



# Guide régional pour l'intégration architecturale des capteurs solaires



ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

DÉLÉGATION RÉGIONALE  
LANGUEDOC-ROUSSILLON



la Région  
Languedoc  
Roussillon

Un guide régional pour

# l'intégration architecturale des capteurs solaires

introduction

Pour lutter contre le changement climatique, la Région Languedoc-Roussillon mène depuis 2004 une politique volontariste et engage des moyens financiers conséquents (20 millions d'euros pour l'année 2008) pour la recherche de l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables. Cette démarche globale et ambitieuse place le Languedoc-Roussillon à la première place des régions françaises pour son budget par habitant consacré aux énergies renouvelables (7 €/hab/an). La Région multiplie les actions pour encourager les particuliers et les collectivités à recourir aux énergies de demain, dont l'énergie solaire.

**Le capteur solaire a une fonction précise, celle de transformer le rayonnement du soleil en énergie :**

- sous forme de chaleur pour produire de l'eau chaude sanitaire ou chauffer des locaux,
- sous forme d'électricité pour l'autoconsommation ou la vente sur le réseau.

La présence d'un capteur solaire se justifie sur un bâtiment par une nécessité fonctionnelle, régie par un certain nombre de contraintes techniques qui doivent faire l'objet d'un traitement esthétique soigné.

Tout comme la fenêtre ou la porte d'une maison, **le capteur solaire doit être considéré comme un élément de composition architecturale.**

À ce titre, l'architecte ou le concepteur se doit de l'intégrer dans l'ordonnement d'une façade, d'une toiture ou d'un volume, en veillant à conserver ses spécificités formelles ou fonctionnelles : éléments vitrés de couleur sombre, orientés vers le sud dans une zone dégagée de toute ombre.

La forte croissance du marché du solaire en Languedoc-Roussillon pose la question de l'intégration aux bâtiments d'un point de vue esthétique et technique. Cette préoccupation est encore plus forte dans les secteurs sauvegardés ou de forte sensibilité patrimoniale.

**Proposer des solutions à ces questions d'intégration, tel est l'objet de cette brochure.**

Elle s'adresse à tous les acteurs impliqués dans les différentes phases de la construction de bâtiments, depuis le concepteur et le prescripteur jusqu'au maître d'ouvrage.

L'artisan ou l'entreprise en charge de l'installation y trouvera aussi des informations réglementaires, techniques et architecturales permettant de réaliser des installations acceptables par tous, et donc d'éviter les contre-références.

## Introduction

Un guide régional pour  
l'intégration architecturale  
des capteurs solaires

# sommaire

## Le capteur solaire : principes généraux

### 6 Habitat et énergie :

#### d'abord éviter de consommer

Adopter un comportement économe  
Privilégier l'efficacité énergétique  
Recourir aux énergies renouvelables

### 7 Rappel de la réglementation

Le plan local d'urbanisme

### 8 Quelle autorisation demander pour la pose de capteurs solaires ?

Cas particuliers

### 9 Conseils pratiques

### 10 Réussir un projet solaire : les bonnes questions à se poser

La conception

La réalisation

### 11 L'énergie solaire, comment ça marche ?

Le solaire thermique

### 12 Le solaire photovoltaïque

### 13 L'implantation

## L'intégration architecturale des capteurs, principes et conseils

### 16 La démarche d'intégration en cinq étapes

Minimiser l'impact visuel

Adapter le capteur au bâtiment

Privilégier le capteur double fonction

Allier performance énergétique  
et intégration

### 17 Choisir le matériel adapté

### 18 L'implantation des panneaux solaires par typologie de toiture

#### 19 En toiture inclinée

#### 20 En façade

#### 21 En toiture-terrasse

#### 22 Hors bâtiment

### 23 L'intégration architecturale par l'exemple

## L'installation en pratique

### 28 Comment rédiger votre déclaration préalable pour une installation solaire ?

### 29 Coûts et aides financières

Combien coûte une installation solaire ?

Quelles sont les aides mobilisables ?

Le réseau des Espaces info énergie



### 30 Contacts utiles

### 31 Glossaire





Le capteur solaire :  
**principes  
généraux**



# Habitat et énergie : d'abord éviter de consommer

Avant d'investir dans un outil de production d'énergie d'origine renouvelable, aussi performant soit-il, il est primordial de faire d'importants efforts en matière de réduction de ses besoins énergétiques car l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas. Cette démarche peut se résumer en trois étapes.

*L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas.*

## Adopter un comportement économe

La sobriété énergétique fait appel aux comportements : privilégier une douche rapide à un bain, éteindre les lumières dans les pièces inoccupées, supprimer les veilles inutiles... Ce sont de petits gestes citoyens qui pour un ménage apportent une économie certaine, et cumulés à l'échelle d'un pays représentent un potentiel important de réduction des consommations d'énergie. Ne demandant aucun investissement, le temps de retour est immédiat.

## Privilégier l'efficacité énergétique

Il s'agit de choisir avec soin les matériels, les procédés constructifs et les équipements les plus économes en énergie. Concernant l'habitat, cela se traduit par :

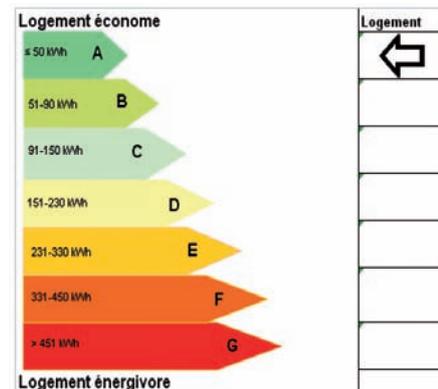
### • un habitat compact, bien orienté et bien isolé

La phase de conception est essentielle en raison de son impact sur toute la durée de vie du bâtiment. On s'attachera à respecter les principes bioclimatiques de base (avec l'aide d'un architecte) afin d'optimiser le confort d'été et d'hiver. Le choix se portera vers des matériaux isolants denses retardant la pénétration de chaleur et vers des vitrages à isolation renforcée pour limiter les déperditions. Un soin tout particulier sera apporté à la mise en œuvre, pour éviter les ponts thermiques (fuites de chaleurs aux points singuliers) et parfaire l'étanchéité à l'air.

### • des équipements performants

Ils permettront de gérer au mieux les flux d'énergie en les ajustant au confort et à la vie des occupants. Comme une bonne régulation/programmation diminue la consommation de chauffage, la pose d'économiseurs d'eau, de réducteurs de pression et de douchettes économes peuvent réduire de 50 % les dépenses en eau sanitaire, chaude et froide.

Concernant les usages de l'électricité, préférer les lampes basse consommation, quatre fois plus efficaces que celles à incandescence. L'étiquette énergie sur les appareils électroménagers permet de choisir les modèles les plus performants. Il existe aujourd'hui des réfrigérateurs classe A+, A++.



