

# Guide de L'autoconsommation

Document téléchargeable sur notre site au format PDF

[bit.ly/1ynsqlA](http://bit.ly/1ynsqlA)

mis à jour le 4 juillet 2015

Vous avez déjà pris des mesures pour **réduire** vos consommations électriques (isolation, rénovation énergétique, sélection d'appareils peu gourmands, coupure des appareils non utilisés, etc.)

Pour en savoir plus voir : <http://www.negawatt.org/> <http://ecocitoyens.ademe.fr/mon-habitation>

Mais il vous reste encore des consommations « obligatoires » liées à une maison moderne.

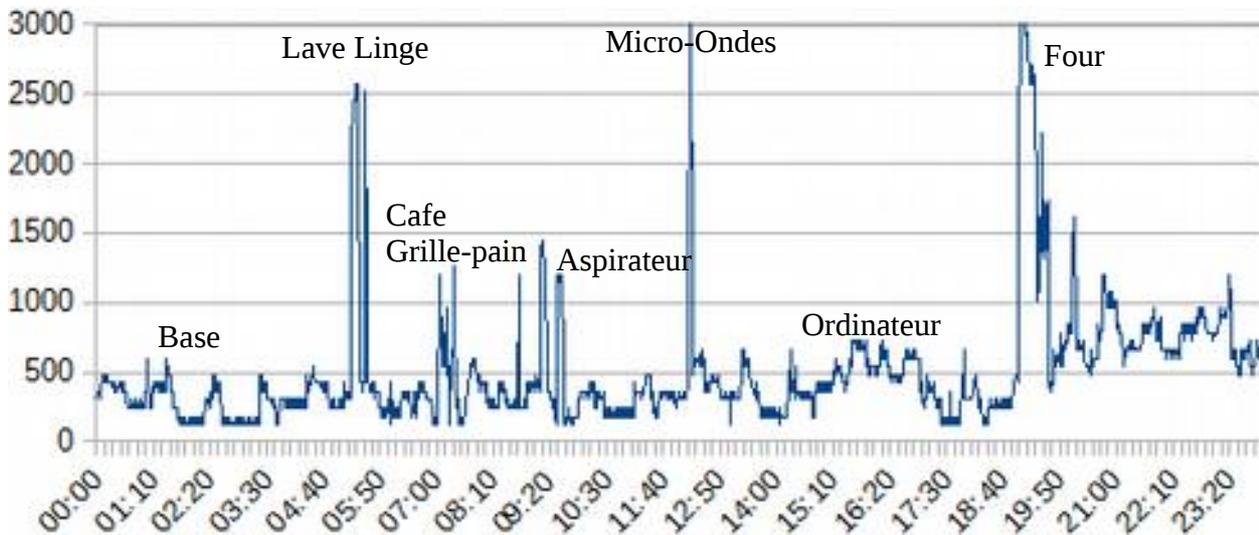
Pour réduire ces coûts, vous pouvez **produire** vous-même une partie de votre électricité ; un peu comme on cultive les légumes de son potager.

## Table des matières

1-Consommation d'une maison.....	2
2-Deux approches sont possibles pour réduire le coût de vos consommations.....	3
2.1-L'approche classique, toujours d'actualité : une grande installation.....	3
2.2-L'approche novatrice et pragmatique : une petite installation.....	3
2.3-Les mauvaises idées.....	4
2.4-Lexique et initiation au photovoltaïque (PV).....	4
3-Déterminer ses Besoins.....	5
3.1-Estimations et relevés ponctuels.....	5
3.2-Mesures, enregistrement et suivi global.....	5
3.3-Bilan consommation.....	6
3.4-Et pour voir plus loin.....	6
3.5-Dès maintenant, nombreux sont ceux qui y pensent déjà.....	6
4-Estimer sa production.....	7
5-Implantation, production et mise en oeuvre.....	10
6-Procédures Administratives.....	12
6.1-Urbanisme.....	12
6.2-Les galères de l'intégration.....	12
6.3-Les aides ?.....	13
6.4-ERDF ou Régie Locale.....	14
6.5-CONSUEL.....	15
6.6-Assurance.....	15
7-Auto Installation.....	16
8-Amortissement, coût de revient.....	17
9-Pour aller plus loin.....	18
9.1-Petits déplacements de consommation.....	18
9.2-Comptage.....	18
9.3-Pilotage précis pouvant devenir complexe.....	19
9.4-Quelques pistes parmi d'autres.....	19

## 1- Consommation d'une maison

Pour fixer les idées, la consommation d'une maison, hors chauffage et cumulus électrique, ressemble à ceci



On constate une partie variable avec des pointes pouvant dépasser plusieurs kilowatts correspondant à l'usage de divers appareils et une « base », habituellement entre 200 et 400 watts selon les maisons, quasi constante, liée à des appareils toujours actifs, même si vous êtes en vacances, (réfrigérateur, congélateur, VMC, box internet, appareils en veille, réveils ...). Cette partie stable de vos consommations est aussi appelée « bruit de fond ».

Vous trouverez des exemples de ces consommations pour divers appareils sur notre site : <http://www.gppep.org/node/90>

Pour réduire vos coûts électriques, tout en protégeant l'environnement, vous pouvez envisager de produire vous-même, pendant la journée, une partie de l'électricité nécessaire à ces consommations. Une installation destinée à cette production injecte directement au niveau du tableau électrique du bâtiment (donc en aval du disjoncteur de consommation, du compteur de consommation et du fusible du coffret de répartition ERDF). L'énergie qu'elle fournit est directement utilisée par vos appareils électriques qui évitent ainsi « l'effort » de tirer sur le compteur de consommation. Si l'installation d'autoconsommation ne produit pas (pendant la nuit ...) ou pas assez, vos appareils tireront le complément d'énergie nécessaire au travers du compteur de consommation par lequel le réseau extérieur vous alimente.

Le but de l'autoconsommation n'est pas de vous rendre autonome, ni de vous couper du réseau de distribution qui est un bien commun. Il s'agit simplement d'alimenter une partie de vos consommations journalières avec une énergie renouvelable qui pourra avoir un coût inférieur à celui de votre fournisseur d'électricité.

**Il n'y a aucun souci si vous avez déjà une installation photovoltaïque dédiée à la vente totale de la production à EDF-OA.** Il est possible de rajouter à côté une installation d'autoconsommation, tant techniquement que réglementairement. Les deux installations resteront indépendantes, sans lien entre elles.

## 2- Deux approches sont possibles pour réduire le coût de vos consommations

### 2.1- L'approche classique, toujours d'actualité : une grande installation

Vous pouvez envisager une grande installation de 6 à 9 kWc, nécessitant de 45 à 75 m<sup>2</sup> de toiture. Vous générerez forcément beaucoup plus d'énergie que vous ne pourrez en utiliser. Vous vendrez les surplus non consommés à EDF-OA pour vous aider à amortir votre installation pendant les 20 ans du contrat d'achat. Au delà des 20 ans, vous pourrez conserver l'usage entier de la production de votre installation.

#### ➤ Les avantages

- + Vous produirez beaucoup d'Énergie Renouvelable, bénéfique pour l'environnement.
- + Vous serez certain de ne plus avoir besoin d'acheter d'électricité pendant les belles journées ensoleillées.
- + L'installation participera aux frais de couverture sur un nouveau bâtiment.
- + Le coût de l'énergie produite sera proportionnellement faible car la taille du projet vous permettra des économies d'échelle. C'est à cette échelle (6 kWc et plus) que vous pourrez économiquement consommer une partie de votre production tout en produisant et vendant assez de surplus pour amortir le projet.

