

Eclairage et Energie diverses

Voici mes travaux pour la partie énergie sur cette rénovation énergétique.

Le document initial date de 2017. entre temps des ajouts et corrections sont faites. (Avril 2022)

Bien sur il y a des choses qui n'ont pas marché et elles sont annoté **(Abandonné)** mais détaillées quand même.

Pour plus de clarté, ils seront déplacé en fin de document

Eclairage solaire autonome

En 2007, suite à curiosité j'ai voulu tester l'efficacité de panneaux solaire pour un passage en 220V pour de l'éclairage, j'ai très vite constaté que la conversion 12v DC-220v AC était sans intérêt vu le pourcentage de perte lors de la conversion en 220v (au-delà du risque à jouer avec cette tension). J'ai donc décidé de garder tous les avantages du 12v DC dans la mesure où il est possible de la stocker facilement dans des éléments de récupération et que les ampoules 12v sont disponibles aux formats traditionnels (E14-E27).

Cela m'a donc « éclairé » sur les possibilités de mes 24W de panneaux solaires pendant quelques années.

En achetant la maison en 2015, j'ai donc utilisé cette expérience pour passer une partie de l'éclairage de la maison sur un réseau isolé 12V alimenté par 175W de panneaux et une batterie de voiture ne tenant plus les charges d'hivers par temps froid.

La zone impactée est le salon et la cuisine.



Pour limiter la consommation de cette ensemble, L'éclairage est de type spot led 12V avec les GU5.3 , un modèle classique que l'on trouve partout, et où il a juste fallu retirer/ne pas installer le fil de terre qui est généralement présent au niveau des supports.



L'avantage dans l'histoire est que nous sommes passés d'un 12v alternatif qui peut fatiguer à la longue par un scintillement 50hz non forcément visible à l'œil nu, vers une luminosité constante. Le soleil n'étant pas quelque chose de constant en production, un micro relais et un transformateur prennent le pas sur le solaire, lorsque la batterie a restitué une grosse partie de sa charge (et aussi pour sa protection personnelle)

Coté travaux :Ce genre de modification est mineure, le fusible actuel de l'éclairage de la pièce ne doit de fait , ne plus être sur le 220V mais sur un réseau 12V.

Pour des raisons de sécurité j'ai personnellement choisi de séparer mes courants faibles par rajout d'un tableau électrique et en partant sur une double protection par fusible au niveau de la batterie et au niveau des charges.

La charge de la batterie étant assurée par un contrôleur de charge solaire classique.

Ce panneau électrique est un recyclage de mon ancien panneau électrique.



Pour la gestion de la commutation, j'ai fait le choix d'un relais temporisé programmable 12V qui lors de la coupure va fermer un circuit 220V et va alimenter un transformateur 220/12v au format DIN.

Ce temps d'alimentation secouru secteur est défini par le relais. (Actuellement placé sur 3h)



Concernant les dépenses pour ce projet, le contrôleur de charge se trouve dans les 10 euros et le panneau dans les 1€/w sur leboncoin. (Soit 175 euros de panneaux)

Les ampoules sont de type LED, acheté principalement sur [internet](#) par lot de 10 pour 40 euros (en blanc chaud)

La batterie étant de récupération, c'est une batterie de voiture qui ne tient plus la charge à froid, mais reste suffisante pour cette tâche.

Le relais de chez Conrad : [30 euros](#) et [30 euros](#) pour le convertisseur
Soit pour ce projet une somme de 300 euros plus les petits accessoires.

La production en KW/h par an est d'environ 75% de 1kw/par w installé.

Mais ce qui est recherché ici c'est le confort d'avoir toujours de l'éclairage même lors des coupures électriques hivernales.

Les évolutions futures seront de faire une « montée en capacité de stockage » et production pour pouvoir passer tout l'éclairage de la maison sur ce mode de consommation.

Temps passé : 7 jours.