## Recourir aux énergies renouvelables

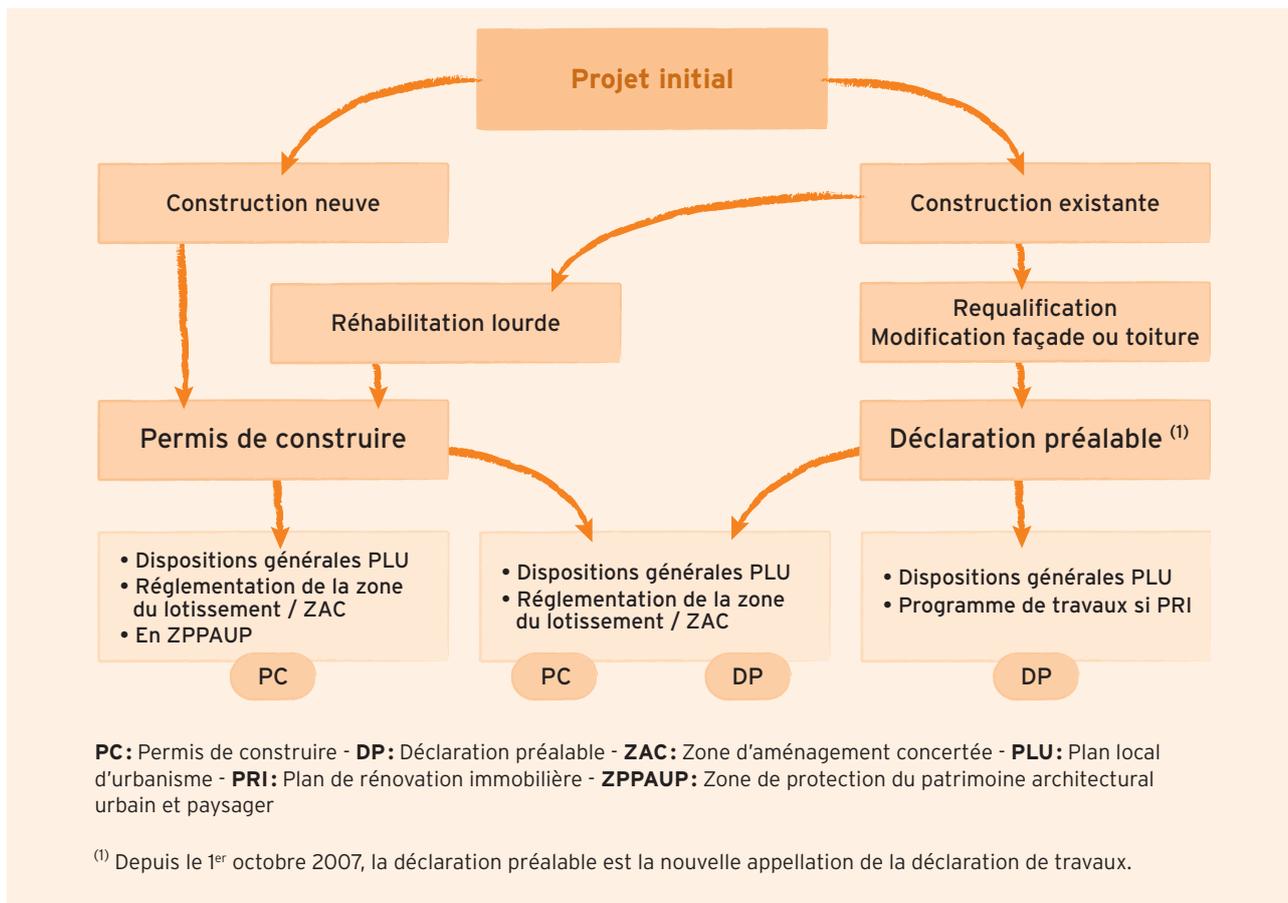
Le recours aux énergies renouvelables constitue le dernier pilier de cette approche qui ne prend tout son sens que si une démarche de sobriété et d'efficacité énergétique a été réalisée en amont. En dehors de l'économie financière réalisée, de l'impact sur l'environnement en termes de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées, c'est la proportion d'énergie renouvelable rapportée à votre consommation globale d'énergie qui se trouve valorisée.

*Le recours aux énergies renouvelables ne prend tout son sens que si une démarche de sobriété et d'efficacité énergétique a été réalisée en amont.*

# Rappel de la réglementation

Avant de concrétiser votre projet, il est indispensable de prendre contact avec le service urbanisme de la mairie ou la direction départementale de l'équipement (DDE) afin de vérifier la réglementation locale applicable à l'im-

plantation de capteurs solaires. Il s'agira dans un premier temps de consulter le plan local d'urbanisme (PLU) dont dépend la parcelle du projet.



## Le plan local d'urbanisme (PLU)

Le plan local d'urbanisme (PLU) est le document principal de planification de l'urbanisme communal ou intercommunal. Il remplace le plan d'occupation des sols (POS) depuis la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain dite loi SRU (13 décembre 2000). Il contient des éléments importants relatifs à l'aspect extérieur des bâtiments (pente et types de toitures, ordonnancement et couleurs de façades...) pouvant favoriser ou rendre plus difficile l'intégration de capteurs solaires. Il convient d'analyser avec soin ce document avec l'architecte ou l'installateur.

*Ex : Le PLU peut dans certains cas imposer une pente en toiture maximale de 30 %, ce qui peut être une contrainte à la pose de capteurs pour le chauffage solaire.*

Pour les communes dotées de carte communale, la pente sera évaluée en fonction du volet paysager sur l'intégration dans l'environnement. Par exemple, en zone de montagne, les pentes pratiquées ne sont généralement pas les mêmes.



## Quelle autorisation demander pour la pose de capteurs solaires ?

### Le permis de construire

Il est exigé dans le cas d'une construction neuve ou d'une réhabilitation lourde. Il sera accompagné d'un plan de situation, d'un plan de masse, des façades et niveaux et d'une notice d'insertion paysagère (notice de description du terrain et du projet, documents graphiques de la construction dans son environnement et deux photographies du lieu du projet).

### La déclaration préalable

C'est une procédure allégée pour les bâtiments existants qui concerne les travaux qui ne changent pas la destination d'une construction, qui créent une surface nouvelle de plancher inférieure à 20 m<sup>2</sup> SHOB (surface hors œuvre brute) ou qui modifient l'aspect extérieur du bâtiment (pose de capteurs solaires, réfection du toit, fermeture d'un balcon, ouverture d'une fenêtre.)

À compter de la réception du dossier, l'autorité compétente dispose d'un délai d'un mois pour faire connaître toute opposition au projet. Ce délai peut être étendu à deux mois si l'habitation est dans le périmètre d'un espace protégé. Dans ce cas, une notification vous est envoyée le premier mois.

L'absence d'opposition après la période d'instruction du dossier vaut accord. Vous trouverez en page 28 de ce guide des conseils pour obtenir et remplir votre déclaration préalable.

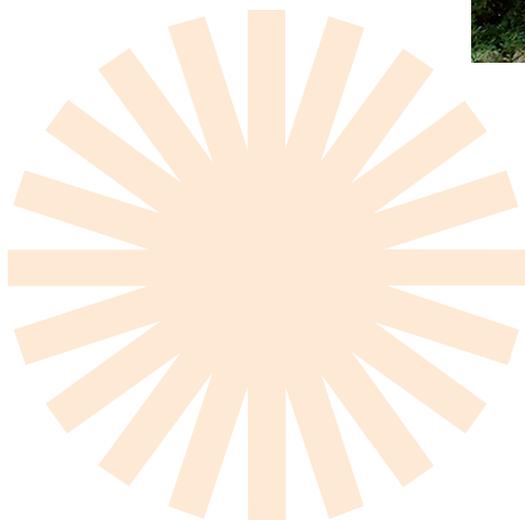
*La pose des capteurs solaires et soumise à une autorisation administrative : permis de construire ou déclaration préalable.*

## Cas particuliers

### Abords de monuments historiques, sites inscrits et sites classés

La loi impose un droit de regard sur toute intervention envisagée à l'intérieur d'un périmètre de protection d'un rayon de 500 mètres de rayon autour des monuments historiques. Toutes les modifications de l'aspect extérieur des immeubles, les constructions neuves, mais aussi les interventions sur les espaces extérieurs doivent recevoir l'accord de l'architecte des bâtiments de France (ABF).