#### ➤ Les inconvénients

- Le budget sera important, avec un besoin éventuel de crédit pour le financement (de 18000 à 25000 € s'il n'y a pas de difficulté particulière).
- L'obtention d'un tarif d'achat intéressant par EDF-OA oblige à démonter une partie de la toiture pour y intégrer les modules, malgré les inconvénients du procédé. <http://gppep.org/node/116>

Si vous êtes intéressés par un projet de ce type, pour vendre vos surplus, vous trouverez de nombreuses informations dans notre guide des Énergies Renouvelables pour les particuliers : <http://gppep.org/node/38>

### 2.2- L'approche novatrice et pragmatique : une petite installation

Vous pouvez envisager une installation beaucoup plus petite visant à couvrir vos consommations probables. Le plus souvent, il suffira de deux à trois modules photovoltaïques d'une puissance totale de 0,5 à 0,8 kWc, occupant 4 à 6 m<sup>2</sup> de surface. Le but n'est pas de couvrir la pointe du micro-ondes, mais la consommation de « base » quasi permanente. Vous ferez une économie certaine tout au long de la journée. On vise une installation pas trop importante pour produire ce dont vous avez besoin, mais pas plus. Vous trouverez plus de détails dans nos propositions sur l'autoconsommation : <http://gppep.org/node/102>

Pour aller plus loin, selon vos besoins, vous pourriez envisager 1 à 2 kWc, ou même plus, en rajoutant d'autres modules. (voir en fin de ce guide le chapitre « aller plus loin »)

#### ➤ Les avantages

- + Sans contrat d'achat, vous n'avez pas d'obligation d'intégrer les modules dans la toiture et de toucher à l'étanchéité. Vous pouvez les poser par dessus, ou « à côté » en pergola, ombrière ...
- + Vous pouvez produire de l'énergie renouvelable pour un coût assez faible, sans grosse contrainte technique ou administrative.
- + Vous évitez le coût (Turpe) du système de comptage ERDF nécessaire pour la vente des surplus.
- + Le système est évolutif et pourra facilement être agrandi en cas de nouveaux besoins (voiture électrique ...).
- + Avec les futures augmentations du coût de l'électricité, votre installation s'amortira d'autant plus rapidement.

<http://www.quechoisir.org/environnement-energie/energie/electricite-gaz/editorial-energie-en-surchauffe>

#### ➤ Les inconvénients

- En l'absence de contrat d'achat des surplus, l'amortissement du projet dépendra uniquement des économies réalisées sur votre consommation, d'où l'importance du calcul du dimensionnement pour ne pas investir dans un matériel excessif qui produirait beaucoup plus que vos besoins.

**La suite de ce guide se consacrera aux petites et moyennes installations, destinées uniquement à produire une partie de vos consommations, sans stockage ni contrat de vente des surplus.**

### 2.3- Les mauvaises idées

Attention aux sirènes trompeuses de certains commerciaux et aux fausses « bonnes idées ». Pour quelques exemples, regardez : <http://mices.fr/Forum/viewtopic.php?f=3&t=125>

#### ➤ Stockage

Actuellement, le coût et les contraintes techniques et environnementales des batteries pour une petite installation dépassent largement les avantages de pouvoir économiser quelques kWh.

Le coût de revient de l'énergie issue d'un stockage en batteries revient au minimum au double et plutôt au triple du coût de consommation actuel. Il faut tenir compte du prix des batteries, de leur usure progressive et de celui du matériel supplémentaire nécessaire à leur gestion ... Sans compter qu'avec les pertes de conversion entre la charge et la décharge, il faudra produire plus de 1 kWh pour obtenir 1 kWh en sortie du stockage.

Pour plus de détails, cet article décrit plus complètement les possibilités et contraintes du stockage :

[http://mices.fr/Documents/Stockage\\_or\\_not\\_storage.pdf](http://mices.fr/Documents/Stockage_or_not_storage.pdf)

#### ➤ Vent et Eau

Les éoliennes et hydroliennes sont des sources d'énergies renouvelables efficaces, mais leur utilisation est limitée à des environnements spécifiques et à des productions importantes. Il est donc peu probable qu'elles soient adaptées à vos besoins.

Surtout, n'allez pas installer une éolienne « de pignon » sur un mur de votre maison ... (cf. la dernière page de notre guide des ENR pour les particuliers et aussi ici :

<http://www.quechoisir.org/environnement-energie/energie/energie-renouvelable/actualite-eoliennes-domestiques-n-achetez-pas> )

### 2.4- Lexique et initiation au photovoltaïque (PV)

Si vous n'avez pas une connaissance générale du fonctionnement du photovoltaïque, vous pourrez vous informer dans notre guide des ENR pour les particuliers : <http://gppep.org/node/38>

Vous trouverez aussi d'autres informations sur les matériels et techniques photovoltaïques :

<http://forum-photovoltaïque.fr/viewforum.php?f=90>

<http://forum-photovoltaïque.fr/viewtopic.php?t=26078>

<http://mices.fr/Forum/viewforum.php?f=3>

<http://www.gmpv.ffbatiment.fr/photovoltaïque/technique/textes-de-referance/1-guides-dinformation-les-relais-de-croissance-pour-le-developpement-du-photovoltaïque-dans-le-batiment.html>

Dans la terminologie officielle, on parle d'« autoproduction » quand on s'interroge sur la partie de sa consommation que l'on peut produire. A l'inverse, l'« autoconsommation » mesure la part de votre production que vous consommez. Comme les particuliers s'intéressent à la réduction de leur « consommation » c'est le terme « autoconsommation » qui est plébiscité (bien qu'improprement ...).

Pour ce type d'installation, on recherchera un taux d'autoconsommation proche des 100 % de l'énergie produite (entre 80 et 100%). Tandis que le taux d'autoproduction sera entre 10 et 40 % de votre consommation totale. Ce dernier pourcentage indiquera les économies que vous réaliserez sur la partie variable de votre consommation électrique (hors coût abonnement).

### 3- Déterminer ses Besoins

Le point de départ de tout projet d'autoproduction est de déterminer ses besoins de consommation avant d'envisager de les produire. On va surtout s'intéresser aux besoins estivaux, de mars à septembre, en milieu de journée, car c'est la période où les modules photovoltaïques sont les plus efficaces.

En hiver, ils fourniront encore une partie de vos besoins, mais seront pénalisés par la météo et la baisse de luminosité. Comptez environ 1/3 de la production de juin pour le mois de décembre. Inutile d'envisager d'alimenter votre chauffage électrique avec du photovoltaïque ... Pour réduire vos charges de chauffage, il vaudra mieux vous tourner vers la rénovation, avec les conseils des Espaces Info-Énergies et de l'ADEME.

<http://www.renovation-info-service.gouv.fr/>

#### 3.1- Estimations et relevés ponctuels

- Vous pouvez examiner vos factures de consommation pendant la période estivale
  - Vous pouvez relever votre compteur à divers moments de la journée pour relever la puissance consommée en instantané et les index de consommation. Ceci vous permettra de connaître des consommations type et d'estimer votre consommation de « base ». Les relevés de consommation les plus utiles seront ceux faits en milieu de journée, au moment où les modules produiront le plus. Pour une aide sur l'utilisation du compteur électronique Sagem « classique », consultez : <http://bit.ly/11p3EZk>
  - Vous pouvez mesurer séparément certains appareils à l'aide d'une prise wattmètre ou bien consulter les fiches techniques, pour évaluer leurs consommations respectives.
- ➔ C'est une bonne occasion de faire le point sur vos sources de consommation ...

#### 3.2- Mesures, enregistrement et suivi global

Il existe de nombreuses solutions permettant de mesurer et enregistrer vos consommations. Vous pourrez en trouver des exemples sur notre forum partenaire : <http://forum-photovoltaïque.fr/viewforum.php?f=10>

Les mesures effectuées pour ce guide ont été relevées via : <http://www.consospy.fr/>  
Certaines solutions domotiques de pilotage global proposent également ces outils.

Il y a deux grandes familles d'appareils enregistreurs de consommations.

- Ceux qui se basent sur un compteur externe, que ce soit la sortie télé-info des compteurs ERDF ou bien les impulsions d'un compteur générique à rajouter dans votre tableau électrique.
- Ceux qui utilisent une pince ampèremétrique, moins précise, mais pouvant se poser rapidement sans nécessiter un compteur supplémentaire si vous voulez suivre une partie spécifique de votre installation. Ce système ne sait pas non plus identifier le sens du courant pour séparer la consommation des surplus.

La liste de ces matériels est vaste. Parmi les critères de choix il y a :

- la facilité d'utilisation et de consultation, sur place ou à distance (web, SMS, application smartphone ...)
- la génération de graphiques et de tableaux, et la possibilité de les imprimer.
- le suivi de plusieurs comptages en même temps par une même solution, éventuellement avec des protocoles différents (téléinfo EDF, impulsions, pince ampèremétrique) pour couvrir plusieurs besoins.
- l'extraction des données vers un format « neutre » tel que des fichiers au format CSV, pour conserver la maîtrise de vos données en cas de panne (sauvegarde) ou de changement de système (interopérabilité).
- des possibilités de pilotage en plus des mesures (cf. notre dernier chapitre « aller plus loin »)

### 3.3- Bilan consommation

Il est préférable que votre consommation dépasse les 1400 kWh sur le semestre estival pour que l'amortissement d'un matériel de production soit facilement envisageable. Cette consommation sur six mois correspond à une moyenne très théorique de 7,8 kWh par jour répartis entre 200 Wh de consommation de base permanente et 3 kWh de consommations ponctuelles journalières. Il ne s'agit là que d'un ordre de grandeur pour illustrer le raisonnement. Vous êtes les mieux placés pour apprécier vos habitudes de consommation et vos besoins.