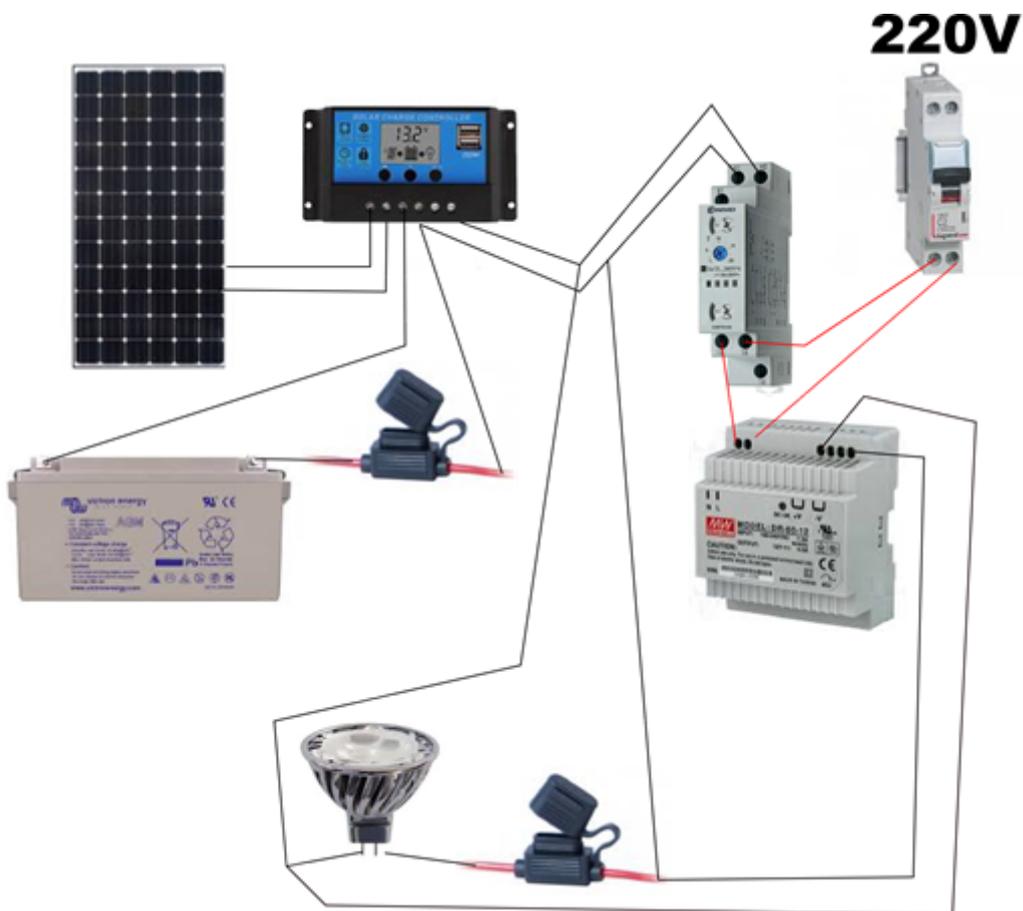


Figure 1: Principe de l'installation

Après 3 ans :

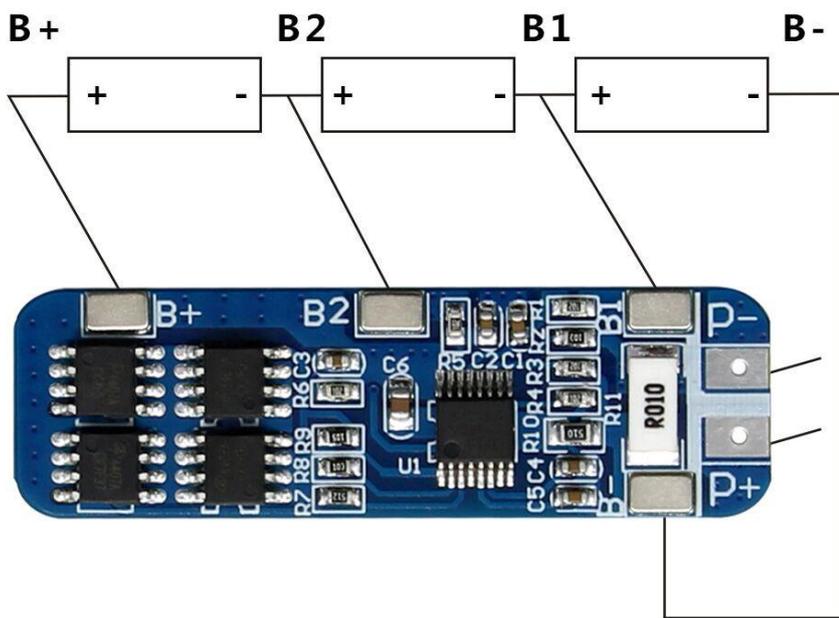
Avantage :	autonomie en cas de coupure de courant 220v
Inconvénient :	longévité de la batterie
	Coupure de l'éclairage lors de la bascule vers le secteur.

Après 6 ans :

Avec le temps l'on se rends compte que les batteries 12V classique de voiture au plomb travaillent entre 13.3 et 12V et non en 12v et 10V comme je le pensais initialement. et donc la durée de vie et la capacité est grandement améliorée.

Mais, à l'usage les batteries de récupérations classique ont souvent du mal à garder la charge. c'est pour cela que je suis passé sur des batteries construites à partir d'éléments de récupération au li-ion, la construction de ce type de batterie est un peu plus compliqué mais la capacité de stockage et l'encombrement est bien mieux.

Les éléments proviennent de vieilles batteries d'ordinateur portable.
la batterie tourne entre 12 et 14V et est fait d'élément 18650



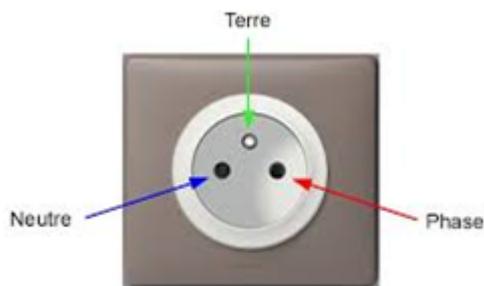
Prises Vertes 12v.

Pour en venir aux prises, ayant profité de la remise aux normes de la maison coté électrique, j'en ai profité pour installer des « prises vertes » alimentés en 12V identiques à des prises 220 mais avec un cache vert et une méthode de branchement qui ne peut détruire accidentellement un équipement 12v branché sur le 220V.



En effet, la masse est celle de la prise de terre et le 12v branché sur l'équivalent du neutre de la maison.

Sachant que dans une maison la masse et le neutre doivent être au même potentiel sur un réseau 220v, il n'y a donc pas/peu de risque de courants circulants suite à un branchement accidentel sur du 220 de ces objets. (Si votre réseau est bien fait.)



Ces prises « vertes » accueillent donc mon chargeur de téléphone ainsi que d'autres réalisations en termes d'éclairage d'ambiance. Car il est très facile de faire des éclairages d'ambiances avec les articles d'un magasin de meuble suédois connu. En effet la plupart des éclairages fournis chez eux sont en 12V alimenté par un transformateur. Une fois le transfo retiré, l'éclairage est pleinement fonctionnel sur les prises 12V. (Ou par remplacement d'ampoules 220v par des 12v type E14 ou E27)



Autoconsommation solaire.