Pour connaître les règles d'urbanisme s'appliquant aux abords de monuments protégés par d'autres types de mesures (ZPPAUP et secteurs sauvegardés), il est conseillé de prendre contact directement avec un conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE) ou avec les services départementaux de l'architecture ou du patrimoine (SDAP).



### Capteurs solaires et espaces protégés

Dans les secteurs protégés au titre des abords des monuments historiques, dans les sites inscrits et les sites classés, dans les zones de protection (ZPPAUP) ou les secteurs sauvegardés, la pose directe de capteurs solaires sur les bâtiments existants est parfois refusée parce que ces éléments techniques peuvent modifier le caractère homogène et l'équilibre d'un tissu ancien préservé.

La notion de covisibilité avec le monument est ici déterminante. L'architecte des bâtiments de France doit définir si les capteurs solaires et le monument sont visibles ensemble d'un point quelconque, ou l'un depuis l'autre. S'il y a covisibilité, le maire doit suivre l'avis de l'architecte des bâtiments de France. Dans le cas contraire, la décision finale lui appartient.

Dans ce cas, la recherche d'une autre implantation, au sol, dans un jardin, sur des bâtiments annexes ou des extensions, pourra être engagée.

### Conseils pratiques

- Quelle que soit la position envisagée des capteurs sur le bâtiment, prendre le temps de réfléchir à une intégration optimale avec l'installateur
- Une autorisation administrative est obligatoire sauf dans le cas d'installation des capteurs au sol (dans le cas général et si la hauteur totale n'excède pas 1,8 mètres). Le maître d'ouvrage est seul responsable en cas de litige avec les autorités ou le voisinage.
- En cas de réponse négative, obtenir un maximum de détails de la part de l'ABF ou du Maire sur la ou les motivations de son refus.
  - Si le refus est dû à un non-respect du cadre légal (PLU...), le recours a peu de chance d'aboutir. Les personnes ou autorités à contacter peuvent varier suivant l'avis donné par l'ABF (conforme ou simple) : maire, préfet ou commissions régionales du patrimoine et des sites.
  - Si le refus est dû à des critères esthétiques, il est toujours possible de modifier le projet après une entrevue avec l'ABF et de renouveler la demande de permis ou la déclaration de travaux.



# Réussir un projet solaire : les bonnes questions à se poser

Du projet à la réception des travaux, la mise en œuvre d'une installation solaire se fait selon un cheminement qu'il convient de respecter. Le professionnel du solaire constitue l'acteur central au cours de la plupart des étapes. D'autres acteurs sont également impliqués :

- au niveau du conseil :
  - l'espace info énergie (EIE)
  - les conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE)

- pour l'organisation des travaux :
  - le maître d'œuvre et l'architecte
- pour les démarches administratives :
  - la mairie (service de l'urbanisme)
  - le service départemental de l'architecture et du patrimoine (SDAP).

**Dans tous les cas, il faut savoir renoncer si les conditions nécessaires à un minimum de performances ne peuvent pas être réunies.**

## La conception

<b>1 - Quels sont mes besoins ?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimer le plus précisément possible les besoins en eau chaude, en chauffage et/ou en électricité, et leur variation durant l'année.</li> </ul>	EIE Professionnel Maître d'œuvre
<b>2 - Qu'ai-je le droit de faire ?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacter les services de l'urbanisme de la mairie ou la Direction départementale de l'équipement pour connaître le dispositif réglementaire applicable à la pose de capteurs solaires dans votre secteur.</li> </ul>	Mairie
<b>3 - Quelle installation pour mes besoins ?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir l'installation avec un professionnel formé aux techniques du solaire (liste sur <a href="http://www.qualisol.org">www.qualisol.org</a>) : faisabilité technique, dimensionnement.</li> <li>• Évaluer les possibilités d'intégration architecturale avec, si besoin, l'appui d'un architecte ou du CAUE.</li> </ul>	EIE CAUE Professionnel Maître d'œuvre
<b>4 - Quelles démarches administratives ?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire une demande d'autorisation administrative (se reporter au chapitre précédent).</li> <li>• Pour les installations photovoltaïques : une fois l'autorisation obtenue, débiter le montage des dossiers pour le contrat de raccordement et le contrat d'achat de l'électricité (cf. <a href="http://www.hespul.org">www.hespul.org</a>).</li> </ul>	Mairie Professionnel Maître d'œuvre

## La réalisation

<b>5 - Le financement de l'opération</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir la ou les demandes d'aide auprès des organismes concernés : se renseigner auprès de l'espace info énergie (EIE).</li> <li>• Se renseigner auprès des banques sur les possibilités d'obtention d'un prêt à taux bonifié.</li> </ul>	EIE Professionnel Maître d'œuvre
<b>6 - La réalisation de l'installation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire exécuter les travaux, vérifier le bon fonctionnement et réceptionner l'installation.</li> <li>• Collecter les notices techniques et d'utilisation ainsi que les garanties afin d'assurer le bon fonctionnement et l'entretien de l'installation.</li> </ul>	Professionnel
<b>7 - La constitution du dossier fiscal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplir la déclaration sur le revenu et joindre les factures acquittées pour bénéficier du crédit d'impôt sur les équipements en énergies renouvelables.</li> </ul>	EIE Professionnel Maître d'œuvre
<b>8 - L'utilisation de l'installation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveiller le bon fonctionnement de l'installation et la faire entretenir régulièrement (visite la troisième année conseillée pour le solaire thermique, et ensuite tous les deux ans).</li> </ul>	Professionnel



# L'énergie solaire : comment ça marche ?

## Le solaire thermique

*Solaire thermique: la transformation directe du rayonnement solaire en chaleur*

### L'eau chaude sanitaire

Un dispositif composé de capteurs solaires (2 à 8 m<sup>2</sup> pour une habitation) et d'un ballon de stockage, reliés entre eux par des conduits isolés, assure dans notre région 60 à 80 % des besoins en eau chaude sanitaire d'une famille. Il s'agit d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI).

**Chauffe-eau solaire individuel:  
2 à 8 m<sup>2</sup> de capteurs**



1



2

### L'eau chaude sanitaire ET le chauffage

10 à 20 m<sup>2</sup> de capteurs peuvent couvrir 25 à 50 % des besoins domestiques de chauffage à condition d'utiliser un plancher chauffant ou des radiateurs basse température. Ce sont les systèmes solaires combinés (SSC).

**Systèmes solaires combinés:  
10 à 20 m<sup>2</sup> de capteurs**

**Le cœur du système est un capteur plan** composé d'un absorbeur en métal foncé parcouru par un fluide qui s'échauffe au contact du soleil. Cet absorbeur est placé sous un vitrage dans un caisson isolé. La chaleur est ensuite transmise à l'eau sanitaire par le passage du fluide dans l'échangeur du ballon. Le format le plus répandu des capteurs est de 2 à 2,5 m<sup>2</sup>, seuls quelques fabricants proposent des tailles inférieures facilitant l'intégration architecturale. (1)

### Capteurs sous vide

Il existe également des capteurs sous vide. Plus efficaces pour un ensoleillement moyen, ils permettent d'atteindre des températures beaucoup plus élevées. En Languedoc-Roussillon, un rendement supérieur pour une même surface n'est pas forcément compensé par le surcoût financier et les risques de surchauffe en été. (2)

**Attention à ne pas sur-dimensionner l'équipement!** Cela revient à diminuer la rentabilité de l'investissement, augmente les risques de surchauffes, de vieillissement accéléré de l'équipement et détériore la qualité de l'antigel soumis à des températures très élevées.