Si vous avez vraiment une très faible consommation électrique, vous amortirez difficilement les coûts du matériel, car vous produirez probablement plus que vos besoins et « perdrez » une partie de cette énergie (à moins de vendre les surplus dans le cadre d'une grande installation). Si vous voulez favoriser les énergies renouvelables, sans pouvoir en produire, vous pouvez aussi changer de fournisseur d'électricité avec Enercoop :

<http://enercoop.fr/>

Vous pouvez également participer au développement des énergies renouvelables en investissant dans une centrale citoyenne. Voyez par exemple : <http://www.energie-partagee.org> <http://www.centralesvillageoises.fr>

Il est fort possible qu'à l'issue de vos études et réflexions, vous constatiez des consommations beaucoup plus importantes que notre cas « standard ». Les sources de consommation estivale sont nombreuses (filtration de piscine, frigo supplémentaire, vélo électrique, climatisation ...) et incitent d'autant plus à produire soi-même une partie de ses consommations. Sans compter que nos besoins en électricité vont probablement augmenter dans l'avenir (multiplications des appareils électriques ou électroniques, voiture électrique ...)

Vous trouverez d'autres informations sur l'évaluation de vos besoins ici :

[http://mices.fr/Documents/Autoconsommation\\_puissance\\_installation.pdf](http://mices.fr/Documents/Autoconsommation_puissance_installation.pdf)

### 3.4- Et pour voir plus loin...

[http://mices.fr/Documents/Compenser\\_la\\_consommation\\_francaise.pdf](http://mices.fr/Documents/Compenser_la_consommation_francaise.pdf)

[http://www.energies-renouvelables.org/articles/newsletter\\_30092014/allemanne.asp](http://www.energies-renouvelables.org/articles/newsletter_30092014/allemanne.asp)

Deux réflexions sur l'extension des énergies renouvelables.

<http://blogs.mediapart.fr/blog/jean-jacques-perrier/031214/pas-rentable-le-renouvelable>

Malgré son titre provocateur et son absence de prise en compte de l'autoconsommation sans vente de surplus cet article résume bien l'intérêt des énergies renouvelables par rapport aux autres types d'énergies.

<http://www.photovoltaique.info/L-autoconsommation.html>

Malgré son absence de prise en compte des petites installations, que nous jugeons plus adaptées à l'autoconsommation des particuliers sans stockage, cet article vous apportera des compléments utiles.

### 3.5- Dès maintenant, nombreux sont ceux qui y pensent déjà...

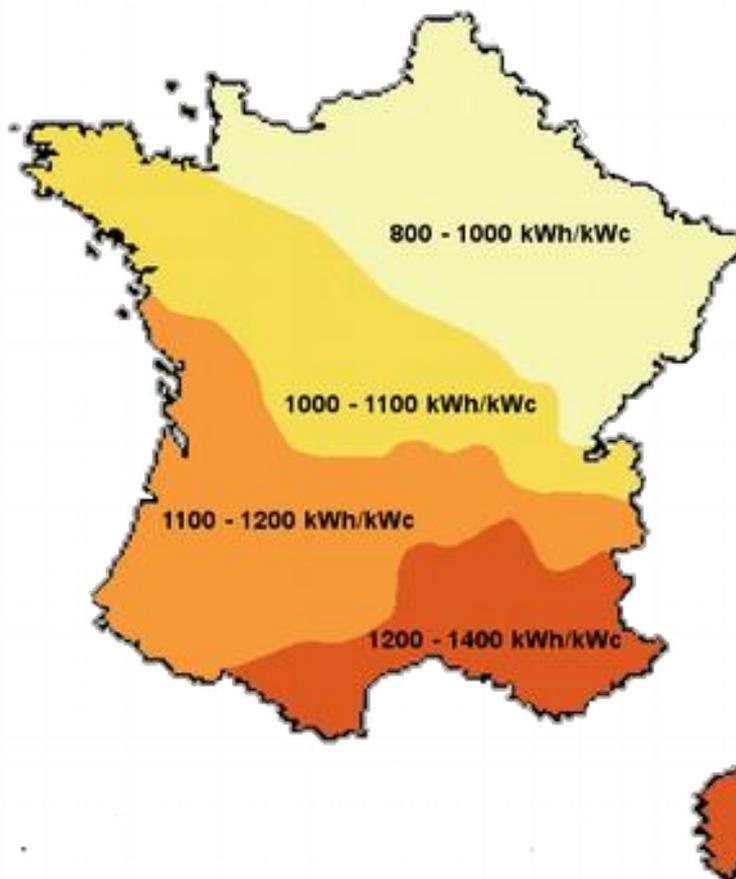
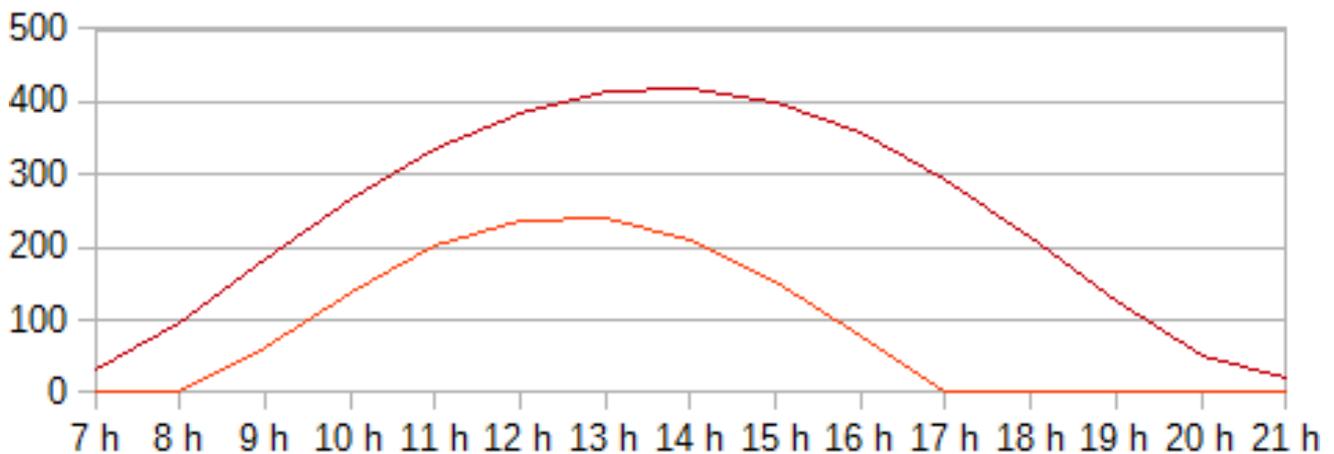
La 4ème édition du baromètre IFOP/ Qualit'Enr : [http://www.ifop.com/media/poll/2481-1-study\\_file.pdf](http://www.ifop.com/media/poll/2481-1-study_file.pdf) indique que de nombreux ménages français s'intéressent aux énergies renouvelables.

Près de 9 français sur 10 préféreraient consommer en priorité l'énergie produite avec une installation photovoltaïque domestique. Parmi ceux-ci, 72% se prononcent pour consommer l'électricité solaire et vendre le surplus au réseau, 16% sont prêts à consommer leur production sans vendre le surplus.

## 4- Estimer sa production

Une fois estimées vos consommations de base, il faudra se pencher sur vos contraintes et possibilités de production. Une première approche générique vous confirmera la validité de votre projet, avant que vous ne vous penchiez sur l'implantation réelle des modules. Comme hypothèse de départ, 2 ou 3 modules de 250 Wc devraient convenir à la majorité des habitations.

En approximation très grossière, un module PV produira au maximum 75 à 80 % de sa puissance crête théorique par beau temps en milieu de journée (500 Wc donneront 400 watts en sommet de courbe). Il y a une nette variation saisonnière de la production, comme on peut le voir ci-dessous avec les productions extrêmes de **juin** et **décembre**. (NB : les courbes ne sont pas superposées à cause du changement d'heure été/hiver ...)



La production annuelle dépendra du nombre d'heures d'ensoleillement moyen pour votre région. Par exemple, sur Lyon, 2 modules de 250 Wc fourniront  $0,5 \times 1100 \Rightarrow 550$  kWh par an.

Carte de la production moyenne par région avec du matériel générique.

