

Autoconsommation :

Comment déterminer la puissance de son installation ?

1- Détermination de sa consommation compensable	1
2- Puissance photovoltaïque à installer	4
3- Surplus : problème ou pas ?	8
4- Conclusion	9

1- Détermination de sa consommation compensable

Déterminer la puissance à installer n'est pas toujours très facile. Il faut d'abord avoir une idée assez précise de sa consommation journalière idéalement heure par heure. La production solaire ayant la forme d'une cloche, on doit déterminer le meilleur moment pour faire fonctionner les différents consommateurs de la maison.

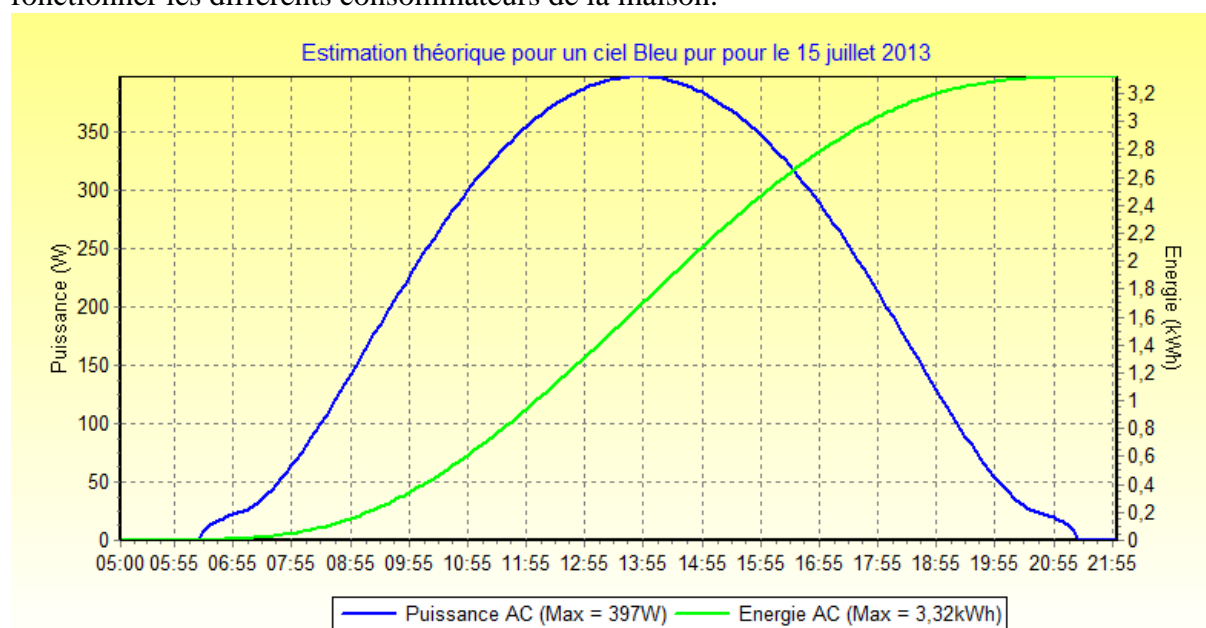


Figure 1. Courbe de production typique pour une installation de 500 Wc en été.

Comme on le voit sur la figure 1, le maximum de production est atteint vers 14h00 qui correspond au midi solaire en été. Si on a un « bruit de fond » de l'ordre de 250 W (ce qui représente souvent un minimum dans la plupart des habitations) et pas d'autres appareils en marche, on voit que l'on va avoir un peu de surplus entre 10h00 et 17h00 (figure 2).