Certaines études montrent que le bruit de fond (tous ces objets que l'on laisse connectés) représente une partie non négligeable de la consommation électrique.

J'ai donc voulu tester l'autoconsommation pour absorber en journée, une partie de ces 300W de bruit.

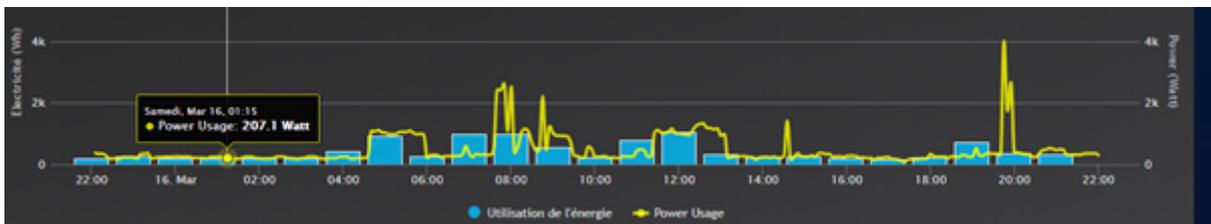
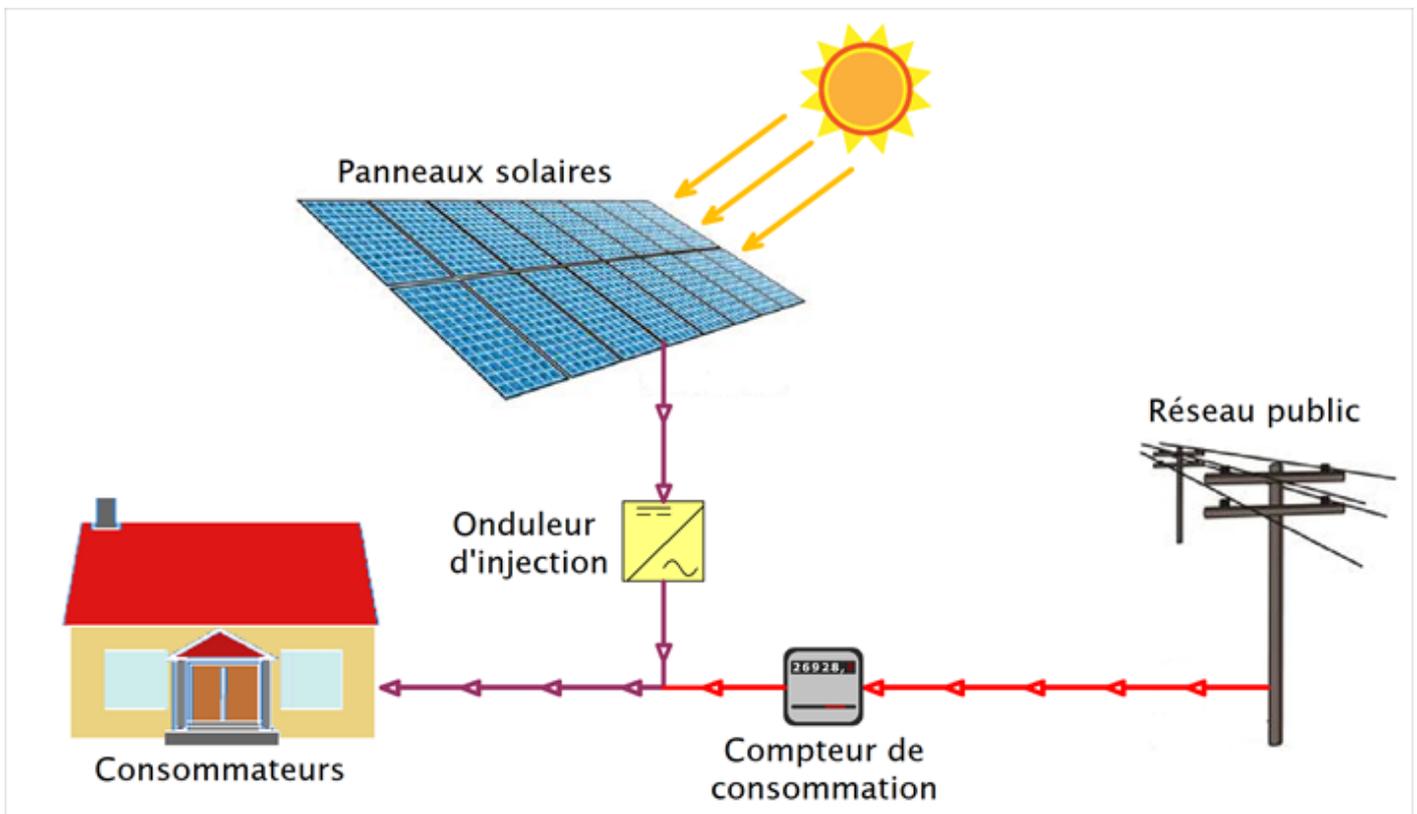


Figure 2: Exemple de bruit

Pourquoi le choix de l'autoconsommation ? Après de nombreuses recherches et études, j'en suis arrivé à la conclusion que les grandes surfaces avec revente ne peuvent être rentabilisées et au-delà de très fortes contraintes quant à l'implantation, l'usage de courants forts de + de 400V sur certaines installations peuvent potentiellement provoquer des incendies par arc électrique à cause des normes actuelles (intégration à la charpente en bois).

Le choix est donc fait d'utiliser un panneau de 250 W avec un micro-onduleur. Ceux-ci peuvent directement se brancher sur une prise 220v, ce qui réduit les risques d'incendie.