Source [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

À compléter avec les statistiques sur les productions réelles dans chaque région ...

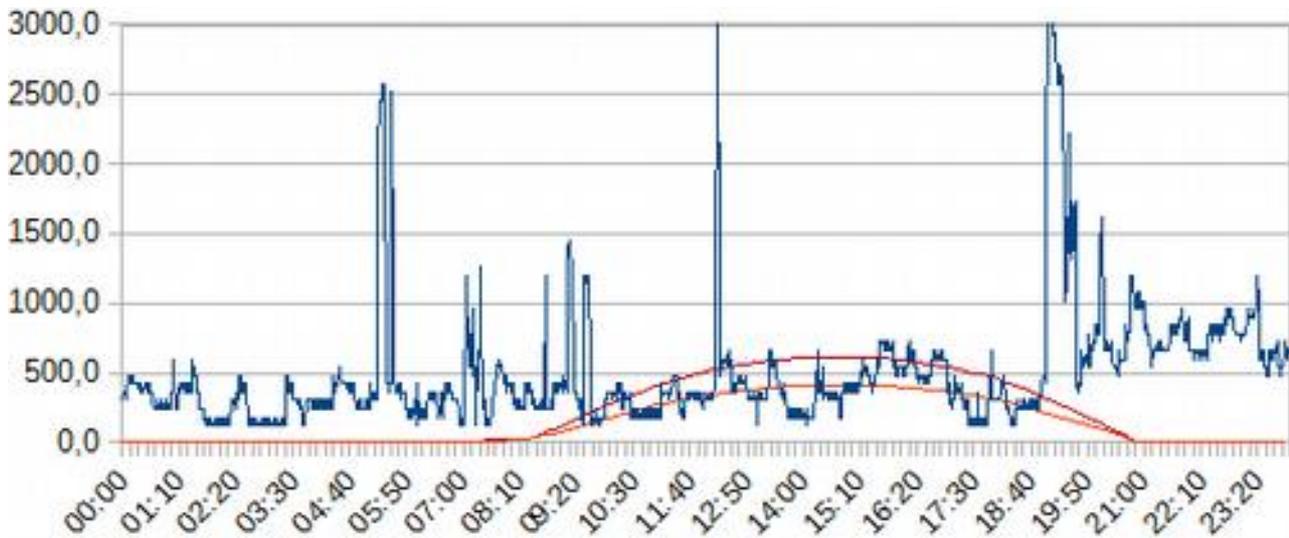
[http://bdpv.fr/top\\_ten.php](http://bdpv.fr/top_ten.php)

Vous pourrez affiner ces estimations de production avec l'aide de votre installateur ou bien en utilisant les outils proposés ci-dessous.

<http://gppep.org/node/71>

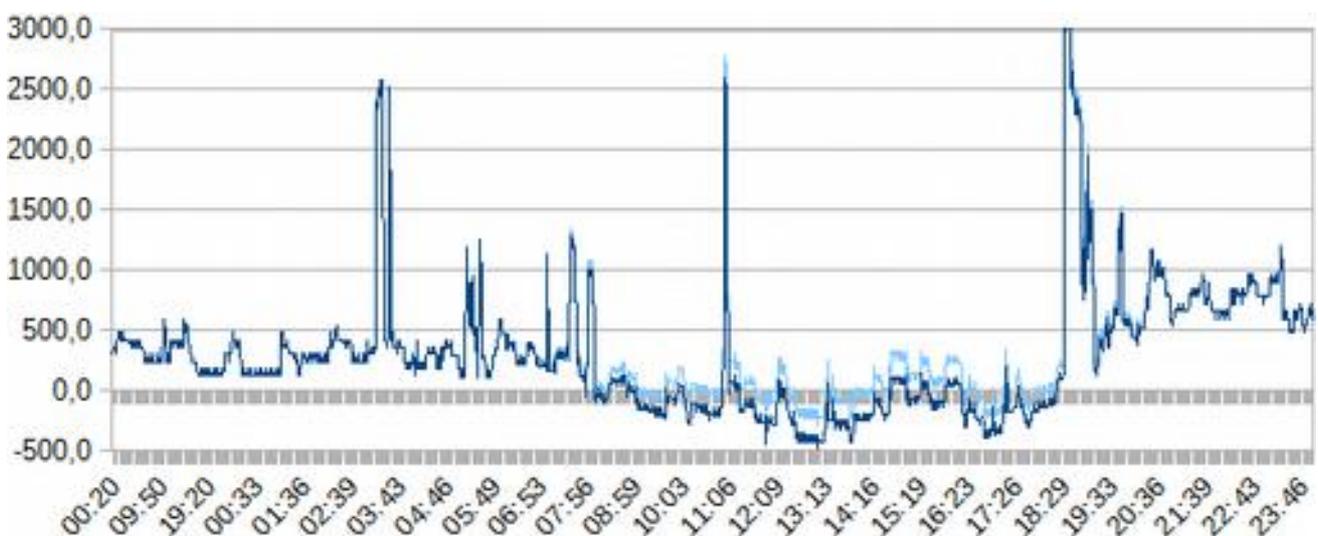
[http://bit.ly/forum\\_production](http://bit.ly/forum_production)

L'exemple de la première page sera bien adapté à une installation de 2 modules cumulant **500 Wc**, ou bien de 3 modules cumulant **750 Wc** qui couvriront un peu plus que la «base» pendant la période la plus propice du mois de juin. Les courbes de production ci-dessous correspondent à un ensoleillement idéal sans nuage.



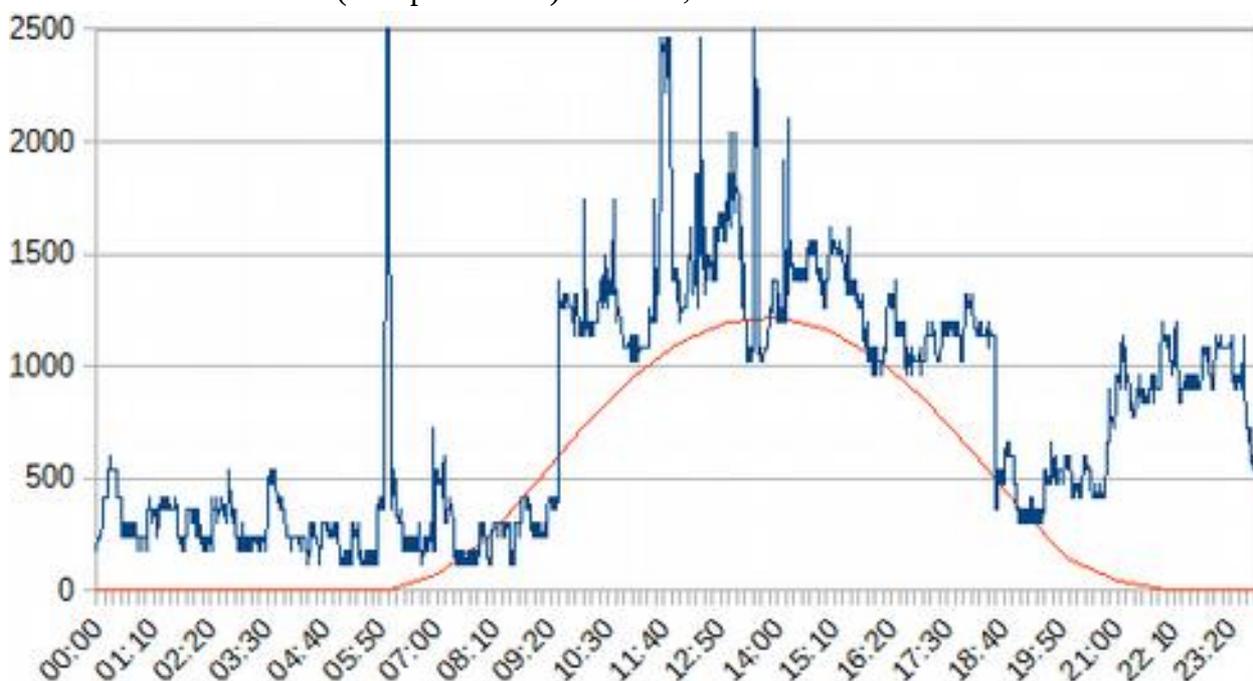
Si la **production** dépasse la **consommation**, quelques wattheures produits en surplus ne seront pas consommés et seront « donnés » au réseau. Mais cela n'arrivera que dans les cas d'ensoleillement optimal. Il reste plus intéressant d'être légèrement au dessus de vos besoins que de produire deux fois moins avec un seul module.

