

> 03 Mai 2023

# Guichet de la Rénovation Énergétique

## Solaire photovoltaïque

toulouse  
métropole



L'aide à la rénovation énergétique



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 890598

# Sommaire

- Présentation de la Maison de l'énergie
- Les grands principes de rénovation
- Le solaire photovoltaïque
  - Différence thermique/photovoltaïque
  - Définition du solaire photovoltaïque
  - Différents modes de raccordement
  - Options technologiques
  - Recyclage des panneaux
- Bien mener son projet de photovoltaïque
  - Connaître son profil de consommation
  - Estimer la production photovoltaïque
  - Coût moyen
  - Démarches administratives et aides financières



# Présentation : Qui sommes nous ?

- Un réseau national France Rénov' 450 guichets coordonnés à l'échelle régionale 32 guichets Rénov'Occitanie
- Toulouse Métropole Rénov' ... Le guichet qui intervient sur les 37 communes de la Métropole
- Mission de service public portée par Toulouse Métropole avec le soutien de la Région
- Conseils – gratuits et indépendants - sur toutes questions relatives à l'énergie dans le logement



# Présentation : Qui sommes nous ?

Je viens à la **Maison de l'Energie** sans RDV

Les mardis, mercredis et jeudis : 14h-18h

**Arche Marengo** - 1 allée Jacques Chaban-Delmas 31500 Toulouse



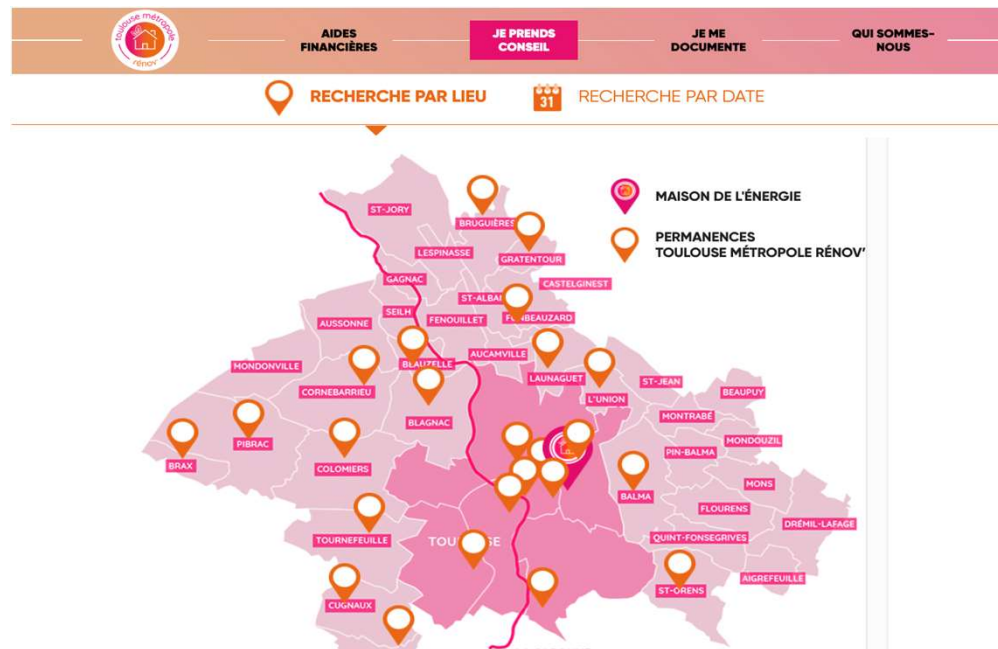
# Présentation : Qui sommes nous ?

J'appelle, j'envoie un mail, je prends un RDV (45 ')

05 34 24 59 59 du mardi au vendredi : 9h-12h30 et 14h-18h

[renov@toulouse-metropole.fr](mailto:renov@toulouse-metropole.fr)

