.

En installant 10m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermique, l'installation couvrirait 24,6% des besoins annuels en chauffage et eau chaude sanitaire, les besoins annuels étant de 24 631 kWh et le solaire pouvant apporter 6 069 kWh. Le coût moyen d'une installation de ce type est aux alentours de 900 € du m<sup>2</sup> posé, soit dans le cas présent un total d'environ 9000 €.



Saint Sauveur de Landemont, périscolaire.

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Le tableau ci-dessous permet de mesurer le gain annuel du solaire thermique, l'impact en termes de GES évités (voir note sur les émissions de Gaz à Effet de Serre) par rapport aux autres sources d'énergies conventionnelles, ainsi que le temps de retour sur investissement :

Energie conventionnelle	Électricité	Gaz Naturel	Gaz Propane	Fioul
<b>Gain financier annuel €</b>	790 €	460 €	920 €	580 €
<b>GES évités annuel en équivalent CO<sub>2</sub></b>	473 Kg	1202 Kg	1414 Kg	1651 Kg
<b>Gain financier sur 10 ans* €</b>	9 470 €	5 520 €	11 080 €	6 930 €
<b>Temps de retour sur investissement brut</b>	10 ans	15 ans	9 ans	13 ans

\*En considérant que le coût de l'énergie augmentera dans les prochaines années de 4% par an (guide de l'Audit Énergétique de l'Ademe)

## Conclusion

Le chauffage solaire permet, pour une installation bien étudiée, de couvrir entre 25 et 30% des besoins de chauffage d'un bâtiment, l'eau chaude sanitaire est quant à elle assurée par le solaire seul les mois d'été, permettant de couper l'appoint ce qui réalisera des économies d'énergie importantes.

Certains bâtiments, de par leur conception, se prêteraient particulièrement bien à l'exercice du chauffage solaire, comme en témoigne la mairie de La Chapelle du Genêt, mais ces bâtiments existants sont rares. Pour tirer le meilleur profit d'une installation de chauffage solaire, celle-ci doit être réfléchie dès le début d'un projet de construction d'un bâtiment en impliquant l'architecte et les différents artisans, en intégrant les choix techniques dans les cahiers des charges. Dans ces cas, les temps de retour sur investissement sont courts (de 9 à 16 ans selon les configurations, 12 ans en moyenne)

Les collectivités territoriales doivent être moteur dans le développement du solaire thermique pour en prouver l'efficacité, tout en ayant une vigilance particulière aux prestataires choisis et aux contrats de maintenance associés.

# L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

## 34- Démarches administratives

Pour toute construction d'un bâtiment neuf, l'installation de panneaux solaires sera précisément détaillée à travers les documents à joindre à votre dossier de permis de construire (plans).

Dans le cas d'un bâtiment existant, il conviendra de réaliser une demande de déclaration préalable car la nature des travaux modifient l'aspect extérieur du bâtiment existant. L'installation d'un système de chauffe-eau solaire sur une toiture nécessite donc cette demande de déclaration préalable. Il conviendra également de renseigner si des servitudes et autres conditions spéciales sont à respecter dans le Plan Local d'Urbanisme pour l'installation de panneaux solaires.

Si le bâtiment se situe dans un environnement protégé, il est soumis aux règles d'une zone de protection du patrimoine architectural urbain et paysager (ZPPAUP), ou s'il est situé dans les 500m d'un site classé ou inscrit, il vous faudra, dans les deux cas, obtenir une approbation d'un architecte des Bâtiments de France (ABF).

## 35- Les aides sur le solaire collectif

En 2013, l'ADEME Pays de la Loire soutient la filière solaire thermique collectif de plus de 25m<sup>2</sup> par le biais d'un « Appel à Projets » portant sur les 4 dispositifs suivants :

- Mise à disposition d'une Boite à outils comprenant des éléments clés qui facilitent le montage d'un projet
- Subventions des études et prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage réalisées par des bureaux d'études spécialistes du solaire thermique
- Subventions des projets d'investissements dans le solaire thermique les plus exemplaires et reproductibles en visant le meilleur rapport qualité/prix
- Organisation de journées de sensibilisation destinées aux maîtres d'ouvrage et de sessions de formations destinées aux professionnels (NB : pour être informé des prochaines sessions, veuillez contacter l'ADEME)

Vous pouvez retrouver toutes les caractéristiques des appels à projets ainsi que les dates de clôture des candidatures à l'adresse suivante :

<http://paysdelaloire.ademe.fr/2013-aap-solaire-thermique>

Pour information, une installation solaire de plus de 25m<sup>2</sup> posée sur un bâtiment existant et répondant aux critères de l'appel à projet pourra bénéficier des aides décrites ci-dessous :

Dépenses liées à l'installation solaire par m <sup>2</sup> de capteur	<1000€HT/m <sup>2</sup>	<900€HT/m <sup>2</sup>	<800€HT/m <sup>2</sup>
Taux de subvention des dépenses éligibles	25%	30%	40%

*Les prestations de maîtrise d'œuvre et d'assistance à maîtrise d'ouvrage peuvent être subventionnées en sus, voir le volet concerné de l'Appel à Projet.*

Les installations n'ayant pas bénéficiées d'aide de l'ADEME, peuvent quant à elles bénéficier d'une valorisation par le biais des Certificats d'Économies d'Energie (CEE).

## ✓ Conclusion Solaire Thermique

Le solaire thermique est une bonne solution pour réduire nos consommations d'énergie, que ce soit pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour le chauffage des bâtiments. Concernant l'eau chaude sanitaire, les taux de couverture sont supérieurs à 50% dans les cas cités et ont l'avantage de pouvoir arrêter la chaudière d'appoint au moins les 2 mois d'été. Pour le chauffage solaire, non seulement le système permet, lorsque l'installation est idéalement configurée, d'assurer 25 à 30% de la production de chauffage en période hivernale, mais l'appoint ne sera pas sollicité en période estivale pour la production d'eau chaude sanitaire. Les bâtiments ayant un chauffage à basse température détiennent un meilleur potentiel d'utilisation du solaire dans leurs système de chauffage. En outre, les temps de retour sur investissement, (hypothèse moyenne d'une augmentation du coût des énergies et hors subventions possibles) sont faibles.

Le point positif de tels dispositifs est également la quantité d'émission de Gaz à Effet de Serre évitée, en effet, la production solaire vient remplacer ce qui aurait été produit par les énergies conventionnelles. Un chauffe-eau solaire installé en complément d'une installation fioul par exemple permettra d'éviter trois fois plus de gaz à effet de serre que sur une installation électrique.

Un système de production de chaleur solaire se doit d'être étudier sur toutes les futures constructions, que ce soit en terme de chauffage ou de production d'eau chaude, afin de pouvoir rédiger un cahier des charge en conséquence doublé d'une garantie de résultat, par le biais d'un suivi de la production et de la consommation total du bâtiment permettant de s'assurer du taux de couverture réel de l'installation une fois en fonctionnement. Cet investissement et les temps modérés de retours sur investissement nous semblent adaptés aux possibilités financières des collectivités locales.

## 4 - Certificats d'économie d'énergie

Ce dispositif repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie appelés les "obligés" (électricité, gaz, chaleur, froid, fioul domestique et nouvellement les carburants pour automobiles). Ceux-ci sont ainsi incités à promouvoir activement l'efficacité énergétique auprès de leurs clients : ménages, collectivités territoriales ou professionnels.

Un objectif triennal est défini et réparti entre les opérateurs en fonction de leurs volumes de ventes. En fin de période, les vendeurs d'énergie obligés doivent justifier de l'accomplissement de leurs obligations par la détention d'un montant de certificats équivalent à ces obligations. Les certificats sont obtenus à la suite d'actions entreprises en propre par les opérateurs ou par l'achat à d'autres acteurs ayant mené des opérations d'économies d'énergie. En cas de non-respect de leurs obligations, les obligés sont tenus de verser une pénalité libératoire de deux centimes d'euro par kWh manquant.

L'unité de mesure des Certificats d'Economies d'Energie est le kWh d'énergie *cumulée* et *actualisée* sur la durée de vie du produit (kWh cumac). Cela représente une quantité d'énergie qui aura été économisée grâce aux opérations d'économies d'énergie mises en place.

Les certificats d'économies d'énergie sont attribués, sous certaines conditions, par les services du ministère chargé de l'énergie, aux acteurs éligibles (obligés mais aussi d'autres personnes morales non obligées, comme les collectivités locales, les bailleurs sociaux, l'Anah par exemple) réalisant des opérations d'économies d'énergie sur leur propre patrimoine ou celui de leurs clients ou administrés.

Suite au succès de la première période (mi 2006 - mi 2009) pour laquelle l'obligation d'économies d'énergie était de 54 TWh, le gouvernement a souhaité proroger le dispositif pour une seconde période triennale. Celle-ci a débuté le 1er janvier 2011 et l'objectif d'économies d'énergies correspondant est de 345 TWh.