Dans mon cas, j'ai mis la sécurité beaucoup plus haute en utilisant les normes allemandes (isolation, anti foudre, fusibles, coupure du réseau automatique, etc...)



Coté fonctionnel, le résultat est au RV, par beau temps ou en été la consommation en journée est proche de 0. Le panneau de 250W, à lui seul, à produit plus de 400Kw/h en presque 2 ans. après nouvelle étude cette année, j'ai constaté que l'un des appareils de report d'information sur internet consommait à lui seul 40W, il a donc été supprimé pour augmenter la consommation (631 kw au 15 Janvier 2019)



Coté Dépense : le prix du panneau et de l'onduleur seul est d'environ 500euros (en 2018) par contre le prix des protections associés est aussi dans les 500 euros (en 2018) , et donc l'ensemble n'est pas rentable à court terme dans le cadre d'un seul panneau et peut l'être à long terme. Le courant produit est d'environ 250KW/h an et représente 12% de ma consommation électrique. Dans le futur, je pense rajouter un voire 2 panneaux avec des orientations différentes pour lisser la production dans la journée.

Pour optimiser la consommation par rapport à la production, le ballon d'ECS se met en chauffe lors des pics de production.

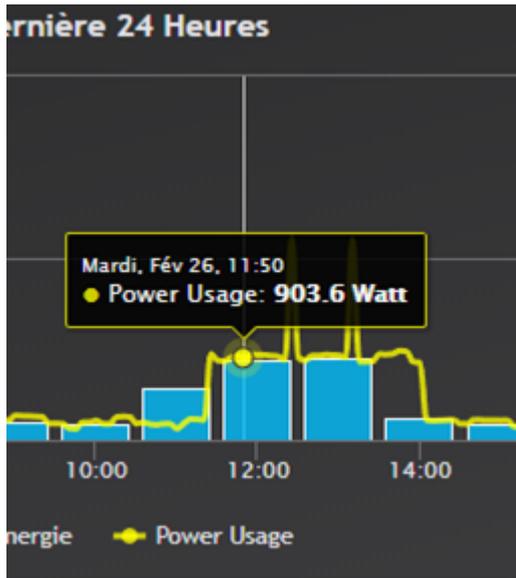


Figure 3 : courbe de consommations

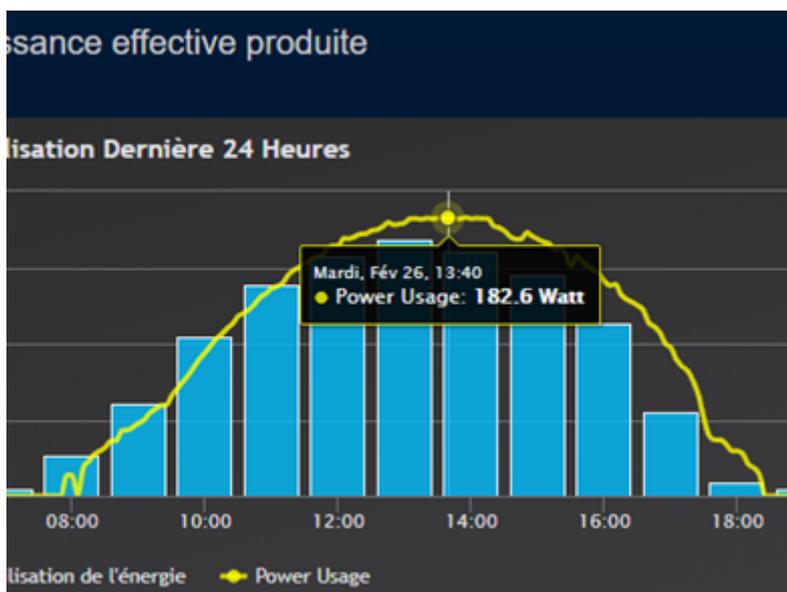


Figure 4 : courbe de production

Les journées ensoleillées sont visibles sur le graphique, et le panneau peut à lui seul produire plus de 1Kw / jour.



Figure 5: semaine de production en février

La prochaine évolution dans ce domaine sera de rajouter des panneaux en autoconsommation pour coller au plus près de la charge lors du pic de production.

Evolution entre 2018 et 2022 :

Le prix des panneaux a très fortement baissé, et il est maintenant possible d'avoir des kit 2 panneaux (700Wc) pour moins de 600 euros, Je suis donc passé à +1000 Wc dans un 1er temps puis 2 fois 700Wc par la suite.

le 1er panneau de 250Wc acheté à l'époque a été orienté plein est et est fixé directement sur le mur de la maison pour booster la production solaire le matin.

le rendement moyen des panneaux est de de 1kWh/an par Wc installé.