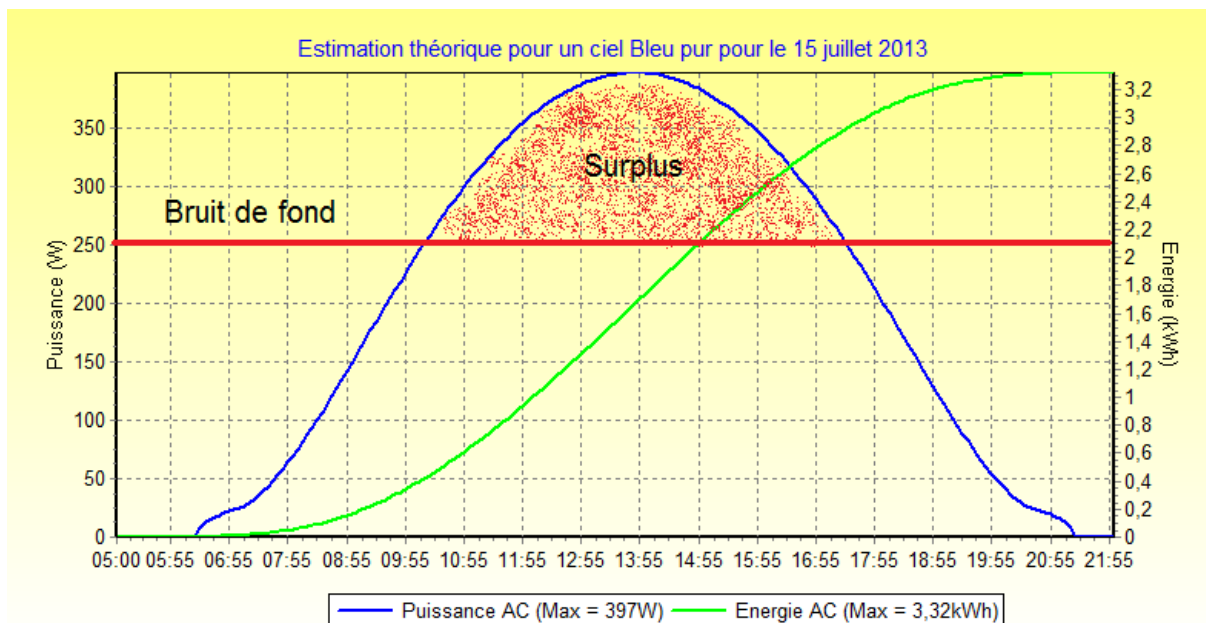


Figure 2. Représentation du surplus pour un « bruit de fond » de 250 W

Ce surplus a l'air important mais ce n'est pas vraiment le cas. En effet, il ne faut pas oublier que la production illustrée est une courbe théorique pour une journée « parfaite » avec un beau ciel bleu. On n'a pas toujours ces conditions idéales. Ensuite, même dans le cas présent, le surplus ne représente que 20% de la production totale, ce qui veut dire que sur la journée, on aura quand même compensé environ 2,65 kWh. Enfin, on peut également profiter de cette belle journée pour démarrer un autre consommateur afin de limiter encore le surplus.

Maintenant qu'on a illustré un peu la problématique, comment avoir une idée un peu plus précise de son « bruit de fond ». Une première méthode assez grossière consiste à prendre votre consommation annuelle et de la diviser par 8,76. Cela vous donne la puissance moyenne en continue de votre maison. Ce n'est qu'une indication mais c'est un premier début. Par exemple, si vous avez 6 000 kWh de consommation annuelle, votre puissance moyenne constante est de 685 W.

Une deuxième approche plus précise consiste à faire des relevés réguliers sur votre compteur EDF. Pour cela, il faut regarder autour du midi solaire pour voir la puissance instantanée soutirée (voir figure 3 : sélection du menu n°4 avec le bouton du haut puis défilement pour voir la puissance avec le bouton du bas). On répète cette opération quelques jours de suite pour avoir une valeur moyenne. Ensuite, on regarde un peu l'ensemble des appareils qui fonctionnent et on se demande comment cela évolue au cours de l'année en éteignant/allumant les appareils saisonniers. On obtient ainsi à peu près la puissance que l'on doit compenser.

I Option à Un poste tarifaire



Touche Sélection (S)
de 1 à 11 appuis

Touche Défilement (D)
1 appui

- S1 Indicateur visuel de la puissance instantanée.
- S2 Option tarifaire choisie.
- S3 Réglage disjoncteur (en A par phase) et puissance souscrite (en kVA).
- S4 Intensité instantanée phase 1 (en A)
+D Intensité instantanée phase 2 (en A)
+D Intensité instantanée phase 3 (en A)
+D Puissance active instantanée (en W)
+D Puissance apparente instantanée (en VA).
- S5 Intensité maximale atteinte phase 1 (en A)
+D Intensité maximale atteinte phase 2 (en A)
+D Intensité maximale atteinte phase 3 (en A)
+D Puissance active maximale atteinte (en W).
- S6 N° de série du compteur (6 premiers chiffres)
+D (6 derniers chiffres).

Figure 3. Exemple de lecture de la puissance instantanée sur un compteur EDF triphasé.

Enfin, on peut acheter un petit « conso-mètre » qui permettra d'enregistrer automatiquement les données du compteur. Il en existe plusieurs sur le marché, plus ou moins sophistiqués. A noter que la plupart de ces appareils qui utilisent une pince ampère-métrique ne sont pas très précis sur les faibles puissances. Cela permet d'obtenir des graphes de ce genre :