Le montant théorique maximum des pénalités est donc de 6,9 milliards d'euros (345 TWh x 2 c€) et on peut estimer ainsi que le dispositif pourrait générer jusqu'à un volume maximum de travaux équivalents puisque l'objectif des obligés est d'échapper à la pénalité.

Dans les faits, les obligés essaient d'atteindre l'objectif qui leur est assigné en "négociant" des certificats d'économie d'énergie à un prix moyen qu'on peut situer autour de un centime d'euro par kilowattheure. Ce prix consenti devrait donc permettre de générer entre 3 et 3,5 milliards d'euros d'opérations visant à une meilleure efficacité énergétique en trois ans chez les consommateurs quels qu'ils soient.

# Certificats d'économie d'énergie

En réalité, le dispositif a généré une mécanique administrative de collecte et de contrôle des certificats produits qui absorbe de 50 à 60 % du coût consenti par les obligés. En conséquence, le dispositif ne générera pas plus de 1,5 milliards d'euros d'actions bénéficiant directement à une meilleure efficacité énergétique sur la période 2011 – 2013.

Au mois de janvier 2013, le kWh Cumac cotait 0,427 centime d'euros, pour information, une installation comme celle de l'eau chaude sanitaire sur un restaurant scolaire pourrait générer 73 087 kWh Cumac soit un potentiel de CEE valorisé à hauteur d'environ 312€. Sur une petite installation, les bénéfices sont assez maigres, **mais à l'échelle du Pays des Mauges et s'il était envisagé une mutualisation des CEE pour déposer des dossiers conséquents dans lesquels il peut être intégré des travaux de chaudière collectif à bois, d'isolation de bâtiments existants, etc... les bénéfices pourraient être non négligeables. En l'état actuel, le dépôt d'un dossier de plusieurs projets générant 1GWh Cumac (1 000 000 de kWh) pourrait générer 4 270€, il existe une grande quantité de travaux éligibles de telle sorte que sur une année il s'avère possible de pouvoir constituer des dossiers allant au-delà de cette valeur au sein du Pays des Mauges.**

Globalement, le dispositif :

- Ne génère pas forcément plus d'actes qu'auparavant. En tout cas, les indicateurs statistiques ne montrent pas de rupture depuis la mise en place des certificats d'économie d'énergie ;
- A sans doute permis à ceux qui projetaient d'investir de le faire en montant en gamme de matériaux ou d'équipements ;
- Ne prend pas en compte le comportemental ;
- Stérilise 50 à 60 % des coûts consentis par les obligés pour sa propre gestion ;
- Est particulièrement opaque et bénéficie, de ce fait, aux intermédiaires plus qu'aux consommateurs.

Sa refonte permettrait certainement de le rendre plus efficace et le CESER propose de le régionaliser et d'en faire un levier centré particulièrement sur la rénovation des parcs de logements et de bâtiments tertiaires existants.

## 5 -EVITER LES EMISSIONS DE GAZ À EFFETS DE SERRE

### 51- Plan Climat du Pays des Mauges

Les collectivités territoriales (communes, Communauté de Communes, Pays, etc..) ont un rôle décisif à jouer dans la lutte et l'adaptation au changement climatique. Ce sont elles qui mettent en œuvre les projets d'infrastructures ayant la plus longue durée de vie, notamment l'implantation et la construction des bâtiments, l'organisation et la gestion des réseaux, etc..., qui répartissent les activités sur le territoire et ont également un contact direct sur le terrain avec le citoyen. La résolution de la question climatique ne pourra se faire sans l'adhésion des citoyens.

C'est pour prendre en main cette responsabilité de lutte contre le changement climatique et engager le territoire vers une voie plus économique en énergie, que le Pays des Mauges s'est lancé dans une démarche de Plan Climat Énergie Territorial.

Cette démarche appelée « Actions Climat Énergie », souhaite inscrire le territoire dans une démarche vertueuse, impérieuse et indispensable pour les générations futures.

Ces « Actions Climat Énergie » constituent un programme concerté d'actions locales pour lutter contre le changement climatique, réaliser des économies d'énergie, éviter les émissions de gaz à effets de serre et s'adapter aux changements en marche. Le développement des énergies renouvelables, et parmi elles les énergies solaires, sont une piste dont disposent les élus pour mettre en place des actions concrètes aux effets plus ou moins importants selon les cas.

### 52- Les Gaz à Effets de Serre et le solaire Photovoltaïque

Selon la méthode du Bilan Carbone®, développée par l'Ademe pour quantifier les émissions de Gaz à Effet de Serre sur un territoire, la production d'un kiloWattheure (1kWh) d'électricité d'origine photovoltaïque permet d'éviter l'émission de 85 g eqCO<sub>2</sub>. En effet, la production d'1 kWh par du photovoltaïque évite la production de ce kWh par le système énergétique français. Celui-ci est composé d'un « mix » de sources d'énergie (en 2011 : 84,3 % Nucléaire, 8,3 % Renouvelables (dont 4,6 % Hydraulique), 2,7 % Charbon, 2,7 % Gaz, 1,2 % fioul, 0,4 % autres.) émettant 85 g eqCO<sub>2</sub> par kWh.

Une centrale photovoltaïque de la taille de celle pouvant être installée sur la Maison Commune des Loisirs du Fief-Sauvin sur une surface de 240 m<sup>2</sup>, comme évoqué dans le chapitre « solaire photovoltaïque bâti », permettrait donc d'éviter l'émission de 2 720 kg eqCO<sub>2</sub> tous les ans.

# EVITER LES EMISSIONS DE GAZ À EFFETS DE SERRE

Une ombrière de parking recouverte de panneaux photovoltaïques, comme évoqué dans le chapitre « solaire photovoltaïque hors bâti », permettrait donc d'éviter l'émission de 5 440 kg eqCO<sub>2</sub> tous les ans.

Enfin, dans le cadre d'une installation de grande envergure comme sur le Centre d'Enfouissement Technique où la production annuelle serait conséquente, le site de la Poitevinière permettrait à lui seul d'éviter l'émission de 221 Tonnes eqCO<sub>2</sub> tous les ans.

## 53- Les Gaz à Effet de Serre et le solaire thermique

Toujours selon la méthode du Bilan Carbone®, la production d'un kiloWattheure (1kWh) de chaleur émet plus ou moins de GES selon l'énergie utilisée, voici les principales sources d'énergie utilisées pour la production de chaleur et leurs facteurs d'émission associés utilisés dans le Bilan Carbone® :

- L'Electricité : 85g eqCO<sub>2</sub> par kWh
- Le Fioul : 298g eqCO<sub>2</sub> par kWh
- Le Gaz Naturel : 232g eqCO<sub>2</sub> par kWh
- Le Gaz Propane : 273g eqCO<sub>2</sub> par kWh

Il est donc intéressant de voir que l'installation d'un chauffe-eau solaire sur le toit d'un restaurant scolaire, comme expliqué au chapitre sur l'eau chaude sanitaire solaire, peut permettre d'éviter l'émission de 440 à 1541 kg eqCO<sub>2</sub> tous les ans selon l'énergie d'appoint utilisée.

Tout comme l'installation d'un chauffe-eau collectif pour une maison de retraite permettrait quant à lui d'éviter l'émission de 3350 à 11750 kg eqCO<sub>2</sub> tous les ans selon l'énergie d'appoint utilisée.

# EVITER LES EMISSIONS DE GAZ À EFFETS DE SERRE

## Conclusion

Il convient de noter, qu'à investissement équivalent, le solaire Thermique permet d'éviter, annuellement, 2 fois plus d'émissions de CO<sub>2</sub> que la production par solaire Photovoltaïque.

Si l'on vient à comparer une installation solaire thermique en remplacement d'une production d'eau chaude sanitaire au fioul par exemple, à une installation solaire photovoltaïque ayant nécessité le même investissement, le solaire Thermique aura permis d'éviter annuellement, au-delà de 6 fois plus de Gaz à Effet de Serre que le système Photovoltaïque.

Le principal but du Plan Climat Territorial du Pays des Mauges est de réduire les GES, là est l'intérêt d'investir dans la production de chaleur d'origine solaire, en complément des actions de réduction des consommations, plus cette technologie sera développée, plus la lutte contre les émissions de Gaz à Effet de Serre sera efficace sur les bâtiments existants.

L'engagement du Pays des Mauges dans un Plan Climat, dans la lutte contre le changement climatique, vise la réduction des émissions de GES. La production d'énergie d'origine solaire, associé à des actions de baisse des consommations, apparaît comme un levier puissant pour engager le territoire contre le changement climatique.