- Pour le cas de **500 Wc** on observe une production maximum de 400 watts. 3,5 kWh sont produits dans la journée et moins de 0,1 kWh sont « perdus » en surplus. L'économie réelle de consommation est donc de 3,4 kWh. (pour rappel 0,1 kWh correspond à une perte moyenne de 100 watts pendant une heure). Ici, les périodes de surplus sont brèves et peu significatives.
- Pour le cas de **750 Wc** on obtient une production maximale de 600 watts. 5,2 kWh sont produits dans la journée et 0,2 kWh sont en surplus. Le taux d'autoconsommation est de  $5,0 / 5,2 = 95 \%$ . Avec une consommation totale de 11,9 kWh le taux d'autoproduction sera de  $5,0 / 11,9 = 42 \%$ . Attention, ces chiffres favorables ne se retrouveront peut être pas sur tous les jours de l'année si vos consommations sont parfois plus faibles. Le choix de 2, 3, ou X modules dépendra de vos besoins.



La consommation résiduelle qu'il faudra acheter à votre fournisseur d'électricité sera celle ci-dessous, pour **500 Wc** et pour **750 Wc**. On constate que la consommation résiduelle est quasiment à zéro pendant la journée, en dehors des pointes ponctuelles qui sont néanmoins minorées.

Un autre exemple ci dessous avec la consommation en juillet d'une filtration de piscine (surconsommation de près de 1 kW de 9h30 à 18h) qui vient s'ajouter à la consommation habituelle de la maison. Ce ne sont plus 500 Wc qu'il faut envisager mais plutôt 1500 Wc. Et encore, la **production** de ces 6 modules, malgré les plus de 10 kWh produits sur la journée, ne suffit pas à fournir toute l'énergie **consommée** en milieu de journée. La consommation totale de ces 24h (hors production) est de 18,9 kWh.



On pourrait penser qu'il faut plus de modules. Mais attention à ne pas tomber dans le piège du « toujours plus » et de trop étendre votre projet. Prévoyez ce que vous ferez de l'énergie produite au printemps et à l'automne, quand la piscine est en arrêt. Si vous avez trop de surplus le matériel sera plus difficile à amortir. Exemples de production journalière théoriques pour 1500 Wc, orientés plein sud, au cours de l'année.

	15/01/14	15/04/14	15/07/14	15/10/14
<b>8 h</b>	0	161	231	12
<b>9 h</b>	195	428	477	232
<b>10 h</b>	448	720	731	502
<b>11 h</b>	660	970	948	743
<b>12 h</b>	788	1150	1105	913
<b>13 h</b>	<b>821</b>	1249	1195	<b>997</b>
<b>14 h</b>	757	<b>1264</b>	<b>1214</b>	992
<b>15 h</b>	600	1196	1164	897
<b>16 h</b>	369	1046	1044	718
<b>17 h</b>	122	820	859	470
<b>18 h</b>	0	538	622	203
<b>19 h</b>	0	250	364	0
<b>20 h</b>	0	59	143	0
<b>Total kWh</b>	<b>4.75</b>	<b>9.86</b>	<b>10.21</b>	<b>6.71</b>

## 5- Implantation, production et mise en oeuvre

Maintenant que vous avez confirmé votre projet de production et estimé une puissance adaptée à vos besoins, il va vous falloir choisir le lieu d'implantation de vos panneaux. Ce lieu devra être bien ensoleillé, orienté plutôt vers le sud (Sud-Est, Sud, Sud-Ouest), voire Est ou Ouest, et sans aucune ombre en cours de journée (arbre, cheminée, câble électrique ...).

Vous trouverez ici : <http://www.photovoltaique.info/Estimer-la-production.html> des informations et des outils pour prendre conscience de l'influence des orientations et inclinaisons des modules. Ces principes sont valables quelle que soit votre région. Mais, selon votre lieu de résidence, le soleil sera plus ou moins généreux et il vous faudra plus ou moins de temps pour amortir votre installation. Notre partenaire [www.bdvp.fr](http://www.bdvp.fr) vous permettra de consulter les historiques de productions réelles de plus de 13000 installations dans toute la France.

Les modules photovoltaïques peuvent être disposés sur une toiture en **surimposition** (maison, abri de jardin), en ombrière sur un mur, ou en pergola, abri de voiture ... Ils ne nécessitent que de simples rails pour être posés et peuvent donc s'adapter à de nombreuses configurations. Pour éviter des soucis ultérieurs et des surcoûts excessifs nous déconseillons fortement toute pose en intégration dans la toiture. <http://gppep.org/node/116>

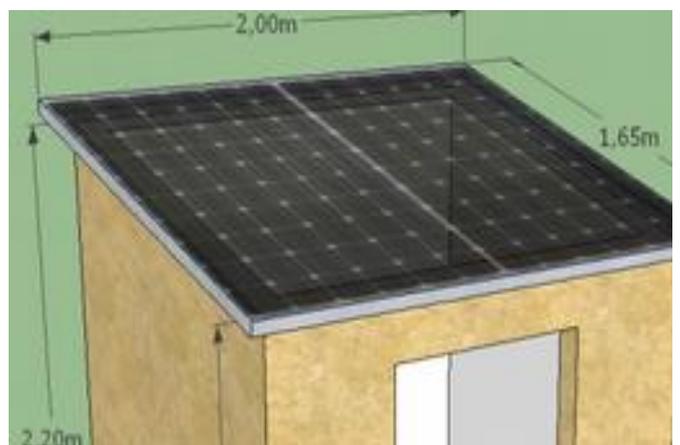
Une implantation au sol est envisageable. Elle évite le souci des travaux en hauteur et permet une inclinaison optimale de 30°. En contrepartie, elle nécessite une protection renforcée du câblage et du passage des personnes. Elle sera éventuellement plus sensible aux ombrages liés à la croissance des végétaux.



Crédit photo MICES / jpb



6 m<sup>2</sup> sur toiture avec 3 micro-onduleurs  
ancrage pour 3 modules      crédit photo GPPEP



Étude pour 2 modules sur un abri de jardin  
Crédit photo MICES

Pour le choix du matériel, nous vous recommandons de faire appel à des professionnels reconnus, tels que nos partenaires qui sauront vous proposer les associations optimales de modules et d'onduleurs, adaptées à votre configuration.

- **INSOCO.org** regroupe des installateurs locaux, respectueux d'une charte qui garantit la qualité de leurs interventions et le respect du client : <http://gppep.org/node/79>
- **MICES.fr**, un des précurseurs, qui sélectionne les matériels pour des kits dédiés à l'auto installation.

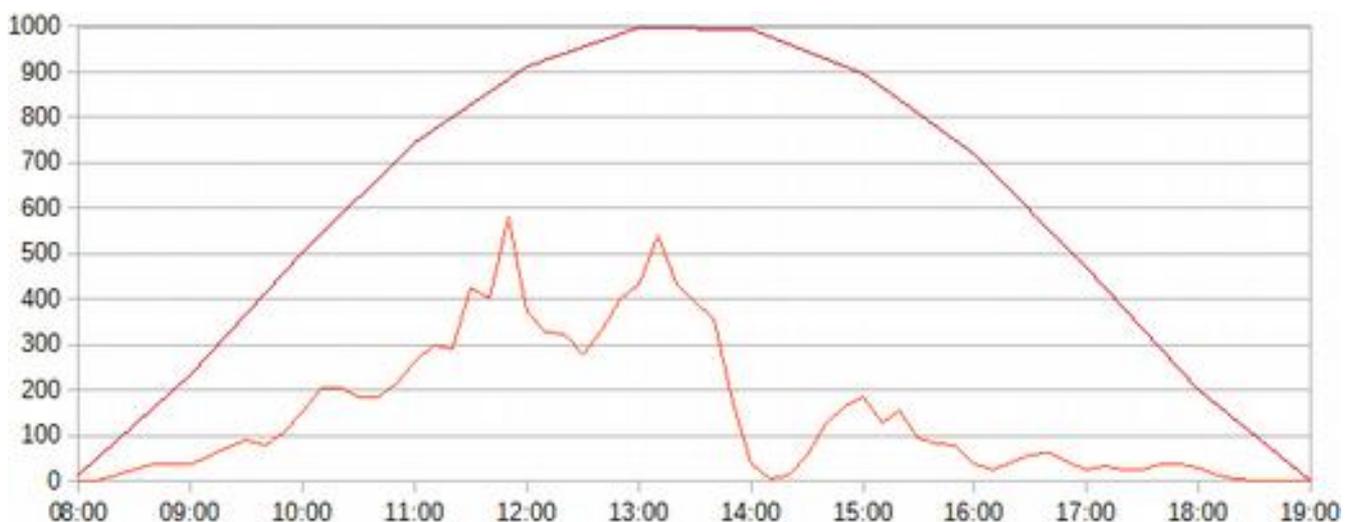
Pour quelques modules, il vaudra mieux utiliser des micro-onduleurs (1 par module) plus simples à mettre en œuvre. Au delà, vous pourrez envisager un onduleur central pilotant tous les modules, un peu moins cher, mais pour lequel tous les modules devront être regroupés ensemble.