<https://renov.toulouse-metropole.fr/prise-de-rendez-vous>



# Les grands principes de rénovation



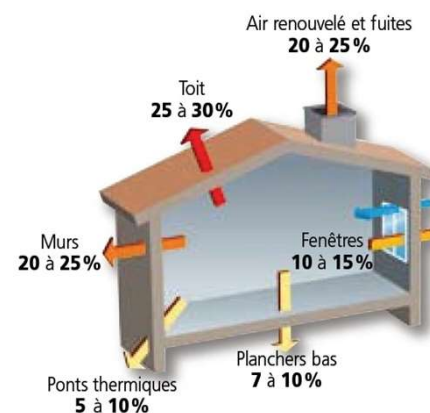
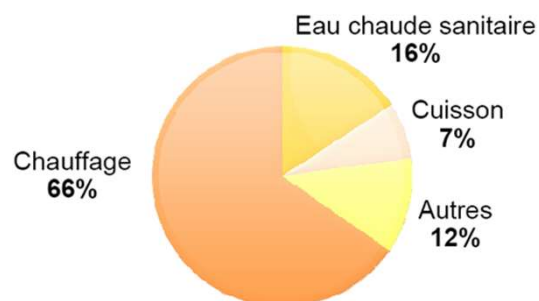
- Réduire ma consommation énergétique
- Améliorer mon confort de vie (hiver comme été)
- Valoriser mon patrimoine
- Œuvrer pour l'environnement : dégager moins de GES
- Soutenir le tissu professionnel local



# Les grands principes de rénovation

La vision globale selon la démarche Négawatt :

- Sensibiliser aux éco-gestes
- Limiter les déperditions
- Améliorer les systèmes
- Produire des énergies renouvelables



Répartition des déperditions et consommation d'une maison non rénovée de 1970

# Solaire photovoltaïque / solaire thermique

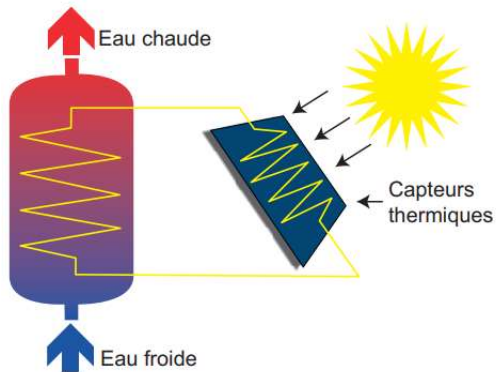


La transformation de l'énergie solaire se décline en **deux technologies** distinctes :

## SOLAIRE THERMIQUE

Un capteur solaire thermique transforme le rayonnement solaire en **chaleur** pour l'eau chaude sanitaire et/ou le chauffage

- chauffe Eau Solaire Individuel
- système solaire combiné

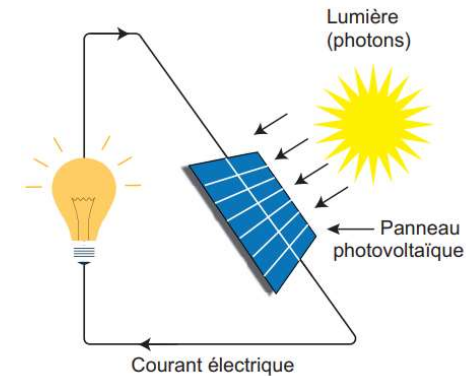


2023

## SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Un panneau (ou module) PV permet de transformer le rayonnement solaire en **électricité**.

- centrale PV raccordée au réseau
- centrale PV en site isolé (batteries)