## 6 - CONCLUSIONS

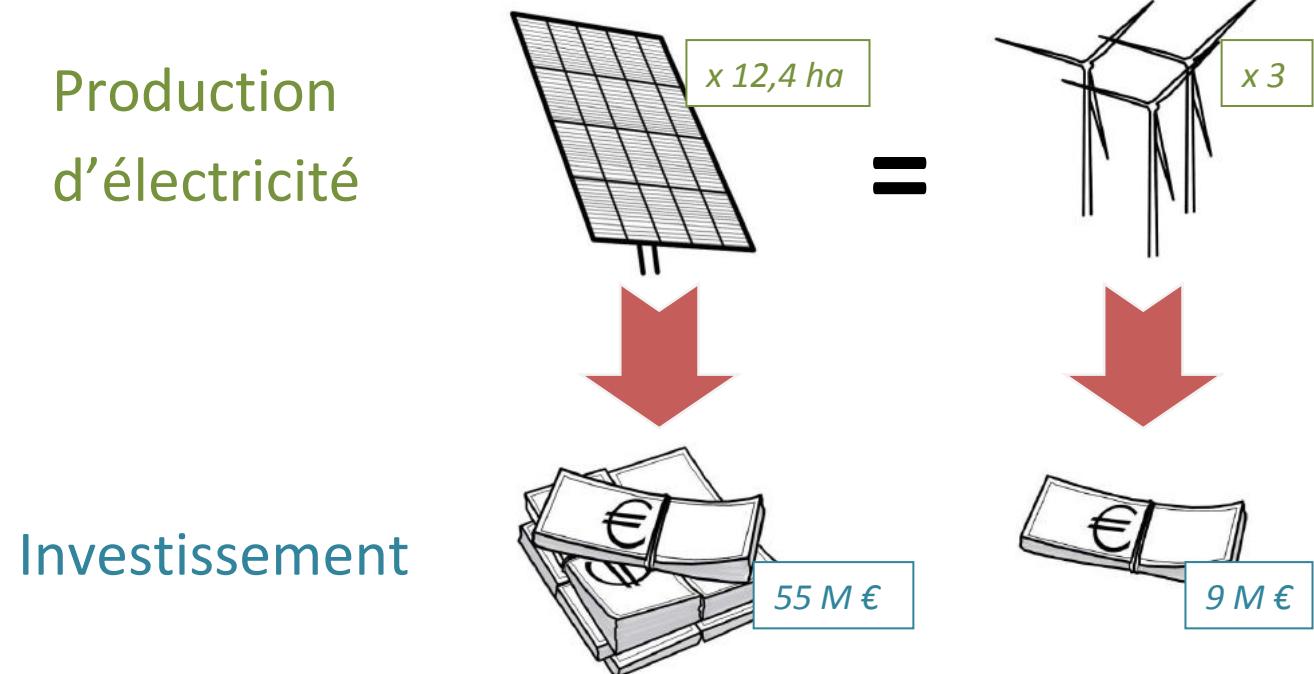
Ainsi que le demandent plusieurs conventions, lois et règlements internationaux, européens et nationaux, chaque territoire – dans le but de réduire sa dépendance aux énergies fossiles – se doit d'explorer objectivement les pistes de développement des énergies renouvelables. Pour le Pays des Mauges, ce travail est réalisé – s'agissant du potentiel éolien – avec le succès qu'on lui connaît. Un schéma de développement de la méthanisation sera dans le même état d'esprit, prochainement remis aux élus. Le présent rapport vise à apprécier l'intérêt et les limites de la valorisation de l'énergie solaire localement et interroger le rôle des collectivités en la matière.

L'énergie solaire photovoltaïque, bénéficie de conditions « physiques » (nombre et orientation du bâti, pendage des toits) favorables qui tranchent avec une très faible visibilité sur l'opérationnalité économique. A titre illustratif, les surfaces de toits « publics » correctement orientées représentent 12,4 ha dans les Mauges. Si l'ensemble de cette surface était équipée de panneaux photovoltaïques, cela représenterait une production annuelle de 16,4 GWh pour un investissement total approchant les 55 millions d'euros. La même production serait générée par 3 éoliennes dont l'investissement est 6 fois moins cher !

En l'état actuel, l'investissement des collectivités locales dans le solaire photovoltaïque semble périlleux. Pour autant, les élus locaux se doivent de rester vigilants quant aux évolutions des tarifs d'achat et aux coûts du matériel et de son installation. Dans un contexte plus éclairci, l'investissement privé et/ou citoyen (cf. démarches de type « SCIC ») pourrait à nouveau s'envisager. Dans tous les cas, les collectivités – fortes de la surface correctement disposée qu'elles possèdent – se doivent de rester à l'écoute de démarches émanant d'opérateurs privés qu'elles peuvent utilement négocier, voire organiser de façon proactive.

### Production d'électricité

### Investissement



## CONCLUSIONS

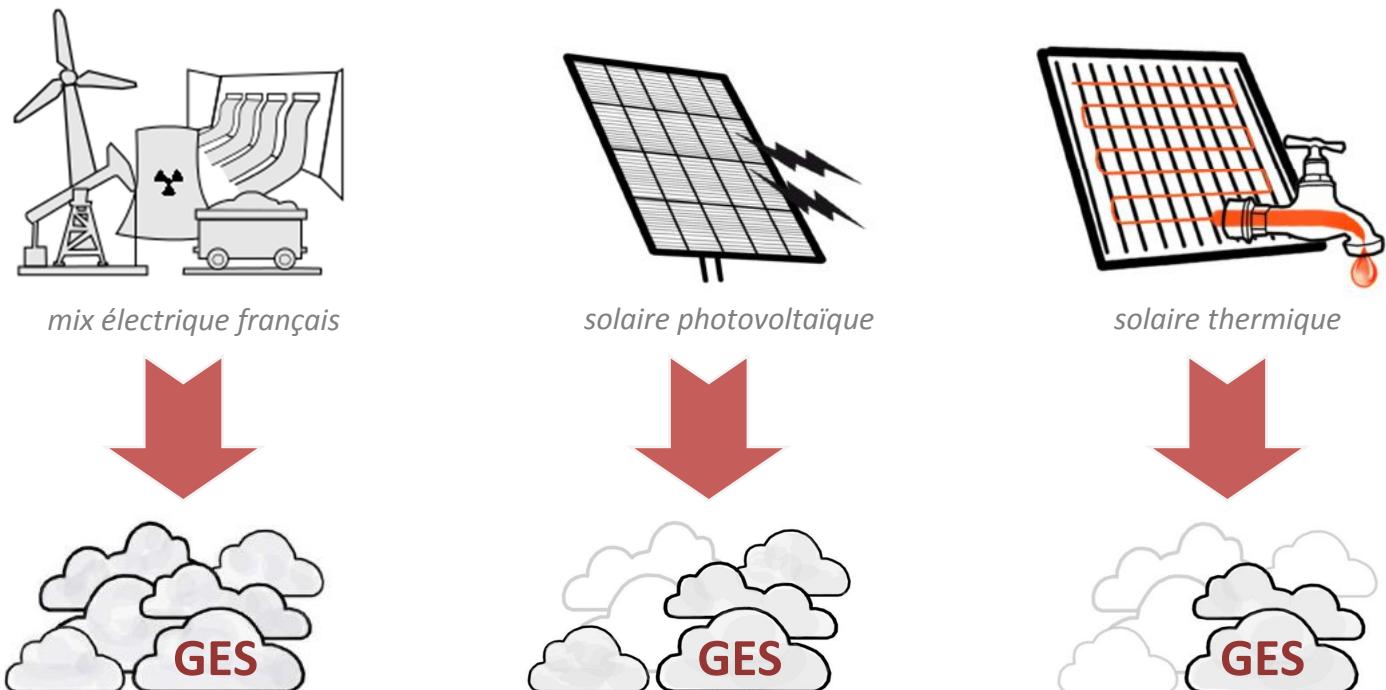
Compte tenu de l'impérieuse nécessité de réduire fortement la consommation d'espaces non artificialisés décidée et inscrite dans le SCOT du Pays des Mauges, nous avons d'emblée exclu les espaces agricoles et naturels de notre schéma. Marginalement, quelques sites artificialisés (fonds de ZAC, ombrières de parkings, anciens sites d'enfouissement technique et surtout les bords de routes et autoroutes) ont été explorés. Localement, certains gisements peuvent être valorisés (par des opérateurs privés ?). Les élus peuvent prendre en compte ce potentiel, notamment dans le zonage et l'écriture de leurs documents d'urbanisme.

Sans ambiguïté, la valorisation thermique de l'énergie solaire apparaît viable localement, tant du point de vue technique qu'économique. La configuration des bâtiments publics de toutes les communes (quelle que soit leur taille), leur utilisation et leur répartition permet d'envisager la valorisation thermique sous forme d'eau chaude et/ou de chauffage. Les temps de retour sur investissement sont relativement limités (12 à 13 ans en moyenne selon les configurations) en tenant compte d'une augmentation modérée du coût des énergies (elle sera probablement plus importante) et sans intégrer les aides possibles.