Une fois le matériel sélectionné et l'implantation choisie, éventuellement avec l'aide d'un professionnel, vous connaîtrez les performances, l'orientation et l'inclinaison de vos modules. Vous disposerez donc de tous les éléments pour déterminer vos possibilités de production sur toute l'année.

Pour compléter les estimations de production du professionnel, vous pourrez utiliser les outils indiqués dans notre guide des ENR pour les particuliers : <http://forum-photovoltaïque.fr/viewforum.php?f=10>

ou bien celui proposé par le site de Mices.fr, destiné spécifiquement à l'autoconsommation :  
[http://mices.fr/Documents/MICES\\_Prod.zip](http://mices.fr/Documents/MICES_Prod.zip)

N'oubliez pas qu'au delà de ces estimations théoriques la réalité sera parfois plus « nuageuse » ... avec une production **réelle** inférieure à l'estimation théorique. Dans l'exemple ci-dessous, avec une journée entrecoupée de passages nuageux, cette **installation** de 1500 Wc est loin de son maximum **théorique** de 1000 W en milieu de journée en octobre.



Maintenant que vous savez ce que vous voulez faire et comment, il ne reste plus que quelques étapes administratives à résoudre...

## 6- Procédures Administratives

Comme vous ne souhaitez pas de contrat d'achat de votre énergie, la procédure générale est simplifiée. Il vous faudra néanmoins vous conformer aux règles de l'urbanisme et du gestionnaire du réseau électrique. Bien sûr, si vous faites appel à un installateur, il pourra vous accompagner dans ces démarches.

### 6.1- Urbanisme

Votre projet portera probablement sur la modification des aspects extérieurs ou la construction d'un petit abri. Une simple déclaration préalable suffit pour ces cas. Vous pourrez obtenir le formulaire auprès des services techniques de votre mairie ou bien sur le site internet du service public.

Si vos panneaux sont au sol, à moins de 1,80 m de haut, aucune déclaration ne sera nécessaire.

<http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/F17578.xhtml>  
informations et description générale

<http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/R2028.xhtml>  
cerfa No 13703 Déclaration préalable - portant sur une maison individuelle et/ou ses annexes

NB : on utilise le formulaire cerfa No 13404 dans les autres cas.

<http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/R11646.xhtml>

Pour les "PRO", il faudra utiliser un autre formulaire

<http://vosdroits.service-public.fr/particuliers/F17578.xhtml>

<http://vosdroits.service-public.fr/professionnels-entreprises/R11646.xhtml>  
cerfa n° 13404 quand les travaux ne portent pas sur une maison.

Pour trouver les photos de l'environnement général demandées dans la déclaration, utilisez tout simplement :

<http://www.geoportail.gouv.fr/> onglet « données » / rubrique « photographies aériennes »

ou bien :

<http://maps.google.fr/>

Vous trouverez les schémas cadastraux dont vous aurez besoin ici :

<http://www.cadastre.gouv.fr/scpc/accueil.do>

Indiquez votre code postal, sélectionnez « vue d'ensemble » pour pouvoir repérer votre parcelle si vous ne la connaissez pas, ou recherchez directement selon votre adresse.

N'hésitez pas à utiliser les outils avancés, dans la colonne de gauche (mesures, distance ...).

### 6.2- Les galères de l'intégration

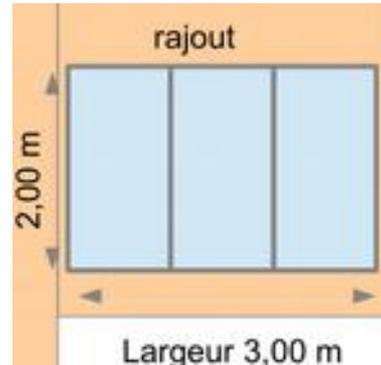
Suite à plusieurs remontées de nos adhérents qui se sont vu refuser des Déclarations Préalables, nous avons découvert que plusieurs communes et collectivités avaient rajouté un critère d'intégration « esthétique » des panneaux solaires dans leur POS ou PLU, le plus souvent pour tous les quartiers, sans tenir compte de l'environnement architectural. Cette exigence abusive implique des contraintes et des dangers qui rendent quasi impossible la réalisation des petits projets. Nous avons donc rédigé plusieurs documents pour vous permettre d'informer vos élus locaux de leur erreur afin de corriger cette absurdité.

<http://gppep.org/node/116>

Pour proposer les photos-montages nécessaires pour illustrer le résultat des travaux, vous pourrez utiliser le logiciel Draw de la suite gratuite : <http://fr.libreoffice.org/> , ou tout autre logiciel de votre choix. Les exemples ci-dessous ont été réalisés avec Draw.



extrait DP-5



extrait DP-4



DP-7 ajout de 2 groupes de 3 modules en complément d'une ancienne installation de vente

Vous pourrez trouver des renseignements complémentaires ici :

<http://www.photovoltaique.info/Demarches-administratives.html>

<http://gppep.org/node/27>

### 6.3- Les aides ?

Aide toi et le ciel t'aidera... Il n'y a pas d'aide nationale, ni de crédit d'impôt, pour les systèmes d'autoconsommation, bien qu'ils permettent la réduction du coût des consommations du bâtiment à l'instar de nombreux autres travaux de rénovation énergétique. L'autoconsommation devrait, d'après nous, être éligible aux certificats d'économie d'énergie (C.E.E). Mais ce n'est pas encore le cas...

- La région **Poitou-Charentes** favorise les installations d'autoconsommation pour TOUS, aussi bien les particuliers que les entreprises avec l'objectif de tripler la production locale d'énergies renouvelables d'ici 2020. <http://crer-info.solarlog-portal.fr/27297.html>
- Les autres régions sont plus frileuses. Les régions Alsace, Aquitaine, Bretagne, Languedoc-Roussillon, PACA ont lancé des appels à projet pour favoriser l'autoconsommation des entreprises, mais pas des particuliers. Elles semblent penser que la production d'énergie et sa maîtrise sont trop importantes pour les laisser entre les mains des citoyens ...

## 6.4- ERDF ou Régie Locale

Votre installation de production sera indirectement raccordée au réseau général, au travers de votre installation domestique. Vous devez donc la déclarer à votre gestionnaire de réseau, conformément aux C.G.V. de votre contrat de consommation (en exemple, voir article 9 pour le cas du tarif bleu réglementé) :

<http://particuliers.edf.com/offres-d-energie/conditions-generales-de-vente-201735.html>

Voyez aussi le contrat ERDF d'accès au réseau pour une installation de consommation, chapitre 2.3.2 :

[http://www.erdf.fr/medias/DTR\\_Racc\\_Conso/ERDF-FOR-CF\\_11E.pdf](http://www.erdf.fr/medias/DTR_Racc_Conso/ERDF-FOR-CF_11E.pdf)

Cette obligation, (que certains commerciaux oublient de préciser) s'applique également à TOUS les systèmes de production, tels que l'éolien ...

La déclaration devra se faire auprès de votre gestionnaire de réseaux. Vous devrez le contacter pour obtenir l'autorisation de mise en service. C'est généralement ERDF, mais vous pouvez parfois dépendre d'une régie locale : Entreprise Locale de Distribution (E.L.D.) ou Gestionnaire de Réseaux de Distribution (G.R.D.).

Pour ERDF, sélectionnez l'onglet « producteur » puis « raccordement » pour atteindre :

<http://www.erdf.fr/produire-de-lelectricite# / 2 La demande de raccordement>

NB : Il n'y a pas besoin de définir un responsable d'équilibre dans le cadre de l'autoconsommation (cf.

[http://www.erdf.fr/sites/default/files/ERDF-FOR-RAC\\_22E\\_Formulaire.pdf](http://www.erdf.fr/sites/default/files/ERDF-FOR-RAC_22E_Formulaire.pdf) )

NB 2 : Il faut forcément passer par les formulaires en PDF, car le portail d'ERDF pour les petits producteurs ne permet pas actuellement de traiter les installations destinées à l'autoconsommation.