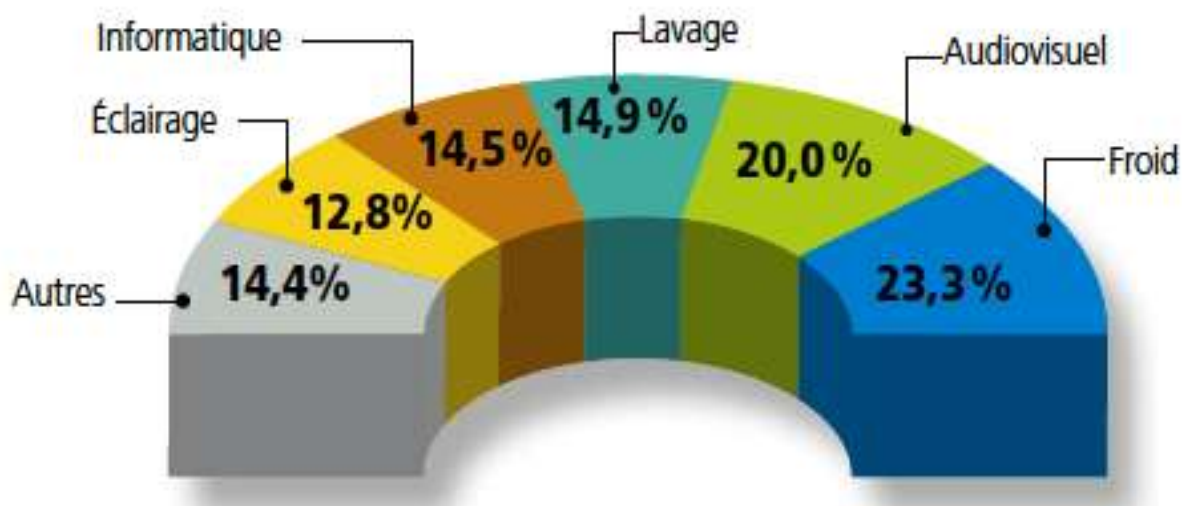


Page 8



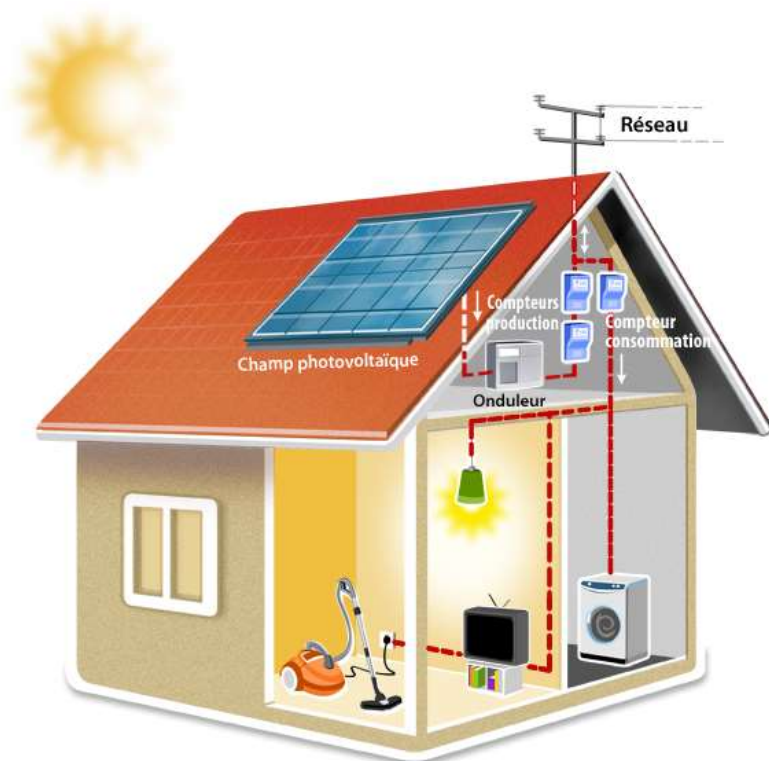
# Répartition moyenne de nos consommations

- Chauffage **66%**
- ECS **16%**
- Électricité spécifique **18%**



# Définition du solaire photovoltaïque

Un système photovoltaïque est un **ensemble de composants** qui, assemblés les uns aux autres convertit l'énergie solaire en énergie électrique :



## Module photovoltaïque

Lumière → courant continu

Puissance nominale = Wc (Watt crête)

1kWc  $\approx$  5/6m<sup>2</sup> soit 3 panneaux.

## Onduleur

Courant continu → courant alternatif

Durée de vie : 8 à 15 ans

## Dispositifs de protection

Mise à la terre, parafoudres, disjoncteurs

## Compteur de production électrique

# Module photovoltaïque

## Technologie : mono ou polycristallins ?

- Les modules « silicium polycristallins », rendement de conversion d'environ **13 à 15%**
- Les modules « silicium monocristallins », plus chers que les premiers, rendement de conversion plus élevé, de **18%**

Rapport  
surface/puissance  
uniquement



## Norme NF des modules :

- Normes **NF EN 61215** ou **NF EN 61646**

*ex : 90% de la puissance garantie  
après 20 ans*

## Garantie de puissance annoncée :

- Fonctionnels pendant **20 à 30 ans**. Toutefois, vieillissement prévisible et prévu dans les garanties de puissance du matériel.

*ex : la fiche produit indique une puissance de 375 Wc avec une marge indiquée à : « 0 / + 3% » soit une puissance pouvant varier de 375Wc à 386.25Wc*

## Tolérance du module :

- Divergence entre puissance théorique nominale et puissance réellement installée.

## Onduleur ou micro-onduleur ?



### Micro-onduleur :

- 1 par panneau, situé sur la toiture, derrière le panneau.
- Adapté aux **configurations hétérogènes** : diverses inclinaisons, ombres portées...
- La production d'un panneau est **indépendante** de celle des autres.