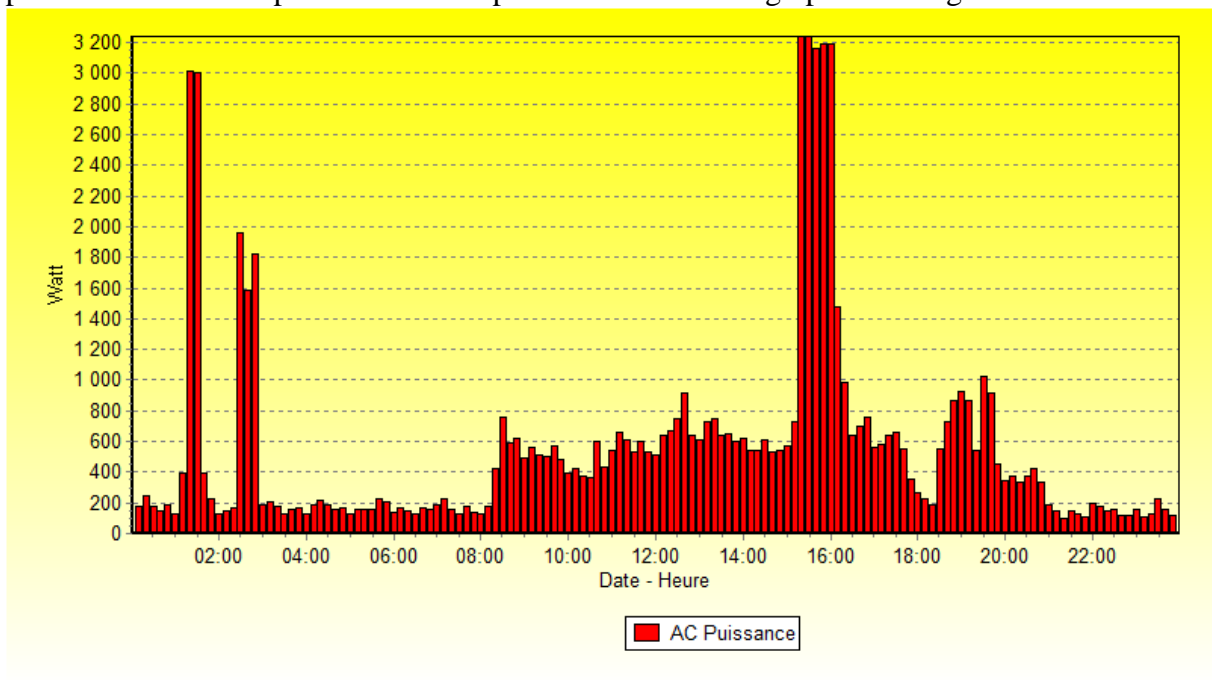


Figure 4. Consommation typique sur une journée en été

Sur le graphe, on observe un « bruit de fond » constant d'environ 200 W. Les pics à plus de 3 kW sont provoqués par le démarrage du chauffe-eau électrique en heure creuse. On remarque une sorte d'ondulation entre 3 et 8 heures du matin qui est due au démarrage périodique des appareils de froid. On a une consommation autour de 500 W vers midi. Si on souhaitait la compenser exactement, on pourrait installer 750 Wc de panneau solaire comme on peut le voir sur la figure 5 ci-dessous :