Le bénéfice collatéral en matière d'évitement d'émissions de gaz à effet de serre est aussi conséquent, à minima 2 fois plus que le solaire photovoltaïque à investissement équivalent.

### Moyen de production

### Emissions de GES



## CONCLUSIONS

De plus, les documents d'urbanisme peuvent également être rédigés pour laisser la possibilité à l'ensemble des nouvelles constructions (les bâtiments publics comme les constructions individuelles) de bénéficier « d'apports solaires passifs ». En effet, un bâtiment correctement orienté et ayant des ouvertures au sud bénéficiera de chaleur solaire gratuite passive, les rayons solaires pourront réchauffer en partie le bâtiment sans avoir à solliciter le système de chauffage. Des clauses peuvent être intégrées dans les règlements de zones ou de lotissements, qu'ils soient publics ou privés.

En outre, l'hypothèse d'une mutualisation à l'échelle du Pays de tous les Certificats d'Économie d'Energie émanant des collectivités locales permettrait d'atteindre le seuil minimal de dépôt de dossier (20 GWh Cumac) et laisse envisager un gain de 80 000 €. Ce fonds (dont on peut imaginer qu'il va se renouveler chaque année) pourrait être réutilisé localement au profit d'un investissement public dans les énergies renouvelables et la réduction de consommation d'énergies fossiles. Au regard du présent rapport – et même si le principe de péréquation reste à écrire – nous ne pouvons que suggérer qu'il puisse bénéficier à l'énergie solaire thermique.

Le Pays des Mauges poursuivrait, dans cet état d'esprit, la dynamique engagée dans le cadre des projets éoliens, lui permettant de valoriser le bouquet des énergies renouvelables dans un cadre compris et partagé en toute connaissance de cause et de répondre aux engagements internationaux et nationaux.

# Bibliographie

- Guide d'audit énergétique 1999 (ADEME-COSTIC)
- Guide de recommandations : Diagnostic de Performance Énergétique (Ministère du Logement) 2009
- Guides des démarches administratives et contractuelles pour les installations photovoltaïques (HESPUL) Mises à jour 2012
- Le développement de l'énergie solaire photovoltaïque, Note de cadrage (Préfet Région Pays de la Loire) Juin 2011
- Systèmes photovoltaïques : Fabrication et impact environnemental (HESPUL) Juillet 2009
- Base Carbone ADEME (<http://www.basecarbone.fr>) 2012
- Mise à disposition du patrimoine public pour les installations photovoltaïques : quels montages juridiques pour les collectivités (RHONALPENERGIE Environnement) Mai 2012
- Les EPL et le photovoltaïque : modalité d'intervention des collectivités territoriales (Fédération des EPL) 2009
- Installations photovoltaïque au sol : guide de l'étude d'impact (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement) Avril 2011
- Guide méthodologique sur le photovoltaïque dans l'Hérault à l'usage des élus (DDTM de l'Hérault) Décembre 2010
- Guide des producteurs d'électricité (CRE) 2008
- État d'avancement des travaux d'élaboration du SRCAE des Pays de la Loire (Préfet de la Région Pays de la Loire) Décembre 2012
- Projet d'Aménagement et de Développement Durable et Document d'orientations et d'objectifs du Schéma de Cohérence Territorial du Pays des Mauges (Pays des Mauges) Octobre 2012
- Appel à projet solaire thermique Volet 1 (ADEME Pays de la Loire) Janvier 2013
- Les défis énergétiques des Pays de la Loire (Conseil Économique Social et Environnemental des Pays de la Loire) Janvier 2013

## Sitographie

- <http://www.photovoltaque.info>
- <http://www.tecsol.fr>
- <http://ines.solaire.free.fr>
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
- <http://www.ademe.fr>

## Annexes

- 1- Panneaux solaire photovoltaïque retenu pour l'étude : Schuco MPEPS05
- 2- Étude solaire Photovoltaïque sur la Maison Commune des Loisirs du Fief-Sauvin
- 3- Note de cadrage de la Région Pays de la Loire concernant les centrales solaire photovoltaïque au sol
- 4- Panneaux solaire thermique retenu pour l'étude : Vitosol 100-F, 200-F
- 5- Principaux ratios de consommation d'eau, étude 2007 du SMEGREG (Syndicat Mixte d'Études et de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde)
- 6- Étude solaire thermique sur l'eau chaude sanitaire d'une maison de retraite

# Modules photovoltaïques Schüco MPE

## Série PS 05

Informations techniques sur les gammes de puissance de 190 à 210 Wc



## Module PV très haute qualité

Les modules Schuco MPE de la série PS 05 se distinguent par leurs cellules solaires polycristallines au rendement élevé permettant une forte production au mètre carré. La tolérance sur la puissance d'un module est de +5/-0% : seuls les modules de la plus haute qualité offrent une telle garantie. Dans tous les cas, la puissance nominale est atteinte ou dépassée.

## Marquage individuel

Avant la livraison, chaque module est soumis à des tests de qualité optiques et électriques. Les caractéristiques de puissance mesurées sont marquées au dos du module et sur l'emballage. Des champs de modules homogènes peuvent être ainsi réalisés rapidement et efficacement lors du montage.

qualité et sont certifiés en tant que composants individuels.

**Nouveau concept de fixation** La nouvelle rainure des cadres de la série PS 05 préserve l'esthétique du système puisque le clip de fixation et le cadre forment une surface plane. La nouvelle forme optimisée de ces clips de fixation permet d'autre part de moins solliciter le système de fixation.

## Champs sociaux et fonctionnement

la série PS 05 ont, au dos, une prise de raccordement équipée de 3 diodes de bypass. Celles-ci évitent la surchauffe d'une cellule solaire spécifique (effet «hot-spot»). Ainsi, la fiabilité de fonctionnement du système global, champ de modules et onduleur, est garantie. La prise de raccordement, les câbles et connecteurs

## Esthétisme et fiabilité

Aluminium anodisé résistant à la torsion répondent aux plus hautes exigences en matière de stabilité et de tenue à la corrosion. Grâce à deux entretoises au dos du cadre, la capacité de surcharge du module est augmentée.

Les modules Schüco MPE de la série PS 05 peuvent être installés avec les accessoires de montage

SCHÜCO

# Modules photovoltaïques Schüco MPE

## Série PS 05

Caractéristiques électriques		Classes de puissance des cellules			
Puissance (exclué NOCT) sous les conditions standard de test (STC)* :	Schüco MPE 190 PS 05	Schüco MPE 195 PS 05	Schüco MPE 200 PS 05	Schüco MPE 205 PS 05	Schüco MPE 210 PS 05
Puissance nominale (P <sub>mppt</sub> )	190 W <sub>p</sub>	195 W <sub>p</sub>	200 W <sub>p</sub>	205 W <sub>p</sub>	210 W <sub>p</sub>
Tolérance de puissance (Δ P <sub>mppt</sub> )	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %
Puissance minimale garantie (P <sub>mppt min</sub> )	190 W <sub>p</sub>	195 W <sub>p</sub>	200 W <sub>p</sub>	205 W <sub>p</sub>	210 W <sub>p</sub>
Tension nominale (U <sub>mppt</sub> )	26,70 V	26,80 V	26,90 V	27,00 V	27,10 V
Intensité nominale (I <sub>mppt</sub> )	7,12 A	7,28 A	7,44 A	7,60 A	7,75 A
Tension à vide (I <sub>sc</sub> )	32,60 V	32,70 V	32,80 V	32,90 V	33,00 V
Intensité de court-circuit (I <sub>sc</sub> )	7,98 A	8,06 A	8,24 A	8,35 A	8,48 A
Efficacité de la cellule	14,5 %	14,8 %	15,2 %	15,6 %	16,0 %
Rendement du module	12,7 %	13,1 %	13,4 %	13,7 %	14,0 %
Coefficient de température $\alpha$ (I <sub>mppt</sub> )	-0,4 %/°C	-0,4 %/°C	-0,4 %/°C	-0,4 %/°C	-0,4 %/°C
Coefficient de température $\beta$ (I <sub>sc</sub> )	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C
Coefficient de température $\chi$ (U <sub>oc</sub> )	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C
Coefficient de température $\delta$ (I <sub>mppt</sub> )	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C	+0,04 %/°C
Coefficient de température $\epsilon$ (U <sub>mppt</sub> )	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C	-0,38 %/°C
Normal Operating Cell Temperature (NOCT)**	45 °C (± 3 °C)	45 °C (± 3 °C)	45 °C (± 3 °C)	45 °C (± 3 °C)	45 °C (± 3 °C)
Tension système maxi. permise	1,000 V	1,000 V	1,000 V	1,000 V	1,000 V
Nombre de cellules	54 (6 x 9)	54 (6 x 9)	54 (6 x 9)	54 (6 x 9)	54 (6 x 9)
Taille des cellules	156 x 156 mm	156 x 156 mm	156 x 156 mm	156 x 156 mm	156 x 156 mm