### Onduleur :

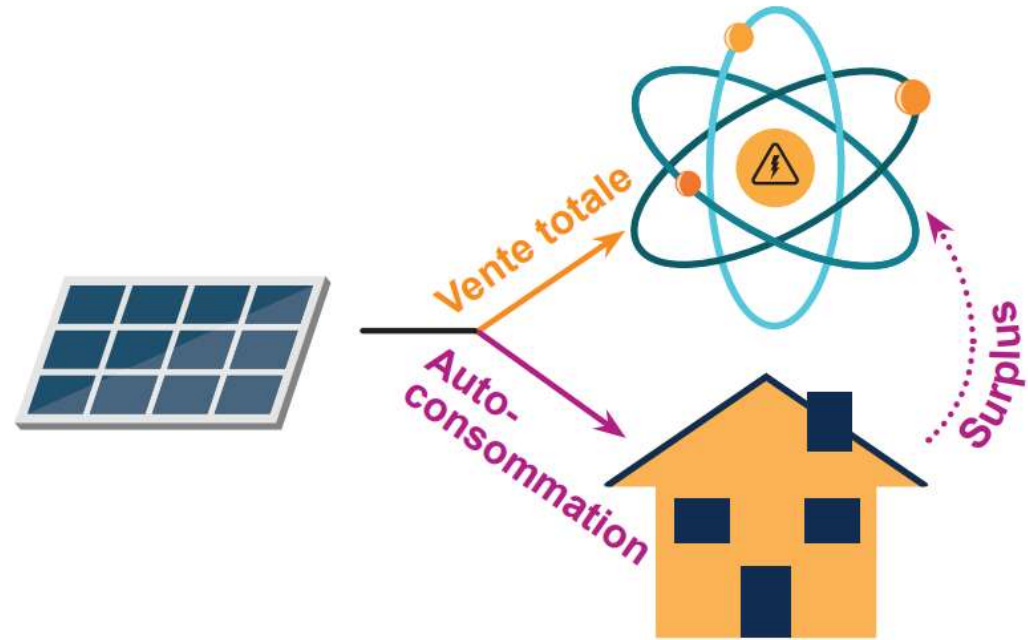
- **Moins cher** que des micro-onduleurs.
- Installation **facilement accessible** (au sol, dans le garage ou autre local technique et non pas sur la toiture comme le micro-onduleur).
- **Entretien et remplacement faciles.**

*NB :s'il y a un masque sur un panneau, l'ensemble de la production est affectée. Privilégier dans ce cas les micro-onduleurs.*