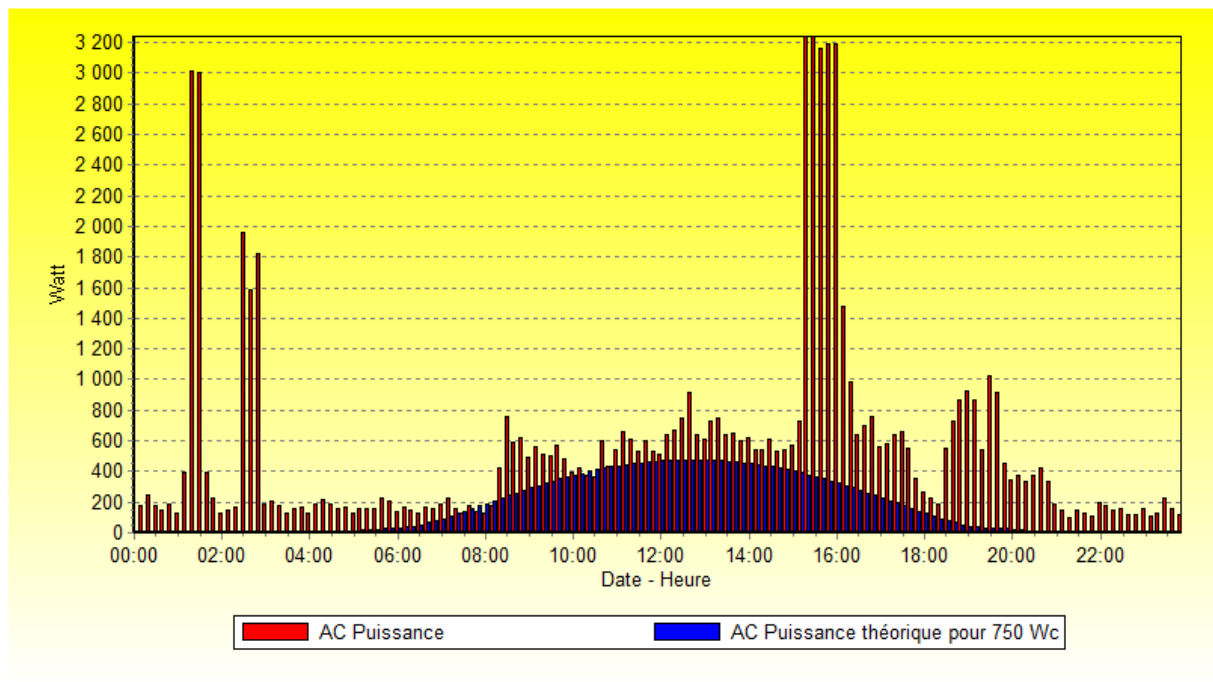


Figure 5. Installation de 750 Wc pour compenser la consommation

Sur cette journée où on a consommé 13,4 kWh, la production photovoltaïque aura permis d'en couvrir environ 4 kWh soit à peu près 30%.

Remarque :

Pour les personnes qui possèdent toujours un compteur mécanique (en fait électromécanique), le calcul est un peu plus compliqué. Il faut chronométrer le temps nécessaire pour que la roue fasse un tour complet, puis en fonction de l'énergie que cela représente (voir les spécifications du compteur), déterminer la puissance instantanée. Par exemple, s'il faut une minute pour faire un tour et si un tour correspond à 1 Wh, la puissance instantanée est donc de 60 W. Mais si vous avez un compteur mécanique, vous n'avez pas à vous en faire pour le surplus car il sera automatiquement décompté par le compteur.

2- Puissance photovoltaïque à installer

Maintenant que vous avez une idée plus précise de votre « bruit de fond » ou de la puissance que vous souhaitez compenser, il s'agit de déterminer la quantité de puissance photovoltaïque à installer. Ce serait simple si on pouvait rentabiliser le surplus injecté sur le réseau ou si on n'avait pas de contrainte financière. Dans ce cas, il suffirait d'installer entre 50% et 100% de puissance en plus que la puissance déterminée précédemment. Dans l'exemple du début où on a une puissance de 250 W à compenser, l'installation de 500 Wc (2 MICES) permet de couvrir cette consommation pratiquement toute l'année. Le fait de mettre plus de puissance permet de compenser les mauvais jours (hiver) ainsi que les pertes lorsqu'il fait chaud (été). Cela permet également d'avoir une compensation de sa consommation journalière étalée sur plus d'heure. Mais on aura évidemment plus de surplus au midi solaire sauf si on pense à utiliser à ce moment des consommateurs comme les machines à laver le linge ou la vaisselle. L'installation d'une puissance identique (dans l'exemple 250 Wc) permet d'être sûr qu'on n'aura jamais de surplus.

Il faut conserver à l'esprit les points suivants :

- On doit éviter d'avoir trop de surplus puisque ce dernier est envoyé gratuitement sur le réseau (sauf si on a un compteur mécanique).
- On doit raisonner sur une année complète. Il est à peu près sûr qu'on aura plus de surplus en été qu'en hiver. Viser le « zéro surplus » tous les jours n'est donc pas forcément la meilleure solution économique.
- On ne doit pas se focaliser sur la consommation d'un seul appareil car la production est toujours injectée sur le réseau de toute la maison et donc tous les appareils peuvent profiter de cette production.
- Ne pas oublier que la puissance d'un module est une puissance de référence. Dans la réalité, la puissance qu'il délivrera sera toujours bien inférieure et également moins importante en hiver qu'en été.
- Installer plusieurs modules permet de faire des économies d'échelle intéressantes aux niveaux électriques, des fixations en toiture et des frais de transport.
- On peut également réfléchir à sa manière de consommer pour faire coïncider sa production avec sa consommation. C'est souvent possible (exemple, la climatisation, la pompe de la piscine, le lave-vaisselle,...) et on peut utiliser des prises programmables.

Il faut également garder à l'esprit les fluctuations saisonnières de la production. Sur une journée ensoleillée, on a six paramètres principaux qui conditionnent la production. On a trois paramètres qu'on ne peut pas modifier : la durée du jour, la hauteur du Soleil dans le ciel, la température ambiante ; et trois paramètres potentiellement modifiables : l'inclinaison des modules, l'orientation des modules et les ombres (qu'on évitera au maximum). Ainsi, il va de soi qu'on produira plus en été qu'en hiver car les jours sont plus longs. Par contre la température jouera en défaveur de la production. L'inclinaison des modules et la hauteur du Soleil jouent ensemble. En hiver, le Soleil étant bas sur l'horizon, on aura une meilleure production si les modules sont plus inclinés et ce sera l'inverse en été. Enfin, une orientation plein Sud permettra d'augmenter sa production car on captera plus de rayons solaires.