Vous pouvez aussi accéder à la liste complète des documents de raccordement ERDF ici :

[http://www.erdf.fr/ProcEDURE\\_de\\_raccordement](http://www.erdf.fr/ProcEDURE_de_raccordement)

À l'issue de cette demande, votre gestionnaire de réseaux devrait vous octroyer la « convention d'exploitation » qui vous autorisera à mettre en service puis à exploiter votre installation raccordée au réseau.

NB 1 : ERDF travaille sur un projet de "Convention d'Autoconsommation" (CAC) qui simplifiera le cas de l'exploitation des installations destinées à l'autoconsommation.

NB 2 : cette simple convention (d'exploitation ou d'Autoconsommation dans le futur) est différente de la « proposition technique et financière (PTF) » qui, elle, détermine les coûts de mise en place d'un comptage destiné à la vente d'énergie dans le cadre d'un contrat d'achat avec EDF-OA. L'acceptation de cette PTF entraîne l'établissement d'un Contrat de Raccordement, d'Accès et d'Exploitation (CRAE)

NB 3 : si vous avez un vieux compteur électromécanique (à roue), votre gestionnaire de réseaux vous le changera pour éviter des anomalies dans le comptage des consommations, en cas de surplus de production.

## 6.5- CONSUEL

En cas de modification de l'installation électrique, la réglementation vous oblige à faire vérifier votre nouvelle installation par le Consuel. Mais le texte est flou concernant cette notion de « modification ». Si vous choisissez de connecter votre installation de faible puissance sur une prise électrique il n'y aura pas besoin de Consuel. Si vous vous connectez sur le tableau électrique c'est moins évident ! Actuellement, le terme « modification » est interprété différemment selon les représentants d'ERDF auxquels on a affaire. Certains exigent le Consuel, d'autres non, sans aucune uniformité entre les régions ou départements.

Dans la pratique, votre installation de consommation ne change pas. Les nouvelles normes prévoient d'ailleurs de laisser des emplacements libres dans le tableau électrique pour pouvoir y rajouter des éléments en cas de besoin. Il n'est donc pas évident que la mise en place d'un simple disjoncteur modulaire dans le tableau existant soit à considérer comme une « modification » de l'installation car, sinon, le pisciniste, le plombier, le chauffagiste, le maçon ... devraient également avoir besoin du Consuel chaque fois qu'ils font des travaux chez vous et installent un nouvel appareil, voire un nouveau local ! Sans oublier que votre installation fournira probablement moins de puissance que ce que nécessite une simple cafetière électrique ...

<http://www.consuel.com/delegations.htm>

<http://forum-photovoltaïque.fr/viewtopic.php?f=90&t=31145> pour un exemple de demande de Consuel

Dans la version actuelle, non finalisée, du projet ERDF de "Convention d'Autoconsommation" (CAC) il serait possible de simplement faire une attestation sur l'honneur comme quoi l'installation n'a pas nécessité des modifications réclamant le passage du Consuel. Mices l'a très bien expliqué sur son forum

<http://mices.fr/Forum/viewtopic.php?f=3&t=157>

## 6.6- Assurance

Il vous faudra bien sur prévenir votre assureur des modifications que vous allez entreprendre. Vous aurez besoin d'une attestation d'extension de votre Responsabilité Civile pour la mise en service d'une installation photovoltaïque. Cette spécificité est souvent incluse dans le contrat standard mais peut parfois causer un léger surcoût.

Vous pourrez aussi vérifier avec votre assureur les conditions d'assurance de votre matériel de production en cas de sinistre.

## 7- Auto Installation

Les onduleurs centraux, regroupant la production de plusieurs modules photovoltaïques, utilisent du courant continu, dangereux. Nous vous déconseillons donc de vous lancer vous même dans de l'auto installation avec ce type d'onduleur. Si vous êtes un bricoleur averti, avec les compétences nécessaires (menuiserie, maçonnerie et surtout électricité), vous pouvez envisager la pose d'une petite installation de faible puissance utilisant des micro-onduleurs, raccordés directement sur votre installation 230 V en alternatif.

Nous préconisons une pose en surimposition et non en intégration pour réduire les coûts de pose et les contraintes de maintenance. <http://gppep.org/node/116>

Vous devrez respecter les préconisations du guide UTE C15-712-1, notamment celles concernant l'implantation des matériels, le câblage, la mise à la terre et l'étiquetage. L'ensemble de votre installation devra être protégé avec un disjoncteur différentiel 30mA (comme c'est probablement déjà le cas).

Un soin particulier devra être apporté aux protections électriques. Même si vous désirez effectuer vous-même la fixation des modules, nous vous conseillons de confier le branchement final au tableau électrique à un installateur ou un électricien confirmé.

Vous pourrez vous aider de ces schémas pour protéger votre installation  
[http://mices.fr/Documents/Type\\_branchement\\_electrique.pdf](http://mices.fr/Documents/Type_branchement_electrique.pdf)

Attention aux associations de matériels, utilisez de préférence des « kits » déjà constitués associant modules et onduleur(s) compatibles entre eux ET respectant les normes.

Vous pourrez consulter des exemples pratiques de pose ici :  
<http://mices.fr/MICES-Autoconsommation-Doc.htm>

Les micro-onduleurs ont en outre l'avantage d'être évolutifs. Si vos besoins augmentent dans le futur, vous pourrez facilement rajouter des modules avec leurs micro-onduleurs.

Bien sûr, vous devrez utiliser du matériel respectant les normes, notamment l'onduleur qui, pour la sécurité du réseau, devra se conformer à la dernière version de la norme VDE 126-1-1/A1.

Actuellement c'est la « DIN VDE 0126-1-1/A1 réglages VFR2014 » qui doit être appliquée.

Cette norme, qui ne devrait pas changer en 2015, garantit l'interopérabilité de l'onduleur avec le réseau commun et garantit le découplage de l'onduleur en cas de coupure électrique.

Si vous hésitez sur vos capacités techniques, Nous conseillons le recours à nos partenaires, les installateurs du groupeement INSOCO (<http://insoco.org>) dont nous apprécions les compétences. Ils pratiquent des tarifs raisonnables sur la main d'œuvre et sur le matériel.

## 8- Amortissement, coût de revient

Le coût de revient peut être évalué ainsi : [Capacité de production annuelle x Durée de fonctionnement (environ 30 ans)] – Provision pour panne éventuelle. Pour simplifier, vu les petits budgets impliqués, on ne tiendra pas compte des éléments « annexes » comme le coût du financement ou de la revalorisation financière ...

L'amortissement va dépendre des kWh économisés et des dépenses que vous éviterez ainsi. Vous pouvez vérifier le dernier tarif bleu EDF, réglementé, ici

[http://particuliers.edf.com/fichiers/fckeditor/Particuliers/Offres/CGV\\_CRE/CRE\\_TB.pdf](http://particuliers.edf.com/fichiers/fckeditor/Particuliers/Offres/CGV_CRE/CRE_TB.pdf)

<http://particuliers.edf.com/abonnement-et-contrat/les-prix/les-prix-de-l-electricite/tarif-bleu-47798.html>

Le coût de consommation électrique est actuellement supérieur à 0,14 € TTC (0,1535 € TTC en heures pleines) et dépassera les 0,20 € dans les prochaines années, vu les augmentations annoncées. Nous pouvons donc prendre 0,20 €/kWh comme base de calcul du coût de nos futures consommations.

2 modules de 250 Wc avec le matériel complet (micro-onduleurs, câblage, disjoncteur, fixations ...) vous reviendront approximativement entre 1200 et 2000 € selon le type de prestation (auto installation ou pose par un installateur pour 500 à 800 € de main d'oeuvre) et le matériel choisi. Comme partout, les tarifs baissent si on augmente les quantités achetées. Mais soyez raisonnables, car il faudra avoir l'usage des possibilités de production offertes par du matériel supplémentaire. En revanche, nous vous déconseillons de ne poser qu'un seul module qui ne réduirait que faiblement votre consommation et dont le prix serait relativement élevé, les coûts fixes du câblage + fixations + protection électrique étant quasi identiques pour 1, 2 ou X modules.

Ces 2 modules produiront entre 450 et 700 kWh par an selon leur orientation et votre région d'implantation. Si vous consommez réellement cette production, cela fera autant d'économisé sur vos factures d'électricité.

Dans un cas **idéal**, vous économiserez sur la durée de fonctionnement = 700 kWh x 0,20 = 140 € par an.