## Modes de raccordements

vente totale

autoconsommation\*

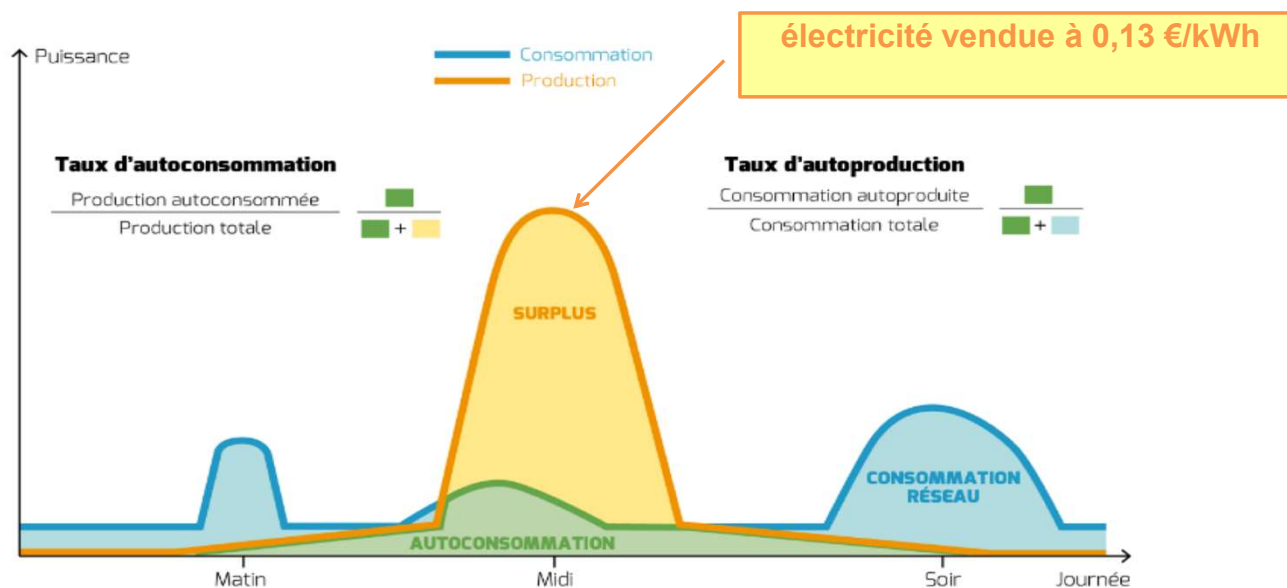


*autoconsommation\* = utiliser chez vous l'électricité produite  
Elle peut être **totale** ou **partielle** en cédant le surplus de production*

# Modes de raccordements

## Autoconsommation avec vente de surplus, plusieurs options :

- Cédé gratuitement
- Vendu à un tarif réglementé (EDF Obligation d'achat)
- Vendu à un tarif libre (hors EDF OA)



Pour autoconsommer, il faut consommer en même temps qu'on produit : **pas d'autoconsommation la nuit ni l'été quand on est en vacances !**

## Modes de raccordements

### Autoconsommation avec vente de surplus

- Quelques chiffres en conditions optimales :



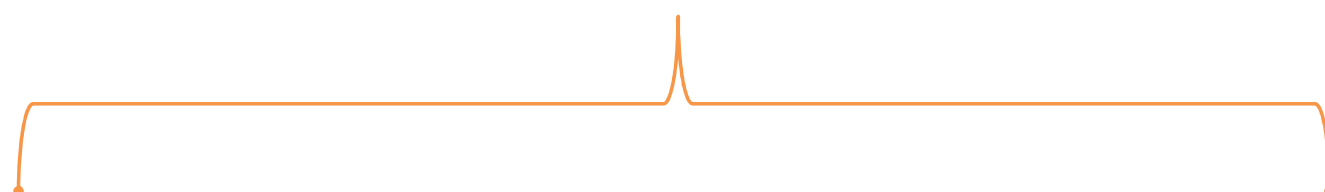
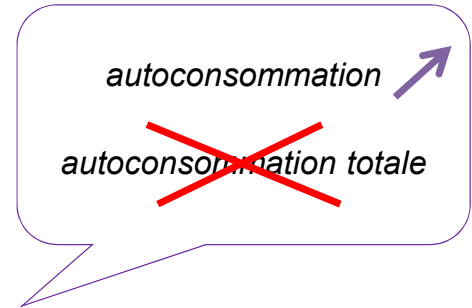
		puissance de l'installation photovoltaïque		
		3 kWc	6 kWc	9 kWc
consommation annuelle d'un foyer(kWh/an)	2 000 kWh/an	25%	12%	8%
	4 000 kWh/an	39%	22%	16%
	5 000 kWh/an	47%	27%	19%
	7 500 kWh/an	63%	38%	27%
	10 000 kWh/an	76%	47%	34%
	17 000 kWh/an	98%	69%	52%

# Options technologiques



## Les batteries

- **Stocker** le surplus d'électricité produit lorsque la production dépasse la consommation
- La **restituer** lorsque la consommation dépasse la production



**batterie virtuelle**

**batterie de stockage**



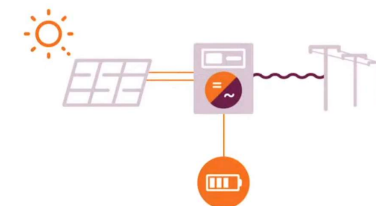
# Options technologiques



## Batterie virtuelle :

- Permet à un producteur d'électricité de **stocker virtuellement** des kWh qui n'auraient pas été autoconsommés afin de les utiliser ultérieurement
- **Pas d'approvisionnement** en cas de coupure
- Elle n'est **pas gratuite**

Installation photovoltaïque raccordée au réseau avec batterie



coût facturé par le fournisseur pour le service de batterie virtuelle



taxes et contributions sur les kWh issus de la batterie virtuelle (*puisque ces derniers sont acheminés par le réseau*)