## Le solaire photovoltaïque

*Solaire photovoltaïque: la conversion directe du rayonnement solaire en électricité*

### Raccordé au réseau

Le principe est d'injecter sur le réseau de distribution, via un onduleur, la totalité ou le surplus de la production d'électricité photovoltaïque qui sera ensuite vendu au fournisseur d'énergie.

Une installation de 3000 Wc correspond à une surface de capteurs comprise entre 25 et 30 m<sup>2</sup>.

### Site isolé

Pour les bâtiments non raccordés au réseau, la production d'électricité est stockée dans des batteries et alimente localement les besoins de l'occupant (hors appareils de grosse puissance).

Une installation de 8 à 10 m<sup>2</sup> dans des conditions optimales d'orientation et d'inclinaison (cf. ci-dessous) fournit une production d'électricité de l'ordre de 1200 kWh par an. À titre de comparaison, une famille de quatre personnes consomme entre 2000 à 3000 kWh d'électricité spécifique (hors chauffage et eau chaude sanitaire).

**Le cœur du système** est un module photovoltaïque composé de cellules à base de silicium qui a la propriété de générer un courant électrique lorsqu'il est exposé à la lumière. Assemblés en nombre pour atteindre la puissance voulue, les modules d'une surface de 0,5 à 3 m<sup>2</sup> forment un champ de capteurs d'une puissance moyenne de 120 W/m<sup>2</sup>.

### Prix d'achat de l'électricité photovoltaïque

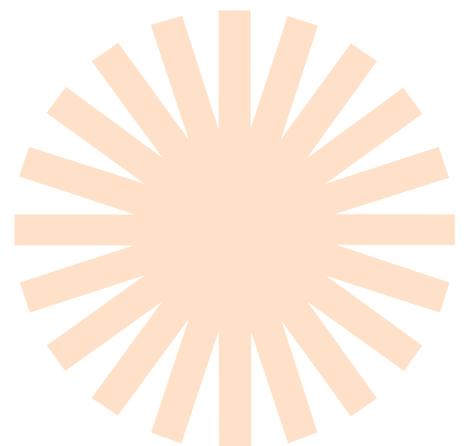
L'arrêté du 10 juillet 2006 fixe le prix d'achat de l'électricité photovoltaïque:

- un tarif de base de 0,30 €/kWh.
- une prime à l'intégration de 0,25 €/kWh, portant le tarif d'achat à 0,55 €/kWh.

Afin de vérifier si vous pouvez bénéficier du tarif d'achat bonifié de 0,55 € le kWh, vous pouvez consulter un guide d'application publié par la Dideme en annexe de l'arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par un générateur photovoltaïque. [www.industrie.gouv.fr/energie/electric/pdf/guide-integration.pdf](http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/pdf/guide-integration.pdf)



La durée de vie d'un panneau photovoltaïque est de 25 à 30 ans avec une perte de rendement inférieure à 10 %.



## L'implantation

### Orientation et inclinaison

Il s'agit ici de trouver le meilleur compromis entre l'inclinaison et l'orientation des capteurs.

	Inclinaison		Orientation	
	Optimale	Possible	Optimale	Possible
<b>CESI</b>	45°	de 17° à 90°	plein sud	est / ouest
Les besoins d'eau chaude étant à peu près constants sur l'année pour une habitation principale, la marge de manœuvre au niveau de l'inclinaison est importante.				
<b>SSC</b>	60°	de 45° à 90°	plein sud	+/- 30°
Parce qu'il est essentiel de favoriser l'ensoleillement d'hiver, bas dans le ciel, les capteurs doivent impérativement être fortement inclinés.				
<b>Photovoltaïque</b>	30°	de 0° à 60°	plein sud	est / ouest
Dans le cas d'une installation raccordée au réseau, on cherche à maximiser la production ; l'ensoleillement d'été sera alors prioritaire. Une faible inclinaison devra être dès lors privilégiée.				

À titre indicatif, les pentes de toit en zone littorale sont de 17°, soit 33 %

### Masques: l'influence des ombres sur les performances

Il est important de prendre en compte lors du choix d'implantation des capteurs les ombres portées présentes, mais aussi à venir. Ces ombres peuvent être produites par des arbres, d'autres bâtiments, un relief important... Au moindre doute, l'installateur devra avoir recours à une étude de masques.

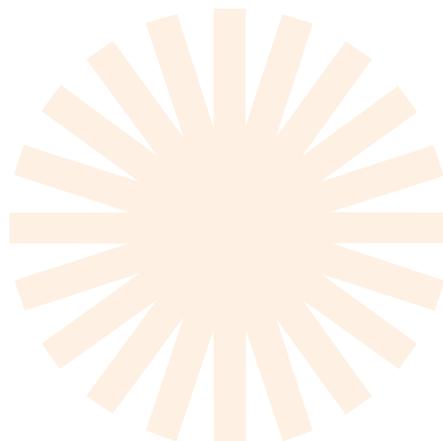


**Attention!** Les cellules étant assemblées en série, un ombrage, même partiel peut perturber l'ensemble de la production photovoltaïque.

### Les autres contraintes techniques d'implantation

- Pour une bonne performance des systèmes, il est nécessaire de limiter les distances entre les capteurs, le ballon et les points de puisage.
- Les tuyauteries extérieures, ou dans des locaux non chauffés, doivent être calorifugées.
- Assurer une bonne accessibilité aux éléments de sécurité (sondes, purges...).
- Soigner particulièrement les passages de câbles et les tuyauteries dans le bâtiment.
- Le poids des capteurs (environ 25 kg/m<sup>2</sup> pour un capteur plan, 15 kg/m<sup>2</sup> pour des tubes sous vide, 18 kg/m<sup>2</sup> pour des modules photovoltaïques), les risques de prise au vent, l'état des composants qui accueilleront l'installation sont autant d'éléments qui doivent être pris en compte dans le cadre d'installation prévue pour fonctionner 20 à 30 ans.

En cas d'intervention sur la toiture, l'installateur doit être couvert par une garantie décennale concernant l'étanchéité.







# L'intégration architecturale des capteurs : principes et conseils

La démarche d'intégration des capteurs solaires implique des approches différentes dans la construction neuve et dans l'existant.

## La construction neuve

Elle offre des possibilités d'intégration très étendues, et permet de limiter le coût de la réalisation par une conception en amont de l'installation. Dans ce cas, la forme et les contraintes techniques des capteurs peuvent être utilisées pour produire des volumes architecturaux originaux et innovants.

## La rénovation d'un bâtiment existant

Elle est plus limitée dans les possibilités d'intégration et d'un coût parfois plus élevé (percement, fixation sur le bâti...). Cependant ces contraintes peuvent être atténuées et on peut utiliser le capteur pour l'amélioration ou la réhabilitation du bâti existant (auvent, véranda, réfection de toiture...).



# La démarche d'intégration en 5 étapes

Une intégration solaire réussie dépend de la conjugaison optimale des critères suivants :

## 1) Minimiser l'impact visuel des capteurs dans leur environnement proche et lointain

On doit apprendre à regarder le bâtiment dans son intégralité, et depuis plusieurs points de vue, proches ou lointains. C'est à partir de cette vision globale du bâtiment qu'on peut envisager les différents positionnements possibles pour les capteurs et arrêter un choix.