Si votre installation vous a coûté 1200 €, vous l'amortirez en moins de 9 ans en récupérant votre investissement initial. Au bout de 18 ans vous aurez économisé le double de la somme de départ.

Si votre projet vous a coûté 2000 €, il vous faudra 14 ans pour l'amortir, soit moins de la moitié de la durée de vie probable de votre matériel (de l'ordre de 30 ans).

Avec le taux actuel du livret A de 1 %, il vous faudrait plus de 50 ans pour doubler votre capital.

Si nous considérons les économies réalisées dans le 1er cas comme un placement, vous doublez votre capital en 18 ans (2 x 9), cela correspond à un taux de placement de 3,9 %, très intéressant en ce moment ...

Même sur 28 ans (2 x 14), dans le 2ème exemple, cela correspond encore à un taux de placement de 2,5 %.

Dans une région moyenne, moins favorisée par le soleil, vous économiserez plutôt entre 550 et 600 kWh par an. Avec ces 110 ou 120 € économisés par an, le projet sera un peu plus long à amortir mais toujours utile.

Pour calculer le coût de revient de l'énergie que vous allez produire, nous prendrons seulement 20 ans comme base de production, soit beaucoup moins que la durée de vie estimée, afin de tenir compte des aléas éventuels.

1200 € de coût matériel / 14000 kWh dans le sud => **0,086 €** par kWh que vous produirez.

1200 € de coût matériel / 11000 kWh dans le centre => **0,109 €** par kWh que vous produirez.

2000 € de coût matériel / 14000 kWh dans le sud => **0,143 €** par kWh que vous produirez.

Malgré la grosse provision pour les aléas éventuels, cela reste très inférieur aux futurs tarifs de consommation.

Si votre installation génère trop de surplus non utilisés, il faudra les décompter dans vos calculs.

Exemple pour 4 modules avec 90 % d'autoconsommation réelle : 2400 € / (28000 kWh X 0,90) = 0,095 €/kWh (sans tenir compte de la réduction de prix, car 4 modules coûteront moins que 2 x 2 modules ...)

## 9- Pour aller plus loin

Si vous prévoyez une installation produisant beaucoup plus que votre consommation de base, nous avons vu que trop de surplus pouvait nuire à l'amortissement de votre projet. Heureusement, il existe plusieurs manières de limiter ces surplus afin de maximiser la production et optimiser l'utilisation de votre énergie renouvelable.

**IMPORTANT** : Certains commerciaux peuvent vous promettre la lune et bien davantage en contre-partie de dépenses conséquentes. Ne vous laissez pas leurrer par l'offre d'un matériel de production surdimensionné qui nécessiterait un système « magique » pour utiliser les trop nombreux surplus générés.

Nous avons vu des « offres » supérieures à 10000 €, voire 20000 €, théoriquement destinées à de l'autoconsommation, où l'enjeu est d'économiser quelques dizaines ou centaines d'euros par an !!!

Quels que soient les arguments commerciaux, n'oubliez jamais de mettre en balance vos besoins réels de consommation, le surcoût du système et les économies potentielles (en kWh et en euros) qu'il devrait permettre.

### 9.1- Petits déplacements de consommation

Les surplus survenant en début ou fin de journée, quand la production est faible, sont peu significatifs (il faut un surplus moyen de 100 watts pendant 1 heure complète pour perdre 0,1 kWh). Les surplus importants qu'il faut limiter surviendront plutôt en milieu de journée, au sommet de la courbe solaire. Pour les éviter, il suffit de déplacer certaines consommations à cette période précise au lieu de les laisser se déclencher à d'autres heures. Vous pourrez choisir de lancer manuellement, ou de programmer, le démarrage de certains appareils (lave linge, chauffe-eau électrique ...). Cette optimisation de vos réductions de consommation vous demandera juste quelques changements dans vos habitudes. Il n'y aura pas de surcoût matériel en dehors éventuellement de quelques prises programmables (attention à l'ampérage que pourra subir le programmeur). L'exemple précédent de la piscine est caractéristique d'une consommation lancée volontairement pendant la production photovoltaïque pour en profiter au maximum.

### 9.2- Comptage

Pour réellement aller plus loin, il faut savoir ce qu'il se passe en détail et donc utiliser des outils de comptage. Il pourra s'agir de compteurs « basiques » que vous devrez relever manuellement, ou de suivi en détail des consommations de votre maison (comme le préconise la RT2012), jusqu'au pilotage à distance de certaines consommations. Vous pourrez envisager de nombreuses possibilités.

➤ **Compteurs « basiques » :**

Ils doivent être raccordés physiquement au tableau et traversés par les flux à mesurer.

Il peut s'agir du futur Linky ou de compteurs modulaires. Outre la modification sensible de l'entrée du tableau électrique, ils imposent une lecture manuelle périodique s'ils ne sont pas équipés d'une prise S0.

➤ **Suivi et enregistrement de multiples consommations et productions :**

Ils enregistrent en continu plusieurs points de mesure via la sortie télé-info des compteurs ERDF, des tores ou des prises S0 sur des compteurs modulaires. On peut les consulter via réseau Ethernet ou Wi-Fi, sur ordinateur, tablette ou smartphone. Certains systèmes permettent la surveillance à distance du bon fonctionnement en transmettant les données vers un site internet géré par le fournisseur.

➤ **Pilotage des consommations et des surplus**

Des systèmes plus complexes et plus coûteux permettent des économies d'énergie supplémentaires avec enregistrement des données en continu et suivi à distance via un site internet pour faciliter l'optimisation et la réduction des consommations.

Les réglages nécessitent souvent un installateur agréé.

### 9.3- Pilotage précis, pouvant devenir complexe ...

Certains trouveront dommage de programmer automatiquement le démarrage d'une consommation un jour nuageux, ou voudront choisir entre plusieurs possibilités de consommation en fonction de l'importance des surplus réels. C'est possible. Mais cela va nécessiter du matériel supplémentaire si vous voulez automatiser ces fonctionnements (mesures, enregistrement, programmation, liaisons ...). Leur mise en œuvre pourra s'avérer complexe, avec des travaux d'aménagement et pas mal de réflexion pour tout configurer en fonction de vos besoins particuliers. Outre des fonctions d'enregistrement en continu, ces appareils permettent de programmer le lancement de consommations en fonction de l'énergie produite disponible. Certains systèmes permettent même de moduler la puissance utilisée par une résistance de chauffe-eau qui n'utilisera que les surplus. Il sera bien sûr possible de programmer et forcer le fonctionnement des appareils pilotés, même en l'absence de production.

Vous devrez néanmoins vous fixer une limite. Le but n'est pas d'inventer des consommations dont vous n'avez pas besoin, ou de mettre en place des systèmes trop lourds, juste pour éviter quelques surplus. Restez raisonnables pour équilibrer les coûts et contrôler la complexité, la fiabilité et les surcoûts des différentes options possibles, par rapport aux gains potentiels dans la réduction des surplus.

### 9.4- Quelques pistes parmi d'autres ...

Parmi la multitude de systèmes existants, français ou européens, nous en avons sélectionné quelques uns sur les critères de coût, de simplicité de mise en œuvre, ou de disponibilité de nombreuses fonctionnalités. Ces fournisseurs sont ouverts à des remises sur des commandes groupées selon les quantités. N'hésitez pas à nous contacter pour y participer. Voici ceux qui nous ont répondu, listés par ordre alphabétique :

- CONSOSPY : suivi de multiples compteurs (télé-info, tore et impulsions) avec délestage/activation  
<http://www.consospy.fr>
- COMWATT : système complet pour maximiser les économies d'énergie  
<http://www.comwatt.com/indepbox-easy>
- MYLIGHT : système complet pour maximiser les économies d'énergie  
<http://www.mylight-systems.com/mylight-systems/>
- WATTROUTER : puissant mais complexe, pour gérer tout votre bâtiment  
[http://www.solarcontrols.cz/en/watrouter\\_models.html](http://www.solarcontrols.cz/en/watrouter_models.html)
- WATTWATER : système simple de transfert des surplus vers le cumulus électrique  
[http://www.autoconsommer.com/autoconsommation\\_domestique.html](http://www.autoconsommer.com/autoconsommation_domestique.html)  
<http://www.axun-solar.com/photovoltaïque/204-onduleur-WATTWATER>

Pour rappel, voici la liste des fabricants, par ordre alphabétique, qui nous soutiennent dans notre projet de démonstration à grande échelle de l'autoconsommation chez les particuliers : <http://gppep.org/node/110>

- BISOL (module)
- ENPHASE (micro-onduleur)
- Q-CELLS (module)