\* Puissance du rayonnement 1.000 W/m<sup>2</sup>, masse air 1,5, température cellule 25°C

\*\* Puissance du rayonnement 800 W/m<sup>2</sup>, température ambiante 20°C, vitesse du vent 1 m/s

Caractéristiques mécaniques		Divers			
Dimensions extérieures (L x l x H)	1.493,6 x 999,6 x 14 mm	Poids unité emballage	PS 05-1 Serie ***	PS 05-2 Serie ***	PS 05-3 Serie ***
Version cadre Aluminium	Autorisé argent (identique RAL 7035)	Système montage Schüco	38 kg	38 kg	38 kg
Vitre avant	Vitre simple de sécurité (ESG)	Clips de fixation simple (50/pcs)	PV-Light	PV-Light	PV-Light
Poids	18 kg	Clips de fixation double (50/pcs)	Typ 43-1	Typ 43-1	Typ 43-1
Système de racordement / section	Schüco / 4 mm <sup>2</sup> (compatible MC-T4)	Ref. Schüco MPE 190 PS 05	Typ 43-2	Typ 43-2	Typ 43-2
Longueurs : câble + / câble -	100 cm ± 5 cm / 100 cm ± 5 cm	Ref. Schüco MPE 195 PS 05	256979	256984	256984
Qualification et garanties		Ref. Schüco MPE 200 PS 05	256975	256980	256985
Classe électrique	Classe de protection II	Ref. Schüco MPE 205 PS 05	256976	256981	256981
Normes Produit	IEC 61215-2, EN 61730	Ref. Schüco MPE 210 PS 05	256977	256982	256987
Résistance à la neige et au vent	Jusqu'à 3,6 kN/m <sup>2</sup>	Unité emballage	2 Modules 2 Modules	2 Modules 2 Modules	2 Modules 2 Modules
Garantie Produit	2 ans				
Garantie puissance à 90% P <sub>mppt min</sub>	12 ans				
Garantie puissance à 80% P <sub>mppt min</sub>	25 ans				

Sous réserve de modifications

Puissance	190 à 210 Wc	Rendement maximum pour une surface compacte du module
Tolérance puissance positive	▲	Puissance nominale atteinte ou dépassée
Conception et fabrication		
Marquage individuel	▲	Caractéristiques de puissance individuelles sur chaque module et emballage
Cadre innovant	▲	Nouvelles rainures pour une surface plane et une fixation optimisée
Cadre Aluminium anodisé	▲	Satisfait aux plus hautes exigences de qualité
Diodes bypass	▲	Supprime totalement l'effet «hot-Spot»
Qualité maximale Schüco		
Fabriqué suivant de hautes exigences de qualité	▲	Détermination des caractéristiques de puissance par des tests, affichées sur chaque module
Garantie de puissance et Garantie Produit	▲	Sécurité de l'investissement et sûreté de fonctionnement de l'installation

### Generateur photovoltaïque raccordé au réseau

<b>Nom du PROJET</b>	<b>Le Fief Savin MCL</b>
<b>Station Meteo</b>	<b>Angers</b>
<b>Latitude du lieu</b>	<b>47°28'</b>
	<b>Schuco SCS Schuco MPE 190 PS 05 (Verre/Tellur)</b>
<b>Modules PV</b>	<b>Puissance 190 W<sub>c</sub></b> <b>Surface unitaire 1,496 m<sup>2</sup></b>
<b>Orientation</b>	<b>0 degrés/Sud</b>
<b>Inclinaison</b>	<b>30 degrés/horizontale</b>
<b>Surface utile</b>	<b>161,56 m<sup>2</sup></b>
<b>Puissance crete</b>	<b>20,52 kW<sub>c</sub></b>

<b>Mois</b>	<b>Energie solaire recue plan horizontal Wh/m<sup>2</sup>.j</b>	<b>Energie solaire recue plan des capteurs Wh/m<sup>2</sup>.j</b>	<b>Electricité produite par le système kWh/mois</b>
<b>Janvier</b>	<b>992</b>	<b>1 416</b>	<b>676</b>
<b>Février</b>	<b>1 735</b>	<b>2 313</b>	<b>997</b>
<b>Mars</b>	<b>3 075</b>	<b>3 797</b>	<b>1 812</b>
<b>Avril</b>	<b>4 221</b>	<b>4 582</b>	<b>2 115</b>
<b>Mai</b>	<b>5 052</b>	<b>5 093</b>	<b>2 430</b>
<b>Juin</b>	<b>5 723</b>	<b>5 604</b>	<b>2 587</b>
<b>Juillet</b>	<b>5 800</b>	<b>5 767</b>	<b>2 751</b>
<b>Aout</b>	<b>5 001</b>	<b>5 300</b>	<b>2 528</b>
<b>Septembre</b>	<b>3 715</b>	<b>4 384</b>	<b>2 024</b>
<b>Octobre</b>	<b>2 300</b>	<b>3 040</b>	<b>1 450</b>
<b>Novembre</b>	<b>1 304</b>	<b>1 932</b>	<b>892</b>
<b>Décembre</b>	<b>815</b>	<b>1 182</b>	<b>564</b>
		<b>Total energie (kWh/an)</b>	<b>20 826</b>
		<b>Total CO2 evité (kg/an) ( )</b>	<b>7 497</b>
		<b>Productivité (kWh/kWc.an)</b>	<b>1 015</b>

( ) 360g/kWh coefficient européen

### Estimation du montant de la vente annuelle au réseau (HT/an)

Tarif de vente (suivant arrêté du 04/03/2011)

Installation réalisée : **Integration au batî (IAB)** Batiment clos 4 faces et couvert

L'installation remplit les conditions suivantes :

Le système PV est dans le plan de la toiture,

Le système PV remplace des éléments du clois et couvert,

Le système PV assure la fonction d'étanchéité,

ou L'installation utilise un ou plusieurs éléments architecturaux suivants :  
Alége, bardage, brise-soleil,  
garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse,  
mur-rideau.

Usage : **Autre Puissance crete: 9 - 36 kWc.**

date de la demande de raccordement : 22/11/2011 - trimestre N 3

**Tarif de vente : 24,857 cts /kWh**

tarif : T4 \* E \* [(1-vi) avec T4 : 30,35 E : 1 [(1-vi)]\*0,819025

sous réserve de la validité des informations saisies et de l'envoi de la demande de raccordement au réseau  
électrique avant le 31/12/2011

**Estimation du montant de la vente annuelle au réseau (HT/an) : 5 177 Euros**

<i>Generateur photovoltaïque raccordé au réseau</i>	
<b>Nom du PROJET</b>	<i>Le Fief Savin MCL T2</i>
<b>Station Meteo</b>	<i>Angers</i>
<b>Latitude du lieu</b>	<i>47°28'</i>
	<i>Schuco SCS Schuco MPE 190 PS 05 (Verre/Teflon)</i>
<b>Modules PV</b>	<i>Puissance 190 W<sub>c</sub></i>
	<i>Surface 190 W<sub>c</sub></i>
	<i>Surface unitaire 1,496 m<sup>2</sup></i>
<b>Orientation</b>	<i>0 degrés/Sud</i>
<b>Inclinaison</b>	<i>30 degrés/horizontale</i>
<b>Surface utile</b>	<i>80,78 m<sup>2</sup></i>
<b>Puissance crete</b>	<i>10,26 kW<sub>c</sub></i>

<i>Mois</i>	<i>Energie solaire recue plan horizontal Wh/m<sup>2</sup>.j</i>	<i>Energie solaire recue plan des capteurs Wh/m<sup>2</sup>.j</i>	<i>Energie produite par le système kWh/mois</i>
<i>Janvier</i>	<i>992</i>	<i>1 416</i>	<i>338</i>
<i>Février</i>	<i>1 735</i>	<i>2 313</i>	<i>498</i>
<i>Mars</i>	<i>3 075</i>	<i>3 797</i>	<i>906</i>
<i>Avril</i>	<i>4 221</i>	<i>4 582</i>	<i>1 038</i>
<i>Mai</i>	<i>5 052</i>	<i>5 093</i>	<i>1 215</i>
<i>Juin</i>	<i>5 723</i>	<i>5 604</i>	<i>1 294</i>
<i>Juillet</i>	<i>5 800</i>	<i>5 767</i>	<i>1 376</i>
<i>Aout</i>	<i>5 001</i>	<i>5 300</i>	<i>1 264</i>
<i>Septembre</i>	<i>3 715</i>	<i>4 384</i>	<i>1 012</i>
<i>Octobre</i>	<i>2 300</i>	<i>3 040</i>	<i>725</i>
<i>Novembre</i>	<i>1 304</i>	<i>1 932</i>	<i>446</i>
<i>Décembre</i>	<i>815</i>	<i>1 182</i>	<i>282</i>
		<i>Total energie (kWh/an)</i>	<i>10 414</i>
		<i>Total CO2 evité (kg/an) ( )</i>	<i>3 749</i>
		<i>Productivité (kWh/kWc.an)</i>	<i>1 015</i>

( ) 360g/kWh coefficient européen

#### *Estimation du montant de la vente annuelle au réseau (HT/an)*

Tarif de vente (suivant arrêté du 04/03/2011)

Installation réalisée : **Integration au batî (IAB)** Batiment clos 4 faces et couvert

L'installation remplit les conditions suivantes :

Le système PV est dans le plan de la toiture,

Le système PV remplace des éléments du clois et couvert,

Le système PV assure la fonction d'étanchéité,

ou L'installation utilise un ou plusieurs éléments architecturaux suivants :

Alége, bardage, brise-soleil,  
garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse,  
mur-rideau.