En autoconsommation, ce n'est pas la production maximale qu'on recherche (vu que le surplus est perdu financièrement sur le réseau – mais pas perdu d'un point de vue écologique bien sûr !) mais la meilleure adéquation entre la production et la consommation. Ainsi, on peut limiter le pic de production du midi en faisant une installation Est-Ouest (on améliore la production du matin et du soir au détriment de celle de midi). Egalement, en augmentant l'inclinaison des modules, on augmentera la production hivernale au détriment de la production estivale.

Pour que ce soit plus compréhensible, je vais illustrer ces différents cas de figure. Mais il va de soi que dans la réalité on devra faire avec les contraintes existantes (difficile par exemple de corriger la pente du toit !). Il est toujours bon d'avoir une petite connaissance sur ces contraintes, cela évite de prendre pour argent comptant les discours de certains commerciaux !

Comparons par exemple une même installation de 500 Wc dans le Sud de la France sous différentes configurations. Attention, ce sont des courbes théoriques de production où on suppose que tous les jours il fait un beau ciel bleu ; c'est souvent vrai en été moins en hiver !

Dans une première étape, on oriente plein Sud et on ne fait varier que l'inclinaison : 20° ou 50° :

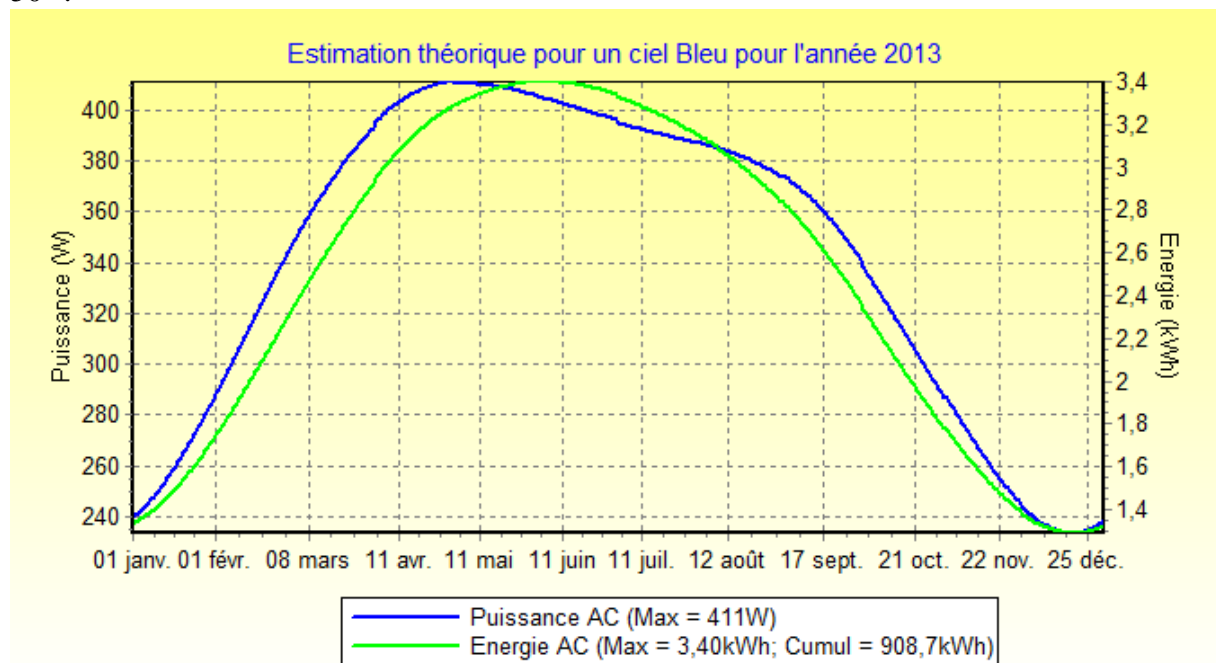


Figure 6. Plein Sud, inclinaison de 20°

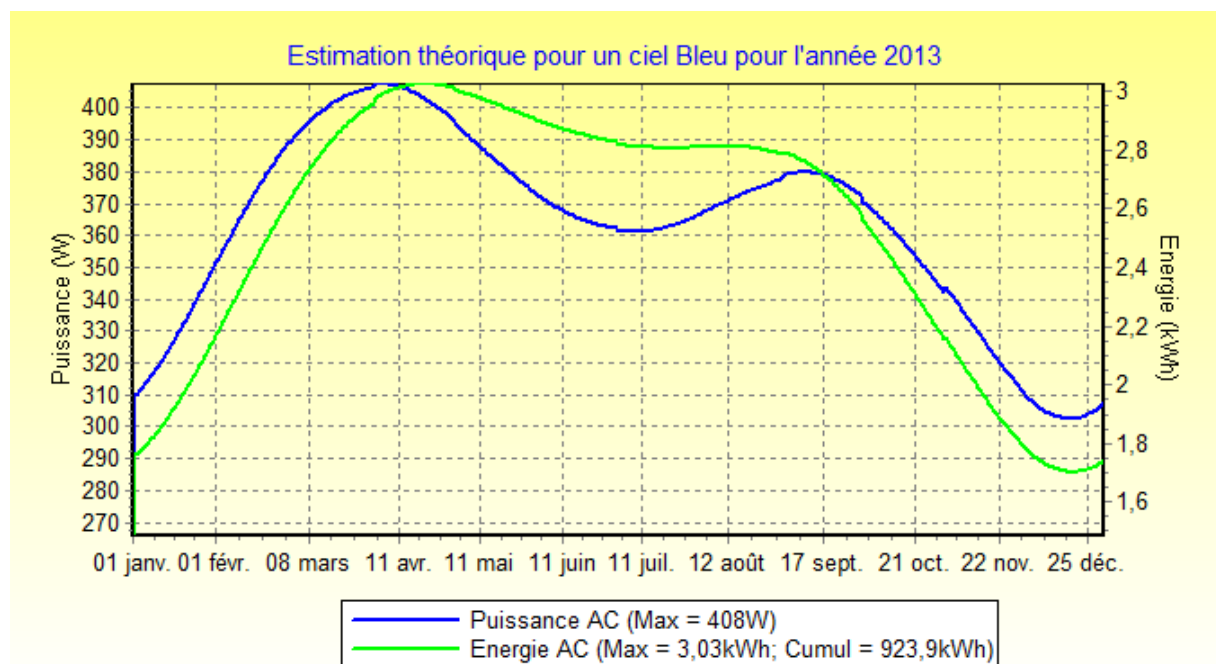


Figure 7. Plein Sud, inclinaison de 50°

Dans la figure 6, on observe bien la production maximale à la mi-mai qui constitue le meilleur compromis entre la durée du jour, la hauteur du Soleil dans le ciel et la fraîcheur encore présente de l'atmosphère. Dans l'installation à 50° (figure 7), on observe bien le décalage de ce maximum vers le mois d'avril ainsi que le creux de production estivale (Soleil très haut dans le ciel pour une forte inclinaison des modules). On voit également que la production hivernale est bien améliorée par rapport à l'installation à 20° (300 W de minimum contre 240 W).

Maintenant, on va diviser l'installation en deux parties : 250 Wc à l'Est et 250 Wc à l'Ouest et on fait varier l'inclinaison de 20° à 50° :