**incompatible avec la prime à l'investissement !**

## Options technologiques



### Batterie de stockage :

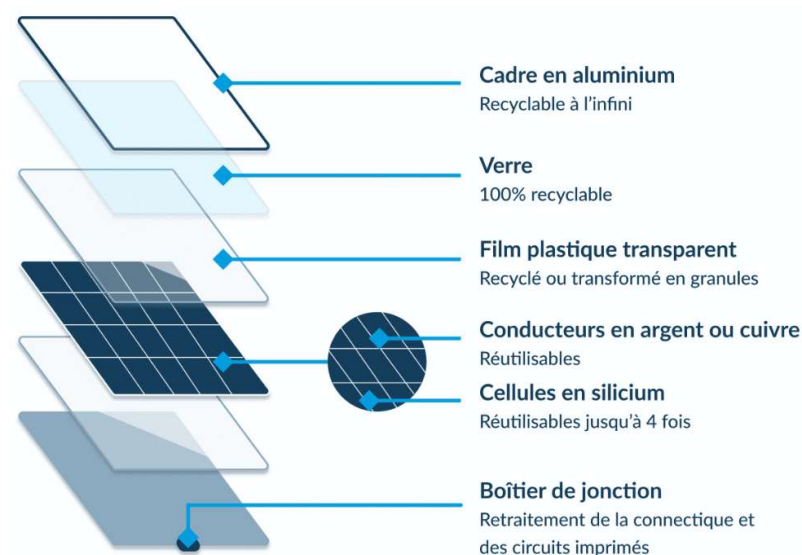
« en ajoutant des batteries à mon installation photovoltaïque je vais pouvoir me déconnecter du réseau, et faire des économies » **FAUX**

- Prix très élevé donc **pas rentable**
- Impact environnemental **non négligeable**
- Cela ne permet pas d'atteindre l'autonomie électrique sauf réduction drastique des consommations. Autant réinjecter sur le réseau collectif.

# Recyclage des panneaux

## Généralité

- Les premiers panneaux solaires du marché contenaient des **matières non renouvelables** qui ne sont plus utilisées aujourd'hui.
- Les panneaux actuels sont majoritairement composés de **matériaux recyclables**, puisque jusqu'à **95 %** de l'ensemble de leurs composants peuvent être recyclés.
- En France l'éco-organisme **PV Cycle** assure la collecte de tous les types de panneaux solaires photovoltaïques pour leur recyclage



# Recyclage des panneaux



## Généralité

- La technique de recyclage standard repose sur un **traitement thermique**. On commence par brûler les plastiques pour **séparer les cellules du verre**. Il sera ensuite traité dans la filière classique de recyclage de verre.
- On **sépare ensuite le cadre en aluminium** qui pourra lui aussi être réutilisé pour produire des canettes par exemple.
- Le silicium lui est récupéré soit pour **fabriquer de nouvelles cellules photovoltaïques**, soit pour être fondu et intégré dans un lingot. Il peut être réutilisé quatre fois.
- Les câbles et le boîtier électrique sont récupérés et **réorientés vers les autres lignes de traitement des DEEE** (Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques), notamment dans le but de valoriser le cuivre

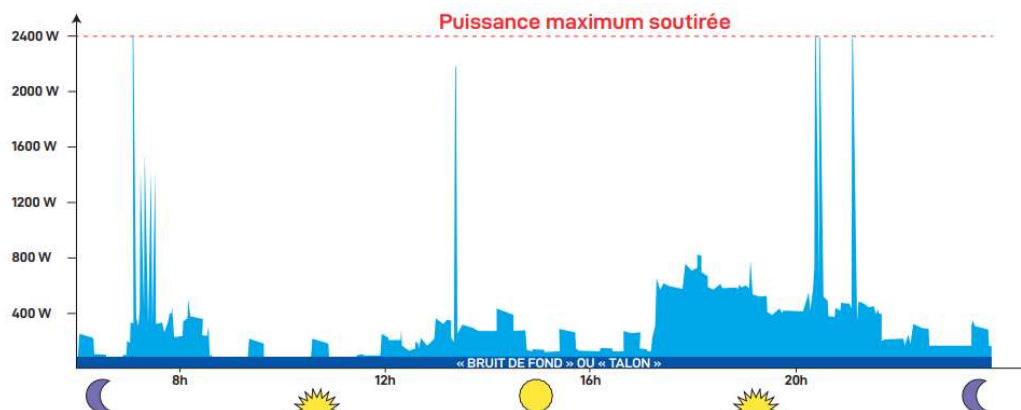
## Par où commencer...