Usage : **Autre** Puissance crete : **9 - 36 kW<sub>c</sub>**.

date de la demande de raccordement : 22/11/2011 - trimestre N 3

**Tarif de vente : 24,857 cts /kWh**

tarif : T4 \* E \* [(1-vi) avec T4 : 30,35 E : 1 [(1-vi)]\*0,819025

sous réserve de la validité des informations saisies et de l'envoi de la demande de raccordement au réseau  
électrique avant le 31/12/2011

**Estimation du montant de la vente annuelle au réseau (HT/an) : 2 589 Euros**

### Une jurisprudence naissante

Dans un arrêt du 22 janvier 2010, le tribunal administratif de Nîmes a prononcé l'annulation d'un arrêté municipal ayant autorisé un hangar agricole essentiellement destiné à la production d'électricité photovoltaïque ([annexe 4](#)).

#### L'importance d'une information en amont

La chambre régionale d'agriculture développe l'information et le conseil en amont des agriculteurs et des pétitionnaires, notamment sur des aspects techniques, afin de concilier la pratique agricole et la production d'énergie. Un guide « Réussir son bâtiment agricole avec du photovoltaïque » est disponible sur son site internet <http://www.agrilaient.com/publications/publications.htm>

#### 3.2.2. Installations au sol

Les conditions réglementaires d'implantation d'une installation solaire photovoltaïque au sol sont définies par le décret n°2009-1414 du 19 novembre 2009 et par la circulaire du 18 décembre 2009. Ce décret précise les procédures applicables et améliore le contrôle de l'insertion de ce type d'installation dans l'environnement.

Les projets d'une puissance inférieure ou égale à 250 kWc, hors secteur protégé, sont soumis à déclaration préalable. L'examen de cette déclaration est de la compétence des services de l'Etat. Elle doit être accompagnée d'une notice paysagère étayée. La consultation du paysagiste conseil et/ou de l'architecte conseil de la DDTM est conseillée afin que soit notamment vérifiée la bonne insertion du projet (par sa dimension et par son aspect visuel) dans le paysage.

Les projets d'une puissance supérieure à 250 kWc (cas de la grande majorité des centrales solaires PV au sol) sont soumis à permis de construire avec étude d'impact et enquête publique. L'étude d'impact doit présenter une analyse approfondie des conditions dans lesquelles le projet prend en compte les différents intérêts à protéger (usages des sols, biodiversité, paysages,...). Le service instructeur est la DDT(M).

Ces demandes de permis de construire comportant étude d'impact sont soumises à évaluation environnementale.

La commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS) est amenée à émettre un avis sur ces projets.

La chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, dans sa motion du 4 décembre 2009, a souhaité qu'il soit procédé à une consultation systématique des chambres d'agriculture pour tout projet d'installation photovoltaïque au sol.

#### Procédures d'urbanisme auxquelles sont soumises les centrales au sol

En secteur protégé	Déclaration préalable	Permis de construire	Permis de construire étude d'impact enquête publique avis de l'autorité environnementale
Cas général	Déclaration préalable Sans formalité (respect du PLU) si hauteur de l'installation < 18 m	Déclaration préalable	250 kWc

## Recommandations concernant le contenu de l'étude d'impact d'un projet de centrale photovoltaïque au sol.

L'article R. 122-3 du code de l'environnement décline le contenu d'une étude d'impact. Les installations photovoltaïques au sol devraient faire l'objet, au même titre que les éoliennes, d'un guide de l'étude d'impact sur l'environnement. En attendant ce document de référence méthodologique, un porteur de projet peut s'appuyer sur des éléments issus de retours d'expérience, à travers la publication du guide « La prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol, l'exemple allemand » établi par la direction générale de l'énergie et du climat.

Tous les impacts environnementaux doivent être examinés. Toutefois, une bonne étude d'impact sera celle qui s'attachera à analyser de manière approfondie et argumentée le projet envisagé au regard des enjeux principaux, en apportant à chaque fois des éléments d'appréciation clairs et si possible chiffrés. L'acceptabilité d'un projet de centrale photovoltaïque doit en l'occurrence s'apprecier au regard de trois enjeux majeurs :

- **l'usage des sols** : les éventuels conflits d'usage des sols doivent être prévenus. La priorité doit être accordée aux projets implantés sur des zones artificialisées ;
- **l'insertion paysagère** : après avoir identifié les sensibilités paysagères et patrimoniales et les barrières visuelles naturelles (forêts, relief, etc.), les enjeux paysagers sont à mettre en évidence (par exemple sur des coupes ou des diagrammes paysagers). La réalisation de photomontages à différentes échelles du territoire est conseillée pour apprécier les éventuelles visibilités directes depuis les monuments historiques, les habitations et les routes. La pertinence des mesures de prévention ou de réduction des impacts paysagers devra en particulier être examinée (orientation du projet, dimension des équipements, barrières visuelles, ...) ;
- **la biodiversité** : un état initial écologique du terrain concerné prenant notamment en compte les plantes protégées, les habitats, les espèces animales protégées en période de reproduction, ... est indispensable. La vulnérabilité des espèces et des habitats vis-à-vis du projet de centrale solaire est à démontrer. Les mesures de prévention, de réduction ou de compensation des impacts sur les habitats, la faune et la flore devront non seulement porter sur la phase d'exploitation du site mais devront également prendre en compte les phases de construction et de démantèlement du site.



Centrale photovoltaïque en cours de réalisation.

L'étude d'impact doit également porter sur la phase de chantier.

## Instruction des projets de centrales photovoltaïques supérieures à 250 kWc

**Pôle départemental photovoltaïque**  
**passage de l'étude d'impact**  
**en CDNPS**

**49, 72, 85** : passage préalable en pôle départemental photovoltaïque  
 (lieu d'échanges entre les services de l'Etat et le pétitionnaire pour une meilleure prise en compte des différents enjeux identifiés)  
**44, 49** : transmission de l'étude d'impact par le pétitionnaire à la DDTM pour soumission à la CDNPS

Dépot de la demande de PC en mairie

**DDT(M)**

**Consultation des services et des organismes**  
 (liste indicative)

- maire
- DREAL/MECC
- DRAC
- SDAP
- SDIS
- DDASS
- chambre d'agriculture
- architecte paysagiste conseil
- Défense
- DGAC
- Conseil général
- gestionnaires de servitudes

Demande de compléments

**Dossier complet au titre**  
 - du code de l'environnement  
 - du code de l'urbanisme

**oui**

Rapport de la DDT(M)

**Saisine de l'autorité environnementale**  
 (préfet de région)

Consultation de la CDNPS

Rapport de synthèse des avis et proposition de consultation de la CDNPS\* et de l'autorité environnementale  
 \* si elle n'a pas déjà été consultée en phase amont de la procédure ou si le dossier a fait l'objet d'évolutions notables à la suite de la phase de recevabilité

Enquête publique  
 Rapport du commissaire

Rapport de la DDT(M)

**Décision du Préfet**

Rapport de synthèse enrichi des avis de la CDNPS de l'autorité environnementale, des résultats de l'enquête publique.  
 Proposition d'arrêté d'autorisation ou de refus

Solaire

**VIESSMANN**

climat d'innovation

**VITOSOL 100-F**  
**VITOSOL 200-F**



Capteurs plans performants, endurants et d'un prix séduisant



#### **Vitosol 100-F**

Le capteur solaire plan Vitosol 100-F se distingue par son rapport qualité/prix séduisant et est particulièrement adapté aux installations collectives.

#### **Vitosol 200-F**

Le capteur solaire plan Vitosol 200-F saura vous convaincre par son design et sa performance. Ce capteur qui a fait ses preuves depuis des années a été perfectionné et son poids réduit facilite encore le montage. Une qualité élevée assure une fiabilité durable, une grande longévité et un rendement important.

Vitosol 200-F  
en place sur un petit bâtiment collectif

#### **Des formes séduisantes, un coloris à la carte**

Vos capteurs solaires ouvrent des possibilités d'agrémer votre toit. Il est possible d'intégrer le Vitosol 200-F à la toiture. Les bordures (disponibles comme accessoires) assurent une transition harmonieuse entre la surface du capteur et le toit. Les cadres et les bordures du Vitosol 200-F sont livrés de série en brun (RAL 8019). Bien évidemment, les autres coloris RAL sont disponibles.