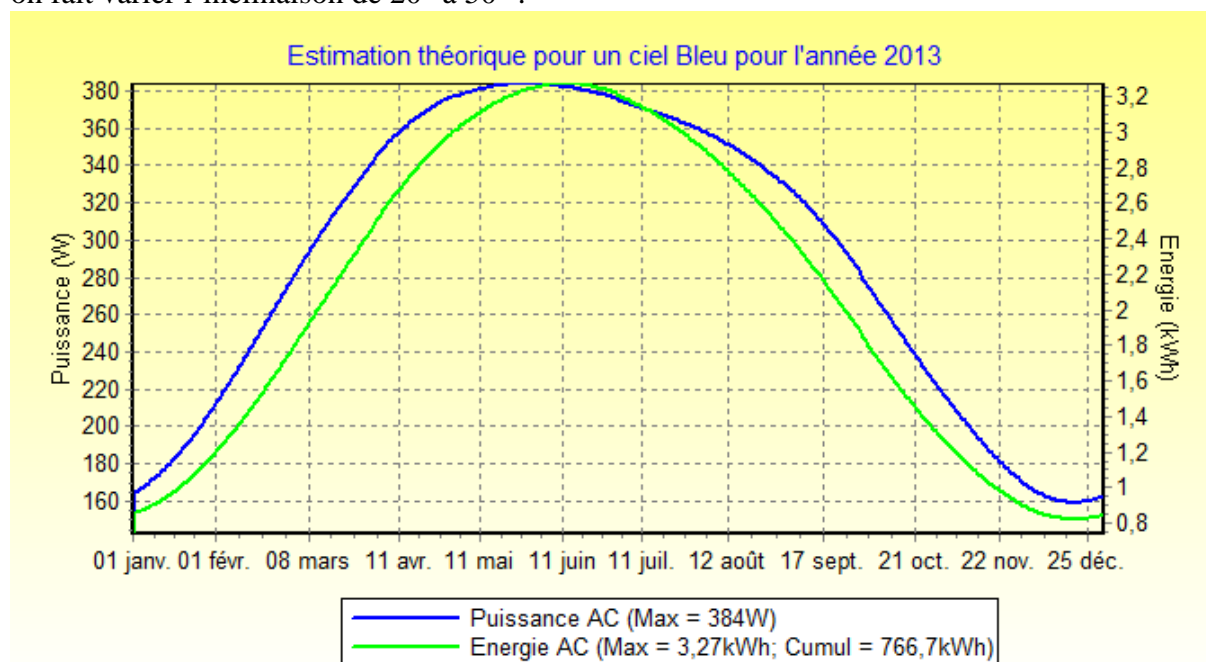


Figure 8. Moitié Est, moitié Ouest, inclinaison de 20°

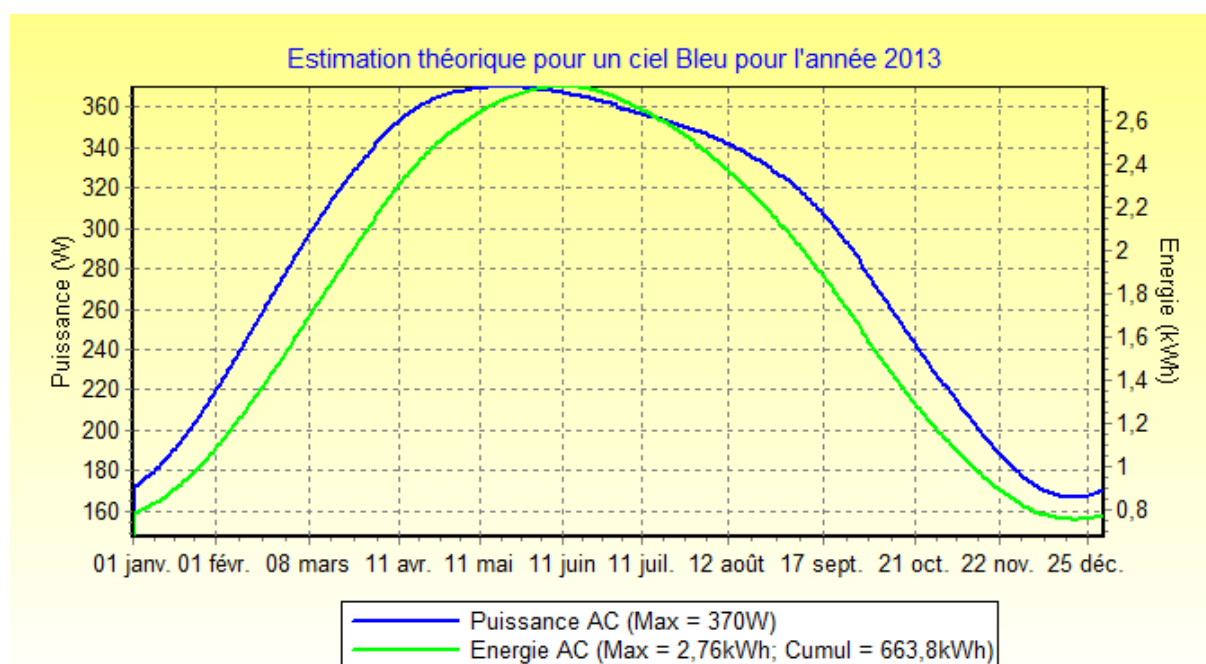


Figure 9. Moitié Est, moitié Ouest, inclinaison de 50°

Comme prévu, les pics de production sont moins importants. On voit également que l'inclinaison de 50° n'améliore pas du tout le rendement hivernal. Cela se comprend facilement car la forte inclinaison conjuguée à l'orientation Est ou Ouest diminuent fortement la quantité de lumière reçue par les modules. Dans le cas d'une installation Est ou Ouest, on évitera donc les fortes inclinaisons.

Ci-dessous un diagramme des rendements en fonction des orientations et des inclinaisons qu'il est bon de conserver en mémoire :