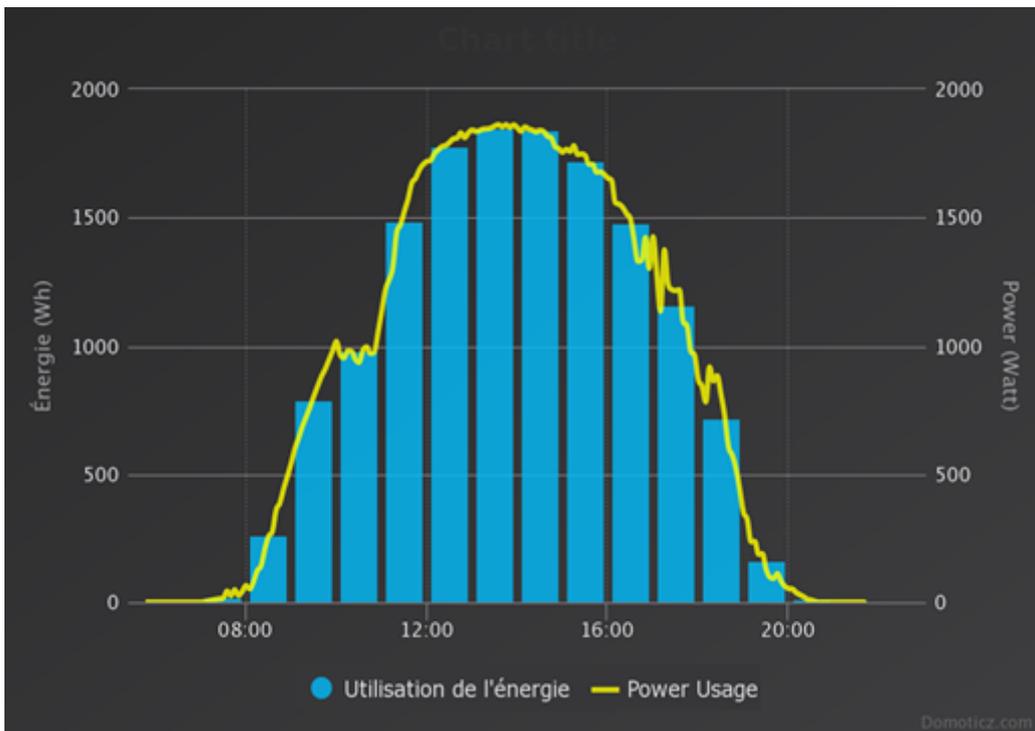


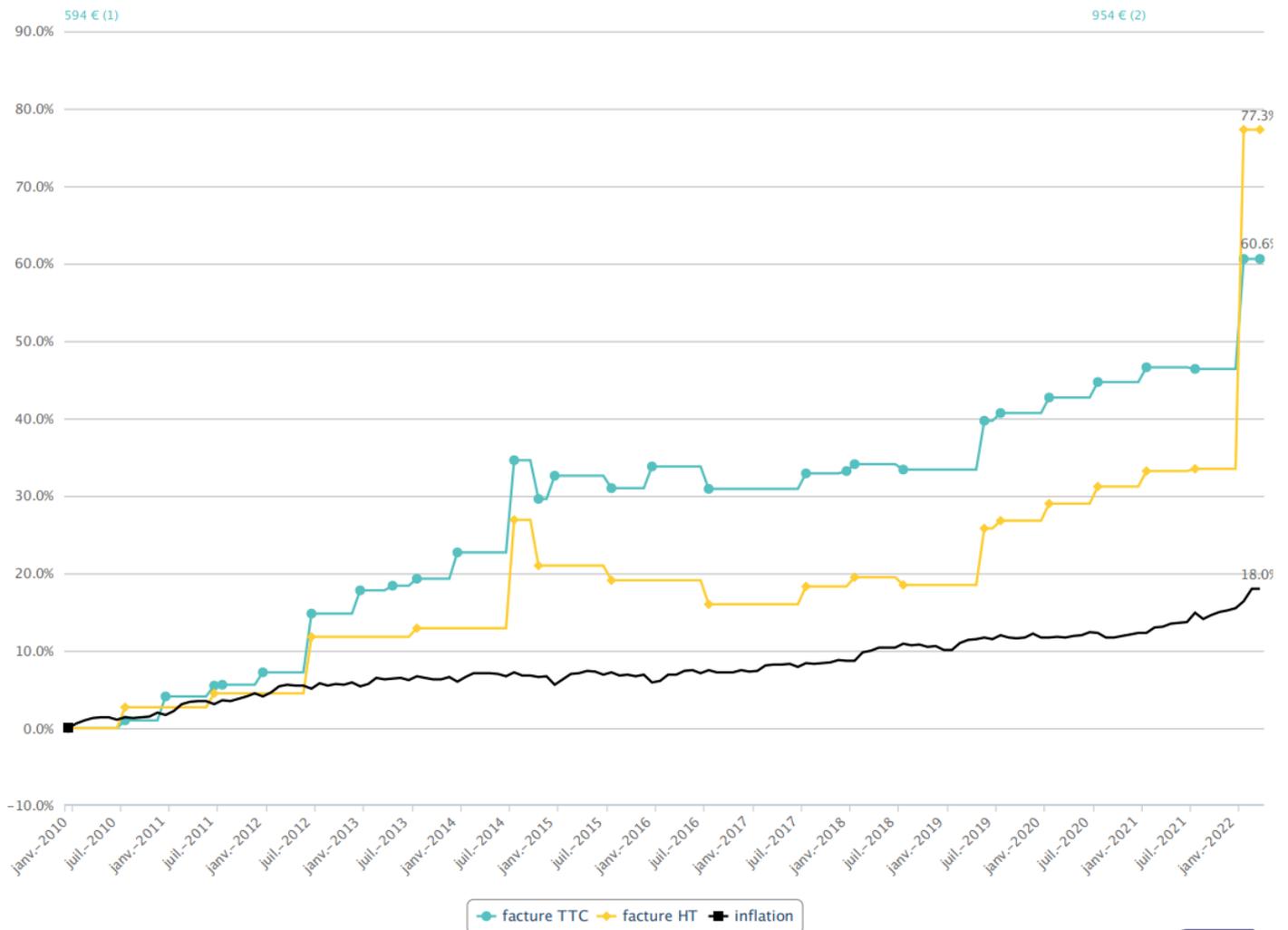
Schéma d'une production au mois d'Avril 2022.