#### **Sur mesure pour chaque besoin**

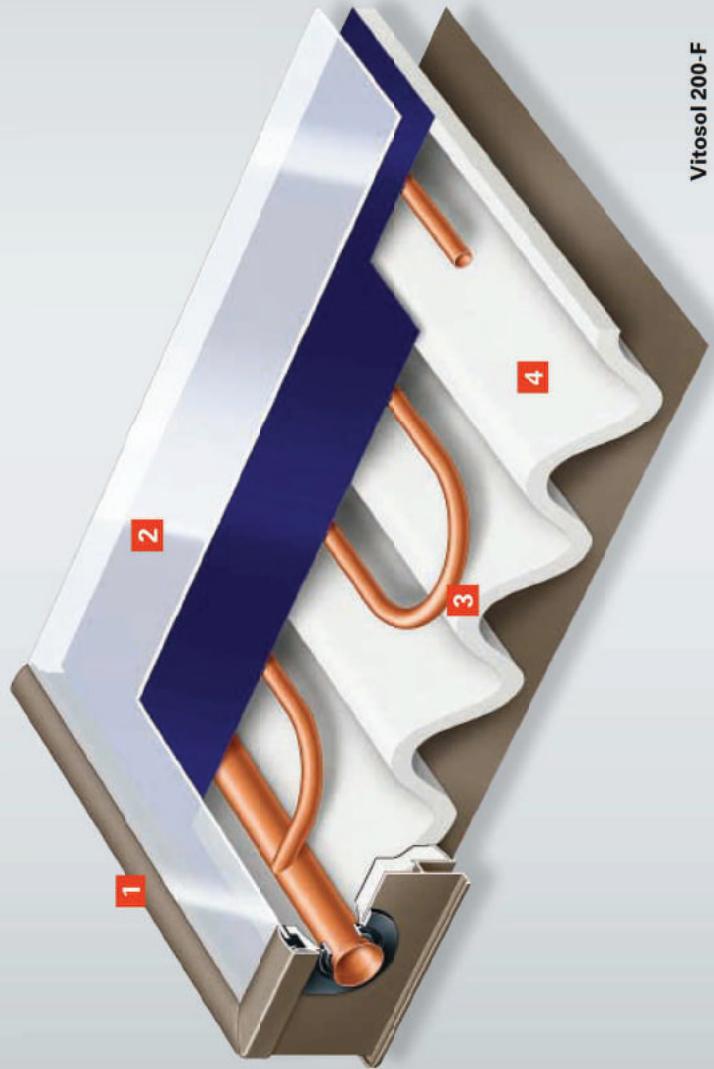
D'une surface d'absorbeur de 2,3 m<sup>2</sup>, les capteurs plans Vitosol-F s'adaptent de manière optimale aux besoins énergétiques rencontrés. Les capteurs se montent dans le sens vertical ou dans le sens horizontal.

#### **Efficace pour longtemps**

Le revêtement Sol-Titan, hautement sélectif, capte un maximum d'énergie solaire. Le châssis des Vitosol-F est constitué d'un cadre aluminium stable, plié sur tout le périmètre, sans onglets ni arêtes vives. En liaison avec le joint de vitrage sans raccords et d'une remarquable tenue aux intempéries et aux U.V. et la paroi arrière en tôle d'aluminium résistant aux percages, il en résulte une bonne longévité et une utilisation toujours élevée de l'énergie solaire.

#### **Un montage étudié économise du temps et de l'argent**

Les Vitosol-F sont particulièrement faciles à monter. Le poids des capteurs facilite la transport vers le toit et le montage. Les connecteurs en tube ondulé en acier inoxydable assurent un montage rapide, simple et fiable des capteurs.



**Vitosol 200-F**

- 1 Cadre aluminium, coloris RAL 8019, disponible dans tous les coloris RAL
- 2 Couverture solide et à transparence élevée en verre spécial
- 3 Absorbeur en forme de méandre
- 4 Isolation ondulée

#### Profitez de ces avantages

- Etanchéité durable et solidité élevée grâce à un cadre aluminium plié sur tout le périmètre et un joint de vitrage sans raccords
- Raccordement rapide et sûr des capteurs solaires grâce à des liaisons en tube ondulé en acier inoxydable
- Se monte partout : montage sur toits en pente, intégration à la toiture (Vitosol 200-F) et montage sur des supports indépendants, dans le sens vertical et dans le sens horizontal
- Système de fixation Viessmann d'un montage facile constitué de composants en acier inoxydable et en aluminium d'une remarquable tenue à la corrosion et contrôlés statiquement, une seule version pour tous les capteurs Viessmann
- Paroi arrière en tôle d'aluminium d'une remarquable tenue au perçage et à la corrosion
- L'absorbeur à revêtement sélectif, la couverture en verre solaire à faible teneur en fer et l'isolation très efficace assurent un captage solaire élevé



## Caractéristiques techniques Vitosol 100-F/Vitosol 200-F



Type	Vitosol 100-F SV1A	Vitosol 100-F SH1A	Vitosol 200-F SV2A	Vitosol 200-F SH2A
<b>Surface brute</b>	m <sup>2</sup>	2,51	2,51	2,51
<b>Surface d'absorbeur</b>	m <sup>2</sup>	2,32	2,32	2,32
<b>Surface d'ouverture</b>	m <sup>2</sup>	2,33	2,33	2,33
<b>Dimensions</b>				
Largeur	mm	1056	2 380	1 056
Hauteur	mm	2 380	1 056	2 380
Profondeur	mm	72	72	90
<b>Poids</b>	kg	41,5	41,5	40,9

Votre installateur :



## Principaux ratios de consommation d'eau

décembre 2007

**AVERTISSEMENT :** la comparaison à des ratios permet d'une part de se situer globalement par rapport aux établissements similaires. Néanmoins il est nécessaire de faire les mises en garde suivantes concernant l'utilisation des ratios :

- ✓ les études sur les consommations d'eau sont encore peu nombreuses et peu de valeurs de ratios sont disponibles, on retrouve en fait un certain nombre de valeurs qui sont reprises d'une publication à une autre, cette répétition ne constitue pas une validation. Les ratios doivent être considérés comme des indications dans l'attente de la publication d'études plus systématiques par secteurs et par usages ;
- ✓ les consommations actuelles des bâtiments tertiaires ne sont pour la plupart pas optimisées. En conséquence se situer dans une moyenne, voire même dans le bas de la fourchette ne saurait être une raison suffisante pour ne pas mener dans son établissement une analyse des consommations et une politique de réduction des consommations.

Le tableau suivant donne les principaux ratios connus à ce jour, avec des remarques qui sont destinées à permettre d'apprécier leur amplitude ou leur domaine d'emploi :

TYPE D'ETABLISSEMENT	RATIO	REMARQUES
Employé administratif dans un bâtiment de faible capacité (5 à 30 personnes)	30 à 50 litres / jour et 4l/j/m <sup>2</sup> de bureau	s'applique à des bureaux recevant peut de public Peut aussi correspondre à la consommation stricte des sanitaires d'un employé de bureau
Employé administratif dans un grand ensemble de bureau	100 à 150 litres / jour et personne	ce ratio s'applique plutôt aux grands ensembles de bureaux multiservices (cantine, clim, réception de visiteurs nombreux..) il est souvent présenté, à tort, par rapport au précédent ratio comme correspondant aux bureaux climatisés. En effet, tous les types de climatisation ne consomment pas beaucoup d'eau, et d'autres postes de consommation peuvent expliquer la différence
Scolaire	3 à 4 m <sup>3</sup> / an et élève en moyenne	3.2 m <sup>3</sup> /an/élève de collège en Gironde peut aller jusqu'à 6 m <sup>3</sup> /an/élève, pour les établissements techniques ou les laboratoires universitaires en général la consommation unitaire augmente avec l'âge des élèves, de 2.5 à 4 m <sup>3</sup> /an/élève : maternelle< primaire < collège < lycée
Centre de vacances	100 litres / jour et personne	
Activités sportives sans douche (salle de sport)	15 à 35 litres / personne	du nettoyage seul à d'autres prestations (climatisation à eau, cafétéria,...)
Activités sportives avec douche (salle de sport)	50 à 90 litres / personne	Précédent et douche
Stade nautique/piscine	50 à 200 litres / baigneur	70 à 120 litres / baigneur en moyenne, 45 à 60 l/j/baigneur si optimisé au maximum NB : toujours > mini légal de 30 l/j/baigneur