### Connaître son profil de consommation

- Les **consommations d'électricité**
- La puissance en Watts des **équipements du logement**

Parmi les consommations d'électricité :

- Comment est-elle consommée dans le temps (jour/nuit, été/hiver) ?
- Quelle est la puissance électrique appelée quand les équipements sont en fonctionnement ?
- Ces données sont combinées dans « la courbe de charge ». Vous pouvez suivre vos consommations et retrouver cette courbe sur le site internet d'Enedis.



## Par où commencer...

### Estimer la production photovoltaïque



La production électrique d'une installation photovoltaïque s'estime justement et dépend de plusieurs facteurs :

- Sa puissance
- Sa localisation géographique
- L'orientation et l'inclinaison de ses panneaux
- Les ombrages éventuels

Plusieurs outils gratuits permettent de calculer cette production électrique pour une installation donnée :

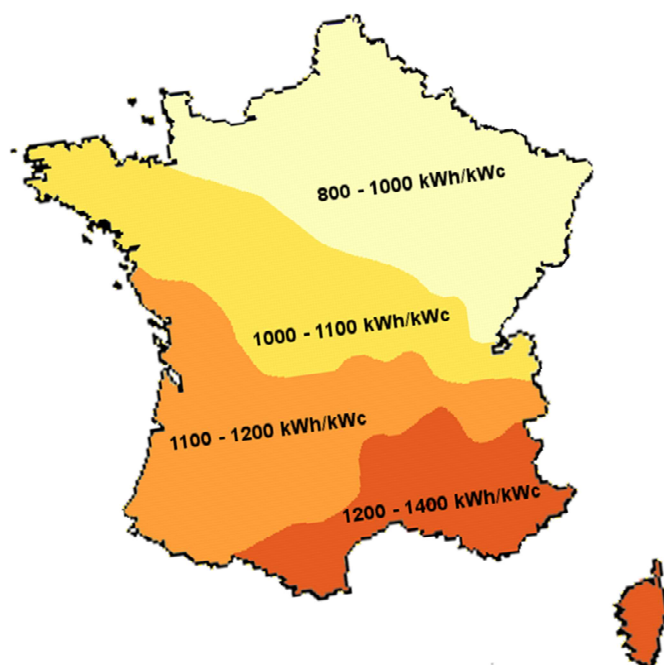
- [L'outil gratuit en ligne PVGis](#)
- [L'outil gratuit en ligne Autocalsol](#)

## Par où commencer...

### Estimer la production photovoltaïque : Localisation, inclinaison et orientation



Production annuelle



Inclinaison et orientation

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

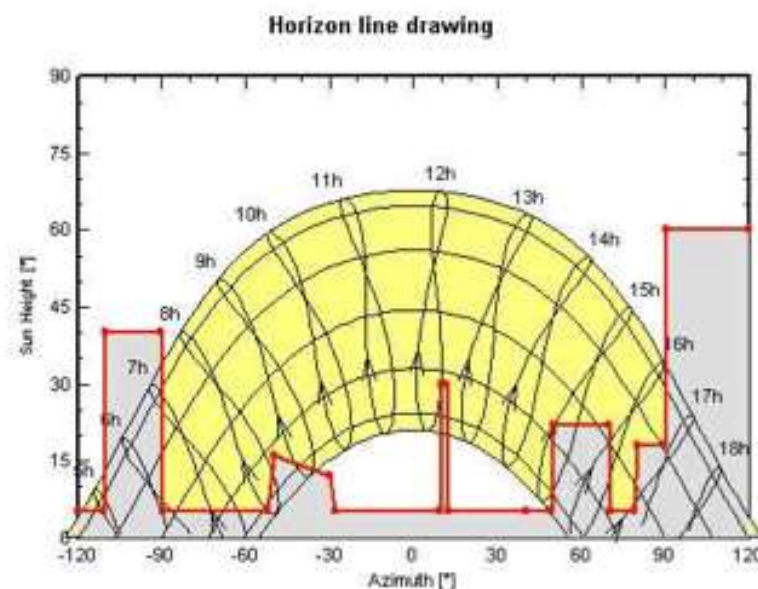
Ex : En Haute-Garonne : 1 kWc orientés Sud Est et inclinés à 30° produiront  $1200 \times 1 \times 0,96 = 1152 \text{ kWh/an}$

## Par où commencer...

### Estimer la production photovoltaïque : Les ombrages

Un ombrage sur les panneaux peut avoir des origines diverses : arbre, bâtiment ou relief naturel installé plus au sud que le système photovoltaïque, etc... Selon la taille de l'**obstacle** la perte de production peut être plus ou moins importante.