La maison a été équipée d'un [Pv routeur pour router le surplus d'énergie](#) vers le ballon d'eau chaude.

et avec le temps et l'augmentation du prix de l'énergie, cette solution [autoconsommation + Pv

routeur] semble la plus pertinente.

Evolution de la facture annuelle entre le 1er janvier 2010 et le 19 avril 2022



(1) Facture annuelle TTC avec prix en vigueur au 1er janvier 2010 (tarif Base (6 kVA))
(2) Facture annuelle TTC avec prix en vigueur au 19 avril 2022 (tarif Base (6 kVA))
Consommation : 4700 kWh
Source : www.energie-info.fr, site d'information du médiateur national de l'énergie



Pose d'un chauffe-eau.

La contrainte étant toujours la même concernant l'ECS, et constatant les consommations de gaz l'été, j'ai fait le choix d'installer un chauffe-eau à stéatite. J'en ai profité pour installer aussi un limiteur de température en sortie d'eau chaude et un ballon tampon pour absorber les dilatations de l'eau chaude et ainsi éviter de gaspiller de l'eau (8L environs / jour pour 200L).

Pour éviter les pertes thermiques du ballon, j'en ai profité pour lui faire un coffrage avec 5 cm de laine de roche.

Pour éviter les chauffes intempestives, un minuteur se déclenche la nuit. le gros de la chauffe étant assuré depuis 2019 par le surplus d'autoconsommation

Cette action me fait passer de 53m³ de gaz (Eq 583KW/h) sur une période juillet août de référence à 40m³ en 2017. Donc un gain sur les GES, le budget et surtout un réel confort de l'ECS toute la journée. (en 2017)



Figure 8 : Calorifugeage fait maison



Figure 8.1 : type de calorifugeage industriel

Retour en 2022 : Avec le temps la consommation et production d'eau chaude a augmenté car le ballon alimente aussi le lave linge avec une eau à 30° et le lave vaisselle (45°), ce qui permet encore de lisser la consommation électrique en évitant que les appareils énergivores consomment trop (résistances chauffante des appareils).

La consommation annuelle d'ECS est d'environ 1000kWh/an

A savoir pour les ballons d'ECS.

Comme indiqué précédemment, il est important de placer un ballon tampon pour la dilatation de l'eau lors de la chauffe. Sans ce ballon c'est 8Litres qui partent par le goutte à goutte et donc 3M3 par an environs soit 12 euros.

il est aussi important d'installer un limiteur de température en sortie pour éviter les risques de brûlures et de gaspiller trop d'eau chaude

Réduction de la température de chauffe de l'ECS

Limiter la température de l'eau chaude dans le ballon peut être aussi une source d'économie.

En effet, chauffer de l'eau à une température donnée T° nécessite toujours moins d'énergie qu'à $T^{\circ}+10$ sans compter que les pertes thermiques sont moindre. (1.162Wh/litre/°C soit pour 200L : 2.3kWh)

Cependant, la température d'un ballon doit toujours dépasser 55° régulièrement pour éviter tout risque de prolifération de légionellose. Dans la réalité, le réseau d'eau potable n'a peu de risque de contaminer le ballon et un volume de 200L n'as que peu de risque.

Réduction de la puissance du ballon

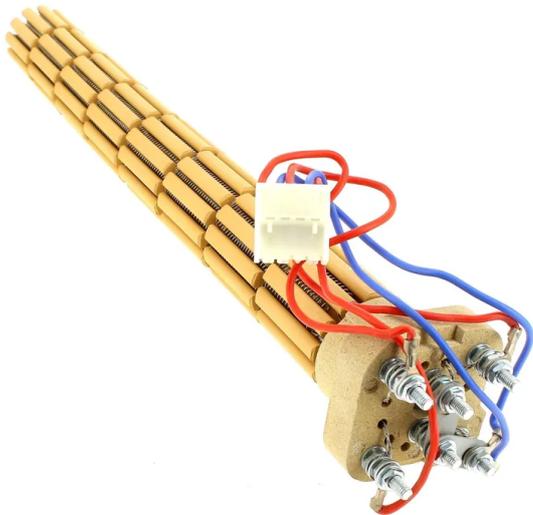
La puissance du ballon stéatite installé pour ne pas faire fonctionner la chaudière gaz est de 2kWh, sa puissance a volontairement été baissée pour augmenter le temps de chauffe et que cela corresponde à la période de production max d'énergie.

Cela à permis par la suite de mieux réguler la puissance lors de l'ajout du dimmer numérique connecté au Pv routeur.

Pour se faire, le ballon à cartouche stéatite contient 2 résistances monté en parallèle.

Une résistance est donc branchée sur le dimmer numérique et est donc piloté par le pv routeur pour moduler sa puissance

et l'autre résistance est donc restée branché sur le réseau principal avec l'électronique d'origine et qui ne fonctionnera que lorsque qu'il y a un besoin de compléter la charge la nuit (avec un programmateur ou un contacteur jour/nuit)



Coté réglage, pour la partie électronique d'origine, la température de chauffe a été abaissée à 50° max.

pour la partie Dimmer, la température max est de 75° pour maximiser le stockage.

Le ballon pouvant s'apparenter à une batterie, sa capacité de stockage est d'environ 4kWh/jour en fonction des usages.

Le résultat en 2021 avec 1650Wc de panneaux : le ballon a été intégralement chargé pendant 174jours (75°) et partiellement pendant 273jours. (> 55°) ce qui a apporté une économie de 1000kWh/an environ .

PV routeurs

Le PV routeur est un boîtier (souvent fait maison) qui analyse la consommation et la production et permet de ne pas injecter sur le réseau public le surplus de production.