## 2) Adapter forme, proportion et position du champ de capteur à la physionomie générale du bâtiment

On veillera à respecter une certaine symétrie dans l'implantation des capteurs en alignant le champ sur les différentes composantes du bâtiment (arches, ouvertures...). Lorsque c'est envisageable il est préférable de couvrir l'intégralité d'un pan de toiture.

## 3) Privilégier le capteur double fonction

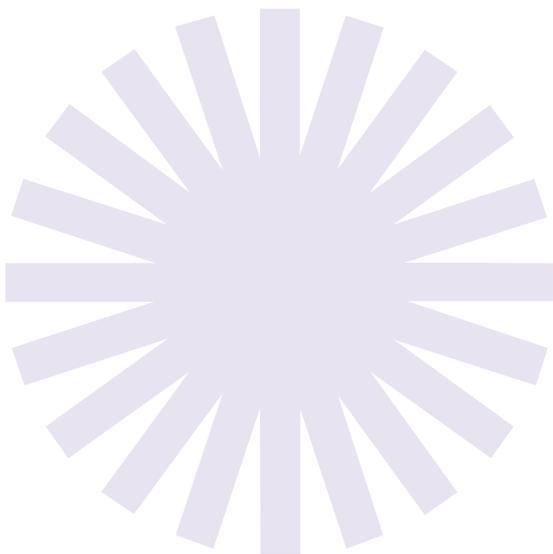
La meilleure intégration est peut-être celle où le capteur devient un composant du bâti et non un simple élément technique rapporté. Les possibilités sont nombreuses : fonction couverture, brise-soleil, allège, garde-corps, fenêtre, verrière, bardage, mur-rideau...

## 4) Allier performance énergétique et intégration

Une bonne intégration architecturale ne nuit pas aux performances globales du système. Selon l'usage on veillera à respecter les prescriptions du fabricant pour optimiser l'inclinaison, l'orientation, éviter les ombres portées...

Exemple : une pente de capteurs faible maximise la production d'électricité d'un générateur photovoltaïque raccordé au réseau, le rayonnement solaire étant plus important en été. Au contraire, pour le chauffage solaire où les besoins se concentrent en hiver, les capteurs devront avoir une pente plus importante.

Aucune solution n'est figée, seul un compromis permet de conjuguer intégration esthétique et rendement.



## 5) Choisir le matériel adapté

Le marché du solaire s'est fortement développé en Europe ces dernières années et si la tendance est à la standardisation du matériel, certains fabricants proposent des types de capteurs et accessoires facilitant l'intégration du solaire dans les bâtiments. En fonction de l'usage recherché, diverses solutions s'offrent à vous.

Pour une **intégration visuelle optimale**, les capteurs plans sont disponibles avec des coffres de couleur plus ou moins compatible avec celle de la toiture. Une vitre antireflet minimise l'impact visuel lointain. L'utilisation de raccords isolés colorés permet de passer les tubes plus discrètement. (3)

Pour une **intégration physique dans la toiture**, certains capteurs sont dotés d'un double avis technique du CSTB pour la fonction solaire et étanchéité. Dans ce cas, les capteurs remplacent la couverture et se fondent dans la pente du toit. Ces travaux bénéficient d'une garantie décennale. Attention à la compatibilité du système avec la pente de toiture envisagée. (2)

Une **intégration architecturale réussie** dépend aussi de la forme du champ de capteurs et de sa position dans la toiture ou la façade qui doit s'harmoniser avec les proportions du bâtiment. Des capteurs verticaux ou horizontaux de formats variables permettent de trouver le meilleur compromis esthétique.

Enfin, on trouve aujourd'hui des capteurs spécifiques innovants qui permettent **d'ajouter au solaire une autre fonction dans le bâtiment**. Quelques exemples :

Pour la production d'électricité, capteurs à membrane souple, semi-transparents pour une véranda ou une fenêtre, avec du silicium coloré... (1)

Des systèmes de fenêtre de toit couplés à un capteur thermique, des capteurs mixtes thermiques/photovoltaïques. (4)

**Dans la phase importante du choix du matériel adapté, votre interlocuteur principal sera l'installateur solaire qualifié.**

2



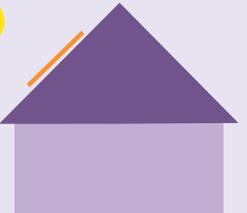
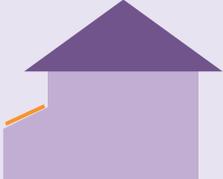
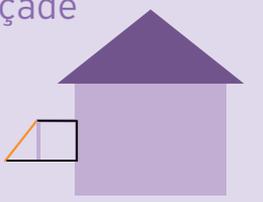
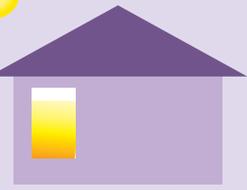
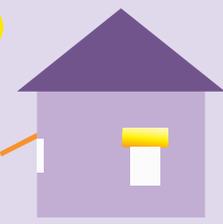
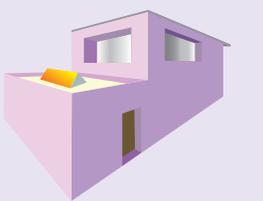
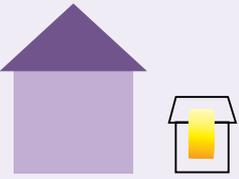
3

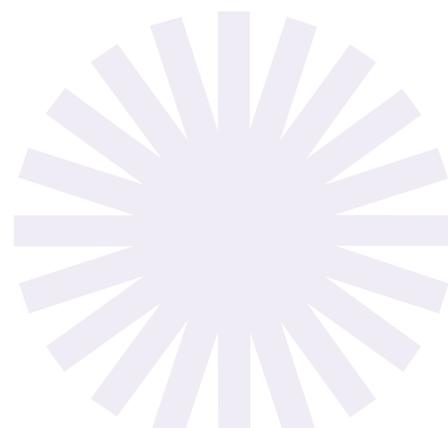


4

# L'implantation des panneaux solaires par typologie de toiture

Ce tableau, non exhaustif, présente quelques solutions d'intégration architecturales qui seront à adapter ou à valider par l'installateur selon le type de production souhaitée (eau chaude, chauffage ou production d'électricité).

<p><b>En toiture inclinée</b></p>  <p>Capteurs suivant la pente de la toiture: favorise les gains entre mars et octobre, idéal pour le photovoltaïque.</p>	 <p>En région montagneuse et enneigée en hiver, la pente optimise les gains énergétiques sur l'année. Idéal pour le chauffage.</p>	 <p>Capteurs en couverture de porche ou de véranda. L'intégration se fait naturellement dans le volume architectural.</p>
<p><b>En façade</b></p>  <p>Capteur en garde corps</p>  <p>Capteur en allège</p>  <p>Capteur en auvent ou brise soleil</p>  <p>Le capteur est devenu un élément de la paroi verticale. Il structure l'organisation architecturale de la façade.</p>  <p>Capteurs en couverture de porche ou de véranda. Ils constituent un auvent sur la façade.</p>		
<p><b>En toiture terrasse</b></p> 	<p><b>Sur une dépendance</b></p> 	<p><b>Au sol</b></p> 



## En toiture inclinée

Les bases d'une intégration réussie :

- aligner le champ de capteurs avec les éléments constitutifs du bâtiment (baies vitrées, arches...),
- privilégier une incorporation des capteurs dans la toiture,
- intégrer soigneusement les passages de câbles ou tuyauteries.