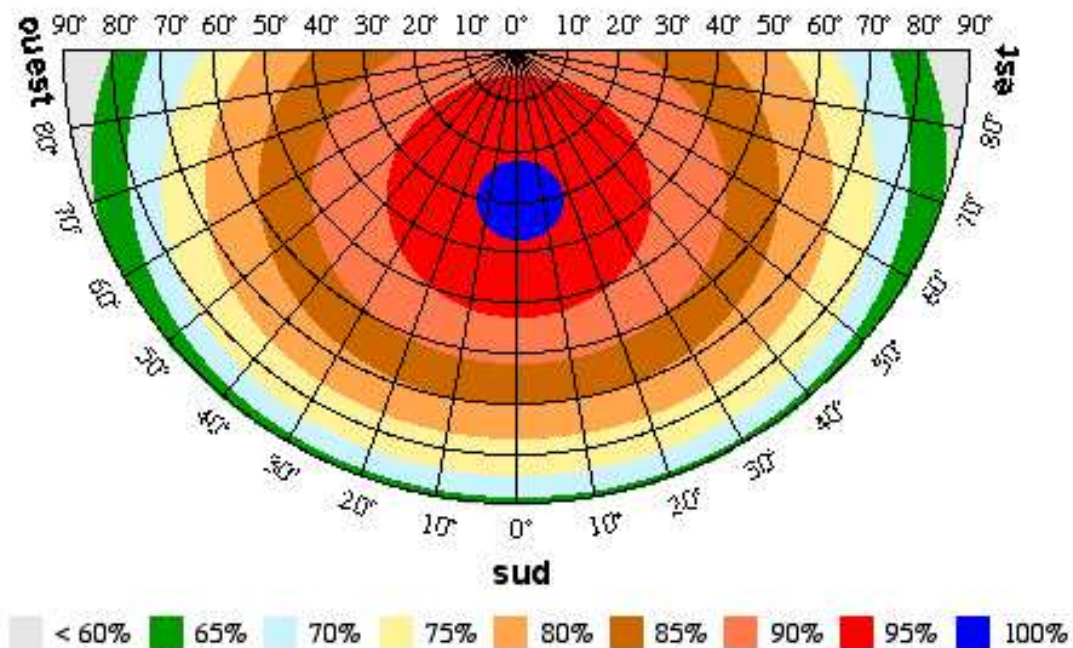


Figure 10. Diagramme de rendement solaire

Que conclure de ces courbes ? A première vue, l'installation plein Sud à 20° est la plus intéressante. En fait, tout dépend du « bruit de fond » électrique que l'on souhaite compenser le plus justement possible. S'il est de 400 W, effectivement cette installation sera très bien, générant peu de surplus. Par contre s'il est de 350 W, l'installation Est-Ouest à 20° serait plus appropriée avec moins de surplus généré et un étalement de la plage horaire de production. Bien sûr, tout ceci est théorique et il faut composer avec les contraintes existantes.

3- Surplus : problème ou pas ?

Maintenant qu'on a vu comment déterminer sa consommation et les possibilités de production, il reste le problème du surplus et plus précisément comment déterminer à partir de quand on en a trop pour que l'installation soit encore économiquement viable.

On aura beau faire, la courbe de production aura toujours la forme d'une cloche, et suivant son « bruit de fond » électrique plus ou moins de surplus (voir figure 2). Heureusement, ce surplus ne représente que le sommet de la cloche, donc une petite puissance sur un temps relativement court ce qui donne au final une énergie « perdue » assez faible (et donc aussi une faible perte financière puisque c'est l'énergie, le kWh, qu'on valorise). Il s'agit donc d'évaluer cette énergie en surplus.

Considérons une installation dans le Sud de la France orientée Sud avec 20° d'inclinaison (inclinaison de la toiture typique de la région). Le productible est d'environ 1300 kWh/kWc par an. Plusieurs cas de figure de puissance installée par rapport à un bruit de fond donné sont envisagés. Le calcul théorique pour un ciel bleu tous les jours de l'année conduit au tableau des pourcentages de surplus suivant :

Pourcentages de surplus		Bruit de fond à compenser en W			
		250	500	750	1 000
Puissance PV installée en W _c	250	0	0	0	0
	500	15,8	0	0	0
	750	36,6	3,4	0	0
	1 000	49,7	15,8	0,6	0

Ce sont des pourcentages maximaux car en pratique, comme il ne fait pas un beau ciel bleu tous les jours, les surplus sont moindres. Une installation plus au Nord de la France aura par conséquent encore moins de surplus.

L'installation d'une puissance équivalente à son bruit de fond n'engendrera donc jamais de surplus. L'installation d'une puissance double engendrera environ 10% de surplus sur l'année ce qui est reste vraiment modeste.

L'installation d'une puissance solaire importante moyennant un système de stockage (utilisation de batteries soi-disant pour différer l'utilisation du surplus) sans tenir compte de sa consommation réelle ne peut que conduire à des désillusions. En effet, sans un bon bilan de sa consommation, on ne peut pas estimer correctement le surplus et donc la capacité de stockage à mettre en oeuvre. On risque ainsi d'installer un système coûteux et inefficace si par exemple on a un très faible (ou trop fort) bruit de fond. Il faut rester très prudent avec ce genre de système car si c'est pour « sauver » quelques kWh, cela n'en vaut vraiment pas la peine. De même si le système a une capacité de stockage trop importante (ou insuffisante) par rapport à sa consommation, encore une fois c'est du gâchis. Un des rares systèmes intéressants pour utiliser au mieux le surplus sert à alimenter la résistance du chauffe-eau électrique. Une sorte de préchauffage de l'eau, mais encore une fois, il convient toujours de bien dimensionner par rapport à son surplus.

4- Conclusion

La réussite de son installation en autoconsommation dépend donc de :

- une bonne étude de sa consommation électrique domestique,
- l'installation d'une puissance cohérente par rapport à la puissance que l'on souhaite compenser,
- un petit effort dans ses habitudes de consommation pour être en phase avec sa production d'électricité solaire.

Il est préférable de faire une petite installation quitte à l'agrandir plus tard plutôt que de faire une grosse installation avec une « usine à gaz » pour stocker le surplus.