Dans le principe, il recherche un changement de phase entre la tension et le courant, ce qui indique une injection.

Il est alors branché ou commande une charge supplémentaire pour consommer ce surplus. en général l'on utilise un ballon d'ECS en tant que charge

il existe différents type de PV routeur en DIY ou semi industriel.

Et j'ai développé mon propre Pv routeur et dimmer numérique sur base ESP8266, puis ESP32.

[Toute la documentation est présentée ici.](#)

A l'usage, l'ajout d'un Pv routeur maximise l'autoconsommation et permet d'avoir un retour sur investissement très rapide sur les panneaux solaire, jusqu'à une certaine limite coté stockage d'énergie (ECS ou batterie)

en 2021, le gros des travaux a été de maximiser l'autoconsommation, et au vue des besoin l'ajout de panneaux en plus des 1650Wc n'a pas beaucoup de sens, à part augmenter l'injection (pour du stockage virtuel par exemple) et faire baisser la consommation globale de la maison.

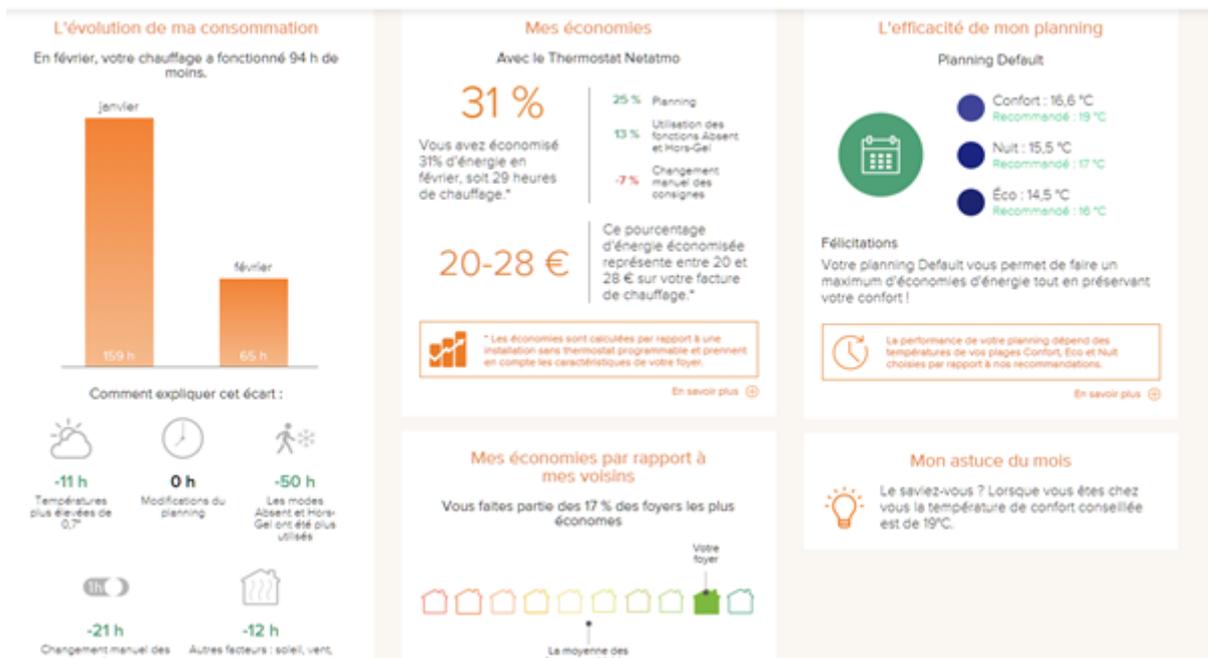
Home PV installation	1650Wc	In Paris
2021 PV production	1710 kWh	
Grid consommation	2323 kWh	
% autoconsommation	41,19% in year	
Injection on the grid in summer	83 Kwh	4,85%
Injection on the grid is produced when the heat tank is at max temp (80°C)		
Heat Max production	174 Days	
Heat production	273 Days	

Cost		without	
Pv auto installation	1705 €		1705
Pv router	50 €		
extra cost	2,93%		
Energy save	1627 kWh	662 kWh	
	325,4 €	132,4 €	
RIO			Delta in €
year 1	1429,6	1572,6	143
year 2	1104,2	1440,6	336,4
year 3	778,8	1308,6	529,8
year 4	453,4	1176,6	723,2
year 5	128	1044,6	916,6
year 6	-197,4	912,6	1110
year 7	-522,8	780,6	1303,4
year 8	-848,2	648,6	1496,8
year 9	-1173,6	516,6	1690,2
year 10	-1499	384,6	1883,6
year 11	-1824,4	252,6	2077
year 12	-2149,8	120,6	2270,4
year 13	-2475,2	-11,4	2463,8
year 14	-2800,6	-143,4	2657,2