### Pour une construction neuve

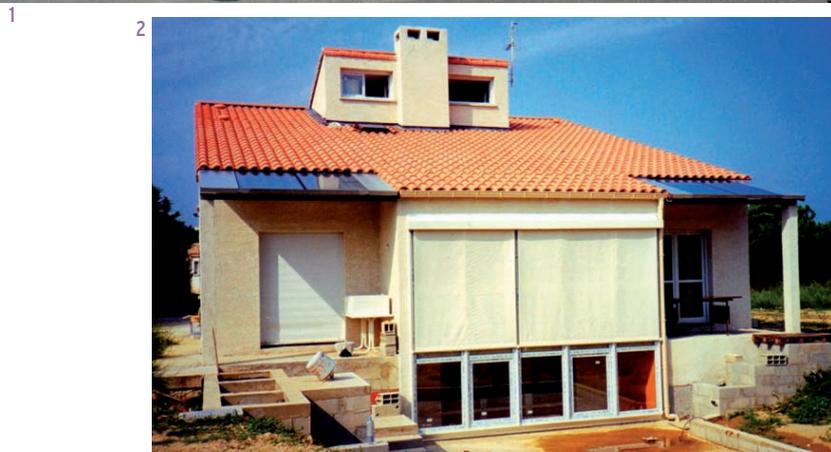
Vérifier la réglementation locale avant la conception du projet.

Pour les grandes surfaces (chauffage solaire, eau chaude collective ou photovoltaïque), adapter si possible la taille du champ de capteurs pour couvrir l'intégralité d'un pan

de toiture. Si la taille du champ ne correspond pas exactement à la toiture, il peut être plus avantageux de compléter la surface restante par l'ajout d'un bac acier, d'un complexe d'étanchéité, d'un vitrage sans absorbeur... L'objectif est d'éviter un contraste trop marqué entre une grande surface vitrée foncée et une petite surface de tuiles.

### Pour une construction existante

Ne pas surélever le capteur par rapport à la pente de la toiture mais trouver une alternative (intégration en façade, au sol...). Choisir le corps du bâtiment où l'impact visuel sera moindre.



1 - Le capteur est situé dans l'axe des ouvertures de la façade.

2 - Les capteurs constituent des auvents couvrant les deux terrasses latérales de la maison.

3 & 4 - Dans ces deux cas, le capteur couvre un pan de couverture complet.

## En façade

En façade, les capteurs peuvent profiter de décrochements pour prendre leur place naturellement. Les allèges, gardes corps et vérandas offrent aussi des possibilités d'intégration intéressantes. Le dessin de la façade est alors structuré autour de l'élément capteur qui impose sa présence et devient une partie forte de l'architecture.

### Sur paroi verticale

S'il est possible d'intégrer des capteurs en façade (inclinés à 90°) pour l'eau chaude, le chauffage et la production d'électricité, la perte de rendement est importante dès que l'on s'éloigne d'une orientation plein sud.

Cette solution est souvent préconisée dans le cas d'une toiture orientée est-ouest. Peu esthétique à la base, il est alors préférable d'associer aux capteurs une double fonction. (1&2)



### Capteurs en allège, auvent, garde-corps, brise-soleil...

En allège, le capteur peut être intégré sous une fenêtre. Il peut aussi servir d'auvent pour protéger le porche de la maison, ou servir d'élément de garde-corps pour un balcon. En calculant l'angle et la position du capteur sur la façade, le capteur peut aussi jouer le rôle de brise-soleil améliorant le confort d'été.

### Capteurs en couverture de décrochements de façades ou de vérandas

Une intégration recommandée est celle de la couverture d'un décrochement de façade. L'inclinaison optimum du capteur peut ainsi être préservée. Le choix judicieux de l'orientation permet un ensoleillement maximum. Le capteur est naturellement intégré dans le volume architectural. (3&4)



## En toiture terrasse

### Les bases d'une intégration réussie

Cette solution, surtout utilisée dans le collectif, laisse peu de place à une intégration réussie. Les capteurs sont disposés sur un châssis dont l'orientation et l'inclinaison auront été optimisés en fonction de l'usage. On veillera cependant :

- à reculer suffisamment les capteurs de l'acrotère (muret situé en bordure de toitures terrasses) en vue de limiter l'impact visuel pour les passants,
- si cet acrotère n'est pas présent, à soigner alors la symétrie avec les composantes du bâtiment,
- à vérifier la conformité de l'accrochage du champ de capteurs avec les DTU neige et vent et préserver l'étanchéité,
- à utiliser éventuellement un habillage latéral pour masquer la structure métallique.



1 & 2 - Capteurs verticaux en façade ou en pignon intégrés comme des éléments à part entière de ces façades

3 - Le capteur a une fonction d'allège et de auvent

4 - Le capteur protège et délimite la terrasse de cette maison



5



6

5 - En toiture terrasse

6 - En appui sur un décroché de toiture



## Hors bâtiment

### Capteurs au sol

Dans certains cas favorables, les capteurs peuvent être posés sur talus. Il est alors nécessaire de les protéger des salissures qui pourraient diminuer leur rendement. L'intérêt est de simplifier la pose et d'obtenir l'angle d'inclinaison choisi pour le capteur. Cette solution est envisageable sur un talus de jardin ou sur une terrasse au pied de la maison.



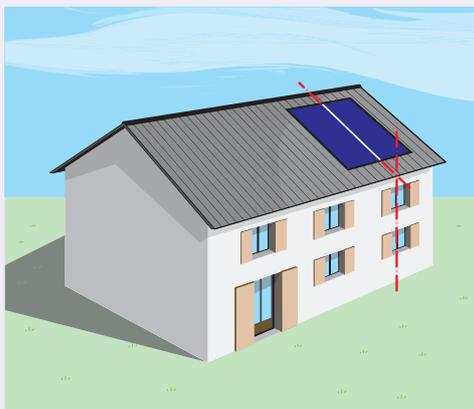
1&2 - Le capteur "au sol" trouve sa part dans le paysage lorsqu'il est en liaison évidente avec d'autres éléments du paysage. Ici, deux types de murs de soutènement de terrasses. Attention aux masques futurs dus à la pousse de la végétation!

3 - Le capteur solaire a ici une autre fonction: toiture de garage ou d'abri bois (installation photovoltaïque).

4 - L'aspect industriel et contemporain des matériaux du capteur peut trouver une alliance heureuse avec les matériaux locaux (chauffage).