Pour éviter d'ombrager les panneaux on voudra s'écarter de **2,5 à 3 fois la hauteur du masque**, Si vous pensez que votre site va subir un ou plusieurs ombrages, vous pouvez réaliser un "**relevé de masque**".





# Par où commencer

## Coûts TTC

Une installation de :

La TVA pour une installation  $\leq 3$  kWc est de 10 %. Pour toute installation supérieure elle est de 20 %.

- 3 kWc coûtera en moyenne entre 7 260 € TTC et 9 900 € TTC  
≈ 15 m<sup>2</sup> de panneaux
- 6 kWc coûtera en moyenne entre 12 960 € TTC et 18 000 € TTC  
≈ 30 m<sup>2</sup> de panneaux



### EN TOITURE

< 3 kWc	3,0 à 2,2 € TTC/Wc
3 à 9 kWc	2,5 à 1,8 € HT/Wc
9 à 36 kW	1,8 à 1,2 € HT/Wc
36 à 100 kW	1,2 à 1 € HT/Wc
100 à 500 kW	1 à 0,9 € HT/Wc
> 500 kW	< 0,85 € HT/Wc

## Par où commencer...

### Démarches administratives

- Toutes les installations doivent être déclarées au **gestionnaire de réseau**
- Pour bénéficier de l'obligation d'achat il faut passer par un **artisan RGE**. Pour trouver un artisans rendez-vous sur le site [France Rénov'](#) ou celui de [Toulouse Métropole](#).
- En autoconsommation sans injection, la production ne doit pas dépasser la consommation. Pour cela on installe un dispositif technique garantissant l'absence d'injection sur le réseau.

	Sans injection	Cession gratuite (réservée P ≤ 3 kW)	Contrat vente de surplus	
			Obligation d'achat	Hors obligation d'achat
<b>Mairie</b>	Déclaration Préalable (DP) ou Permis de Construire (PC) (sauf installation au sol hors secteur sauvegardé et dont P < 3 kWc)			
<b>Assurance</b>	Extension du contrat d'assurance en responsabilité civile pour y inclure l'installation photovoltaïque			
<b>Consuel</b>	Attestation sur l'honneur installation conforme. (Attestation de conformité non obligatoire mais conseillée)	Attestation de conformité		
<b>ENEDIS</b>	Convention d'Auto-consommation Sans Injection (CACSI)		Demande de raccordement	
<b>Acheteur obligé (EDF OA, ELD) ou organismes agréés</b>	Non	Non	Contrat d'achat (20 ans). (le contrat d'achat initial doit être conclu avec un acheteur obligé)	Non
<b>Fournisseur d'énergie</b>	Non	Non	Non	Contrat d'achat



# Par où commencer

## Aides financières



EDF Obligation d'Achat	Revente totale	Autoconsommation	
		Partielle avec revente du surplus	Totale sans injection
Prix de vente du kWh sur 20 ans	$\leq 3\text{kWc}$ : 23,49 c€/kWh $\leq 9\text{kWc}$ : 19,96 c€/kWh	$\leq 9\text{kWc}$ : 13,13 c€/kWh	
Prime à l'investissement		$\leq 3\text{kWc}$ : 500 €/kWc $\leq 9\text{kWc}$ : 370 €/kWc	

OU

EDF Obligation d'Achat	Revente totale	Autoconsommation	
		Partielle avec revente du surplus	Totale sans injection
Prix de vente du kWh sur quelle durée ?	Contrat de vente de gré à gré : prix du kWh (une moyenne de 5 c€/kWh) et durée de contrat à définir		
Prime à l'investissement	25 % du montant HT de l'installation dans la limite d'un plafond propre à la puissance installée		

## Sources



[Photovoltaïque.info - Le Centre de Ressources Photovoltaïque](http://www.photovoltaique.info)

<http://www.photovoltaique.guidenr.fr/>

Guide AQC Photovoltaïque et autoconsommation ([Photovoltaïque et autoconsommation - 12 enseignements à connaître - Agence Qualité Construction \(qualiteconstruction.com\)](http://qualiteconstruction.com))

Guide Rénov'Occitanie : autoconsommation photovoltaïque ([doc-autoconso-PV-MAJ 30-09-21.pdf \(les-caue-occitanie.fr\)](http://les-caue-occitanie.fr))

<https://www.energystream-wavestone.com/>



**MERCI DE VOTRE ATTENTION !**

Temps dédié aux questions