TYPE D'ETABLISSEMENT	RATIO	REMARQUES
Arrosage des espaces verts	arbuste ou vivaces : 4 l/m <sup>2</sup> gazon : 2.6 l/m <sup>2</sup> fleurs, annuelles : 1/m <sup>2</sup>	ces données moyennes peuvent varier d'au moins 20 % en fonction de la nature du sol (besoin en eau supérieur si sol sableux par rapport à un sol argileux), de l'exposition au vent, du système d'arrosage,... des consommations optimisées au plus juste sont inférieures d'au moins 20% à ces ratios
Maison de repos et de retraite	60 à 90 m <sup>3</sup> / an et lit	82 m <sup>3</sup> /an/lit en moyenne en Gironde
Hôpitaux / clinique	150 m <sup>3</sup> / an / lit	moyenne girondine La consommation fut un temps plus faible (100 à 150 m <sup>3</sup> /an/lit) ; les récentes contraintes liées aux maladies nosocomiales l'ont faite augmentée
Restauration collective	10 à 20 litres / repas préparé	selon que le repas est pris ou non sur place (vaisselle ou non)
Camping	30 m <sup>3</sup> /an/emplACEMENT	moyenne girondine : varie de 13 m <sup>3</sup> /an/empl en zone rurale à 50 m <sup>3</sup> /an/empl en zone littorale (et d'autant plus que la camping a une piscine) la présence d'une piscine augmente la consommation de 30% environ
Hôtel	150 à 300 l/nuit jusqu'à 2 étoiles, 400 à 600 au-delà	
Port de plaisance	15 à 20 m <sup>3</sup> /an/place	
Stade	3000 à 5000 m <sup>3</sup> / an	(la moyenne en Gironde (perfectible) est d'environ 4 200m <sup>3</sup> /an/stade L'arrosage optimisé d'un stade nécessite environ 2000 à 3500 m <sup>3</sup> /an selon la nature du sol et sa fréquence d'utilisation (honneur ou entraînement))
Salle de sport	300 à 500 m <sup>3</sup> / an	très variable selon la taille de la salle, ses équipements et sa fréquentation
Salle des fêtes	220 m <sup>3</sup> /an	moyenne girondine, valeur variable de 50 à 500 m <sup>3</sup> /an selon la fréquentation
Logement de fonction	115 m <sup>3</sup> / an	pour 2,3 personnes / logement en moyenne. Il s'agit de la moyenne girondine en 2004.
Laverie libre service	1 200 m <sup>3</sup> /an/U	
Pressing	900 m <sup>3</sup> /an/U	très variable selon clientèle, peut aller jusqu'à 3 000 m <sup>3</sup> /an/U
Blanchisserie	10 000 m3/an/U	moyenne girondine
Fleuriste	70 m <sup>3</sup> /an/U	
Bar, café	400 m <sup>3</sup> /an/U	moyenne girondine
Coiffeur	180 m <sup>3</sup> /an/U	130 m <sup>3</sup> /an/U coiffeur homme, 350 m <sup>3</sup> /an/U coiffure dame
Boulangerie	190 m <sup>3</sup> /an/U	moyenne girondine, un peu plus faible que l'estimation de l'association des propriétaires 1998 : 250 à 400 (plus de traiteurs ?)

TYPE D'ETABLISSEMENT	RATIO	REMARQUES
Boucherie	130 m <sup>3</sup> /an/U	moyenne girondine, cohérent avec l'estimation de l'association des copropriétaires de 1998 : 150 à 200 m <sup>3</sup> /an/U
Poissonnerie	290 m <sup>3</sup> /an/U	
		étude SMEGREG (2006) : grandes variations liées au système de froid (tour aéroréfrigérante, brumisation sur condenseurs en été ou pas,...). Consommations stables pour la production en atelier (0.8 l/client pour la boulangerie, boucherie, poissonnerie), le nettoyage ou les sanitaires internes (8 à 10 m <sup>3</sup> /an/empl)
Centrale béton	7 700 m <sup>3</sup> /an/U	moyenne girondine
Nettoyage des voiries ou parkings	5litres / m linéaire	varie en fonction du type de machine et du réglage
Nettoyage des véhicules	100 à 250 l/véhicule	suivant l'état de propreté du véhicule (et la fréquence de nettoyage), et son volume (la fourchette haute correspond plus aux camions ; compter 150 l en moyenne pour une voiture)
Hydrocurrage de réseau d'assainissement	20 à 30 m <sup>3</sup> /km	moyenne girondine
Essai de poteau incendie	150 l / U	(soit environ 10 secondes à pleine ouverture)

Les consommations unitaires suivantes peuvent permettre d'analyser les consommations d'un site :

Poste de consommation	Volume consommé	Commentaire
Douche	60 à 150 litres/usage (soit 4 à 10 min à 15 l/min)	Très variable selon le temps d'utilisation
Chasse d'eau	6 à 12 litres/usage	Selon le volume du réservoir et son mécanisme. Le volume le plus courant est de 9 litres environ.
Lave linge 5 kg	40 à 120 litres	Selon l'âge du lave-linge (depuis 2000 environ, les consommations unitaires ont beaucoup diminuées). La fourchette haute correspond aux très anciens modèles, qui consomment environ 120 l/cycle. Les lave-linge ayant une dizaine d'années consomment entre 80 et 10 litres par cycle en général. La fourchette basse correspond aux modèles les plus récents et performants (ils sont en général de classe A pour l'énergie), qui ont en général une consommation de 40 à 50 litres/cycle
Lave vaisselle type domestique (12 couverts)	20 à 50 litres/vaisselle	Dans ce cas également, la consommation est surtout liée à l'âge : - > 10 ou 15 ans : 50 litres/cycle ; - une dizaine d'années : 40 litres/cycle ; - récent et performant : 15 à 20 litres/cycle
Préparation des repas	10 litres	Si vaisselle : + 10 litres/repas

**Données meteo**

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T exterieure	5,7	7	9,1	10,6	14,6	17,6	19,4	20,3	16,4	13,4	8,5	6,1
T eau froide	9,04	9,7	10,75	11,5	13,5	15	15,89	16,34	14,39	12,89	10,45	9,25

T eau froide : Methode ESM2

**Installation**

<b>Captateurs</b>		<b>Stockage</b>	
Surface	62,8m <sup>2</sup>	Situation	Interieur (18 °C)
Vitosol 200-F SV2A et SH2A VIESSMANN (27 x 2,326 m <sup>2</sup> )			
Inclinaison	60 /Horiz	Temperature ECS	60 °C
Orientation	0 / Sud	Volume de stockage	40000 Litres
(*) Coefficient B	0,8	Cste de refroidissement	0,0699 Wh/jour.l. C
(*) Coefficient K	5,1W/m2. C	Type d'installation	Circulation forcee, echangeur separe

(\*) Coefficient B et Coefficient K : donnees Tecsol validees par VIESSMANN

	Irradiation capteurs (Wh/m <sup>2</sup> .jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	1573	6612	1377	44,4	20,8	3600
Fevrier	2450	5895	1910	68,2	32,4	3600
Mars	3774	6390	3173	102,4	49,7	3600
Avril	4108	6090	3454	115,1	56,7	3600
Mai	4267	6033	3759	121,3	62,3	3600
Juin	4535	5650	3817	127,2	67,5	3600
Juillet	4715	5723	4032	130,1	70,4	3600
Aout	4615	5665	3925	126,6	69,3	3600
Septembre	4203	5727	3444	114,8	60,1	3600
Octobre	3188	6113	2721	87,8	44,5	3600
Novembre	2181	6222	1777	59,2	28,6	3600
Decembre	1329	6585	1178	38,0	17,9	3600

Taux couverture solaire	47,5 %	Apport solaire annuel	34567 kWh/an
Besoin annuel	72705 kWh/an	Productivite annuelle	550 kWh/m <sup>2</sup> .an

calcul realise sur [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)



## SCHEMA DE DEVELOPPEMENT SOLAIRE DU PAYS DES MAUGES

Après avoir animé et conduit le schéma de développement éolien du Pays des Mauges, le CPIE Loire et Mauges propose, dans le même état d'esprit d'aide à la décision, un schéma de développement solaire de ce territoire. S'appuyant sur les particularités des ressources locales, excluant d'emblée l'implantation au sol sur les espaces agricoles naturels, il propose aux élus locaux des pistes d'exploration de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique, trop souvent méconnue, cette dernière apparaît pourtant, dans le contexte actuel, comme la piste à privilégier...

Conception et réalisation :  
**CPIE Loire et Mauges**  
**Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement**  
**Maison de Pays - BP 50048 - 49602 BEAUPREAU Cédex**  
Tél. 02 41 71 77 30  
[cpie-loire-et-mauges@paysdesmauges.fr](mailto:cpie-loire-et-mauges@paysdesmauges.fr)  
[www.cpie.paysdesmauges.fr](http://www.cpie.paysdesmauges.fr)

Contact : **Clément YOU, chargé d'action énergie/climat**  
[c-you@paysdesmauges.fr](mailto:c-you@paysdesmauges.fr)

Ce schéma a été réalisé grâce au soutien de :



**Février 2013**