# L'intégration architecturale par l'exemple



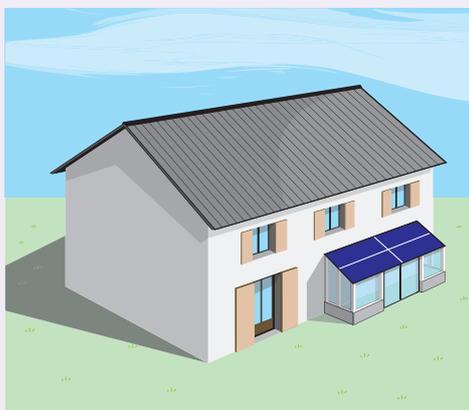
Le petit capteur en toiture est placé dans l'axe des fenêtres existantes



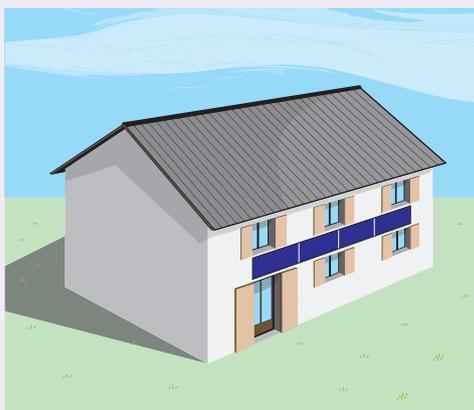
Les capteurs couvrent la totalité du pan de toiture du garage



Les capteurs forment un auvent qui crée une ombre portée sur les fenêtres du rez-de-chaussée en été



Les capteurs couvrent la totalité du pan de toiture de la serre



Les capteurs disposés en bandeau vertical ont la même largeur que l'ensemble des fenêtres de l'étage



# L'intégration architecturale par l'exemple



Le capteur s'intègre mieux quand il est situé dans la logique des éléments de la façade. Ici, dans l'axe de la porte-fenêtre.



Ce capteur constitue un auvent sur l'entrée de l'immeuble. Son intégration peut être améliorée en accentuant sa fonction de porche (adaptation de sa hauteur et ajout de poteaux) et en lui donnant la même pente que celle de la couverture principale.





1

L'intégration de ce capteur vertical en façade sera améliorée si :

- les quatre capteurs sont placés à la verticale et qu'ils sont alignés, en partie haute, sur les linteaux des ouvertures de l'étage (2)
- en deuxième option, on peut encore améliorer leur intégration en complétant l'ensemble par la création d'un pan de façade homogène descendant jusqu'au sol (3).



2



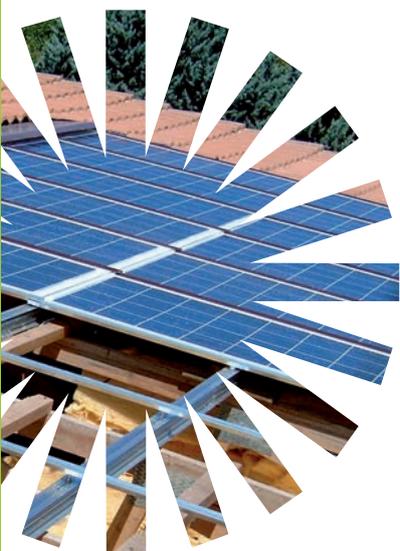
3



Dans le cas de cette construction neuve, l'intégration des panneaux solaires sur le panneau central de la façade aurait amélioré la composition générale de celle-ci.







# L'installation en pratique



# Comment rédiger votre déclaration préalable pour une installation solaire ?

## La procédure de déclaration préalable

C'est une procédure obligatoire dans le cas d'un bâtiment existant à entreprendre le plus tôt possible, le délai minimum d'obtention de l'autorisation étant de un mois.

Le document est une feuille de formulaire Cerfa 13404\*01 intitulée "Déclaration préalable Constructions, travaux, installations et aménagements non soumis à permis comprenant ou non des démolitions". Elle est divisée en plusieurs sections :

- 1 - Identité du déclarant** : Champ pour indiquer si l'utilisateur est un particulier (Madame/Monsieur) ou une personne morale (Dénomination, Raison sociale, N° SIRET, Catégorie juridique). On y trouve également des champs pour le nom et le prénom du représentant de la personne morale.
- 2 - Coordonnées du déclarant** : Champ pour l'adresse (Numéro, Voie, Lieu-dit, Localité, Code postal, Cedes) et la division territoriale. Une section supplémentaire permet de préciser si le déclarant habite à l'étranger.
- 3 - Informations complémentaires** : Un champ pour indiquer si l'utilisateur accepte de recevoir par courrier électronique les documents transmis en cours d'instruction par l'administration à l'adresse suivante.

## Qui doit la demander ?

C'est l'utilisateur du bâtiment. L'installateur doit informer son client de la démarche à réaliser.

## Où retirer le document ?

Auprès du service urbanisme de la mairie. Le document Cerfa 13404\*01 est aussi téléchargeable sur le site [www.service-public.fr](http://www.service-public.fr) ou disponible auprès de votre installateur Qualisol.

## Quelles sont les pièces à fournir ?

- Un plan de situation, il permet de localiser le terrain par rapport aux voies et de vérifier s'il est dans un périmètre protégé.
- Un plan de masse de la construction, coté en trois dimensions avec les distances de la construction par rapport aux limites séparatives et autres implantations du terrain.

- Une représentation de l'aspect extérieur de la construction faisant apparaître les modifications projetées.
- Les plans des façades et toiture à modifier.
- Un plan en coupe du terrain et de la construction qui complète le plan masse et permet de comprendre l'incidence du projet sur le profil général de la construction si celui là est modifié.
- Le maître d'ouvrage présente un document sobre de la modification apportée sous forme d'illustration ou de photographies. Cela permet au service urbanisme d'appréhender rapidement les changements prévus.
- Une photo présentant la situation avant et après travaux, avec une vision d'ensemble du bâtiment.

Exemple :  
Pose de capteurs solaires thermiques en surimposition sur la toiture en tuile.

Sur une toiture tuile, la pose en intégrée ou en surimposition est la solution recommandée (la pose en surélévation risque d'être refusée). La pose au sol sera préférée dans certains sites protégés.



## Où déposer les documents ?

Les documents sont à déposer en deux exemplaires au service urbanisme de la mairie considérée (trois exemplaires si la consultation de l'architecte des bâtiments de France est requise).

Un **récépissé de dépôt** sera délivré au déclarant, fixant à priori les délais de droit commun d'instruction. En Languedoc-Roussillon, ce récépissé sera à joindre à la demande de **chèque solaire régional**, et à toute demande de subvention pour une installation photovoltaïque raccordée au réseau.

# Coûts et aides financières

**Avertissement:** les éléments de coûts affichés dans cette page sont fournis à titre indicatif. Ils ne représentent en aucun cas une base de négociation et peuvent varier fortement suivant certains paramètres: les surfaces installées, la qualité de l'équipement, la complexité du chantier... Chaque chantier est un cas particulier dont le coût est défini par le professionnel.

Combien coûte une installation solaire ?	Prix indicatifs
<b>Production d'eau chaude solaire</b>	
CESI: installation d'un chauffe-eau solaire individuel pour une famille de 4 personnes	5 500 € à 6 000 €
Installation de production d'eau chaude solaire collective (> 8 m <sup>2</sup> de capteurs)	1 000 € à 1 200 € HT/m <sup>2</sup>
<b>Chauffage solaire</b>	
SSC: installation d'un système solaire combiné pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire	15 000 € à 20 000 €
<b>Électricité solaire</b>	
Pour un système raccordé au réseau les prix varient suivant le type d'intégration	7,50 € et 9,50 € par Watt crête
Exemple: Installation de capteurs posés en remplacement de la toiture, surface de 25 m <sup>2</sup> , puissance 3 kWc, onduleur.	23 000 € à 27 000 €

Les prix indiqués incluent la fourniture des matériels et la pose, dans le cas d'une habitation de plus de deux ans (la TVA appliquée est à 5,5 % sauf mention contraire) avant primes et crédit d'impôts éventuels.

## Quelles sont les aides mobilisables ?

La Région Languedoc-Roussillon soutient les projets des particuliers, pour l'installation de chauffe-eau solaire individuel et les installations photovoltaïques raccordées au réseau.

Pour les projets collectifs, des aides peuvent être mobilisées suivant les cas, auprès de la Région Languedoc-Roussillon et de l'Ademe.

Pour tout renseignement, consultez le site internet de la Région Languedoc-Roussillon :  
[www.languedocroussillon.fr](http://www.languedocroussillon.fr)

## Le réseau des Espaces info énergie

La Région Languedoc-Roussillon et l'Ademe soutiennent un réseau d'information et de conseil de proximité sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

Le réseau des Espaces info énergie est constitué de 10 espaces et compte 15 conseillers au service du public. Retrouvez leurs coordonnées à la fin de ce guide ou sur le site [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

# Contacts utiles

## Espaces info énergie

**Narbonne (11)**  
SYNDICAT MIXTE DE PRÉFIGURATION DU PNR  
DE LA NARBONNAISE  
Tél.: 04 68 42 66 57  
t.legrand@parc-naturel-narbonnaise.fr

**Carcassonne (11)**  
CAUE 11  
Tél.: 04 68 11 65 29  
aude.caue@wanadoo.fr

**Lézignan Corbières (11)**  
PAYS CORBIERES MINERVOIS  
Maison Gibert  
Tél. : 04 68 27 88 10

**Alès (30)**  
MAISON DE LA NATURE ET DE L'ENVIRONNEMENT  
Tél.: 04 66 52 78 42  
eie.mne.ales@wanadoo.fr

**Nîmes (30)**  
CAUE du Gard  
Tél.: 04 66 70 98 58  
eie.caue30@wanadoo.fr

**Bédarieux (34)**  
PAYS HAUT LANGUEDOC ET VIGNOBLES  
Tél. : 04 67 95 72 21

**Montpellier Mèze (34)**  
GEFOSAT  
Tél.: 04 67 13 80 94  
eie@gefosat.org

**Montpellier (34)**  
ALE/EIE  
Tél. : 04 67 91 96 91

**Saint Chély d'Apcher (48)**  
CLCV 48  
Tél. : 04 66 32 31 05  
eie48@aol.com

**Perpignan (66)**  
EIE du Conseil général des Pyrénées-Orientales  
Tél. : 04 68 85 82 18  
eie.66@cg66.fr

## Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement

(CAUE 11 - 30 - 34- 48 - 66)  
Union Régionale des CAUE Languedoc-Roussillon  
m.noel@caue-lr.org  
www.caue-lr.org

## Services départementaux de l'architecture et du patrimoine (SDAP)

Aude: 04 68 47 26 58  
Gard: 04 66 29 50 18  
Hérault: 04 67 06 81 21  
Lozère: 04 66 49 19 13  
Pyrénées-Orientales: 04 68 34 51 93

## Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB Languedoc-Roussillon)

Tél.: 04 99 58 31 00  
capeb-lr@wanadoo.fr

## Enerplan (association des professionnels du solaire)

Tél.: + 33 4 42 32 43 20  
www.enerplan.asso.fr

## Fédération française du bâtiment Languedoc-Roussillon (FFB LR)

Tél.: 04 67 58 52 20  
www.languedoc-roussillon.ffbatiment.fr

## Qualisol (base en ligne des professionnels du solaire thermique)

www.qualisol.org

## Qualipv

Base en ligne de professionnels du solaire photovoltaïque  
www.qualipv.org

## Ordre des architectes

www.architectes.org

## Direction régionale de l'équipement (DRE-DDE)

www.languedoc-roussillon.equipement.gouv.fr

## Remerciements

Ce guide est l'aboutissement d'une réflexion engagée dans le cadre d'un groupe de travail régional animé par la Région Languedoc-Roussillon et associant : la Région Languedoc-Roussillon, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, les Conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement, la Fédération française du bâtiment, la Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment, le collège régional des Architectes des bâtiments de France, la Direction départementale de l'équipement de l'Aude, l'Ordre des Architectes, et ENERPLAN.

Ce guide a été rédigé par GEFOSAT, en collaboration avec Pierre CHALUMEAU et Xavier BELHOMME.

# Glossaire

**Allèges:** Partie maçonnée, menuisée ou vitrée séparant le sol de la fenêtre

**Auvents:** Protections solaires requises pour protéger les façades et baies vitrées du rayonnement solaire et améliorer le « confort d'été »

**ABF:** Architecte des bâtiments de France

**Ademe:** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**Capeb:** Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment

**Capteurs plans:** Capteur sans concentration dans lequel la surface de l'absorbeur est sensiblement plane.

**Capteurs sous vide:** Capteur thermique constitué de tubes transparents généralement en verre, comportant un espace vide d'air entre la paroi extérieure de chaque tube et son absorbeur.

**CAUE:** Conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement

**CESI:** Chauffe-eau solaire individuel

**Covisibilité:** On parle de covisibilité ou de « champ de visibilité » lorsque les capteurs solaires sont au moins en partie dans les abords d'un monument historique et visibles depuis lui ou en même temps que lui.

**CSTB:** Centre scientifique et technique du bâtiment

**DDE:** Direction départementale de l'équipement

**Dideme:** Direction de la demande et des marchés énergétiques

**DP:** Déclaration préalable

**DT:** Déclaration de travaux

**Échangeur:** Il est immergé dans le ballon de stockage d'eau chaude et/ou chauffage, il chauffe celle-ci par échange thermique. Il peut être externe au ballon, on emploiera le terme « d'échangeur à plaques ».

**EIE:** Espace info énergie

**FFB:** Fédération française du bâtiment

**Garde-corps:** Ensemble d'éléments formant une barrière destinée à protéger les personnes du risque de chute et à retenir les objets

**Maître d'ouvrage:** Celui qui décide, qui amène les fonds propres, le client

**Maître d'œuvre:** Celui qui construit, l'entreprise ou l'artisan

**Onduleur:** Dispositif électronique et statique servant à convertir le courant électrique continu en courant alternatif avec la fréquence souhaitée. La puissance « apparente » de l'onduleur s'exprime en voltampères (VA).

**PC:** Permis de construire

**PLU:** Plan local d'urbanisme

**POS:** Plan d'occupation des sols

**Pose en intégré:** Les capteurs solaires font office de toiture. Ils entrent dans la garantie décennale du bâtiment.

**Pose en surimposition:** Les capteurs solaires sont posés sur une toiture existante.

**PRI:** Plan de rénovation immobilière

**SDAP:** Services départementaux de l'architecture et du patrimoine

**SHOB:** Surface hors œuvre brute

**SRU (loi):** Loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain

**SSC:** Systèmes solaires combinés (eau chaude sanitaire + chauffage)

**Wc:** Le Watt crête caractérise la puissance maximale délivrée par un panneau photovoltaïque pour une irradiation solaire de 1000 W/m<sup>2</sup>.

**ZAC:** Zone d'aménagement concertée

**ZPPAUP:** Zone de protection du patrimoine architectural urbain et paysager



Ademe  
Délégation régionale Languedoc-Roussillon  
119 avenue Jacques Cartier  
34965 Montpellier cedex 2  
Tél. 04 67 99 89 79  
Fax 04 67 64 30 89

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

**DÉLÉGATION RÉGIONALE  
LANGUEDOC-ROUSSILLON**

Hôtel de Région  
Direction de l'environnement  
201 avenue de la Pompignane  
34064 Montpellier cedex 2  
Tél. 04 67 22 80 00

tramway lignes 1 & 2: Place de l'Europe

[www.laregion.fr](http://www.laregion.fr)

Pour tous renseignements :  
Info énergie Languedoc-Roussillon

 **N°Azur 0 810 810 034**

PRIX APPEL LOCAL