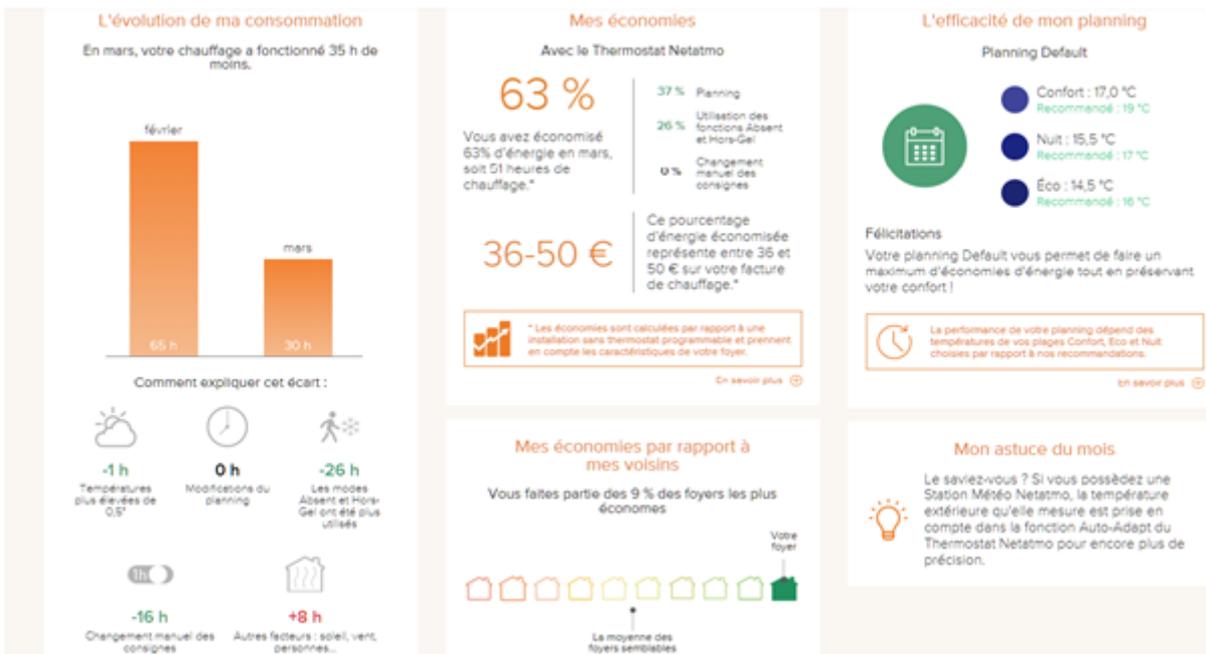
Réduction des consommations de gaz de ville.

Souhaitant maîtriser au plus près la consommation, j'ai fait l'acquisition d'un contrôleur du constructeur français Netatmo en 2018. Il permet de planifier au plus juste la température dans la maison.

Le choix a donc été fait de sélectionner une température entre frais et confort l'hiver. (Mais épaulé par le poêle à pellet 1h le matin et 3h le soir)



Les résultats sont intéressants, puis en changeant les plannings :



J'avoue, c'était un peu frais dans la maison (en 2017) , mais il fait bon vivre dans la pièce principale avec le poêle.

Les températures et le thermostat ont été placés au niveau de la chambre pour ne pas être impacté par le poêle.

Le projet est concluant, mais avant tout, comme nous le verrons plus tard, l'isolation c'est la clé. Depuis cette année, les consignes de température ont été changé (Nuit 18.5 - matin 19.5 - journée absence 17.5 -soir 19.5°) et c'est nettement plus agréable. Coté dépense : environ 150euros et 1h pour l'installation.

La chaudière étant contrôlée aussi par le minuteur sont déclenchement était synchronisé sur le Netatmo. . Ce qui au final en hiver pouvait poser des problèmes de déclenchement sur chaudière éteinte.

Une évolution pour résoudre le problème a été pensée par la suite.

Avec le recul en 2022 : Le produit Netatmo est très très efficace, et avec le changement par la suite de chaudière, le résultat a été encore plus convainquant (voir plus bas)

Changement de la chaudière par une chaudière à

condensation.

Pour rappel l'ancienne chaudière datait de 1992 et produisait de l' ECS en plus du chauffage. malgré toutes les évolutions possible, la consommation était encore élevée, et avec les aides disponibles dès 2019, le choix de la changer a été fait.

Le choix s'est porté sur une chaudière simple à condensation.

Le résultat coté consommation est immédiat : -30% à -40% de consommation.

La chaudière est toujours régulée par le module Netatmo et la température de l'eau est limitée à 45°. une température plus haute n'étant pas nécessaire suite à l'isolation qui a été faite et cela réduit le rendement de la chaudière.

Initial 2014	gaz en kWh	gaz			
2016	42730		DPE		
2017	10421,25	-75,61%	modification initiale		
2018	6565,91	-36,99%			
2019	5904,15	-10,08%			
2020	5525,78	-6,41%			
2021	3288,00	-40,50%	changement chaudière		
2022	2927,00	-10,98%			
hiver 2022	1657,60	-43,37%			

Relevées de gaz de la maison.

Dans le cas d'une maison chauffée au gaz, le changement de la chaudière est donc indispensable.

Poêle à Granule

En complément du chauffage, nous avons fait le choix d'un poêle à granule, pourquoi ce choix car l'usage en est plus simple pour les mises en route, comparé à un poêle à bois, et parfait pour des usages ponctuelles comme un allumage le matin le temps de prendre son déjeuner.

La manutention en est aussi simplifié.

Le coût d'entretien augmente le prix moyen à l'usage.

et le prix des sac a sensiblement augmenté ces dernières années.

La production d'énergie et le stockage

Concernant la production d'énergie, qu'elle soit thermique ou électrique, Le stockage est souvent quelque chose de compliqué ou coûteux. Les choix que j'ai pris concernant l'énergie électrique, est de limiter le stockage au minimum et de consommer ce que je produis. En effet le prix des batteries est en général très cher et leurs durées de vie nécessitent un remplacement assez fréquent, sans compter les pertes dues à la charge et décharge.

Pour le stockage, le transférer le surplus dans un cumulus ou autre masse inerte (mur) est par contre une bonne option, car la chaleur est en général réutilisée par la suite pour le chauffage ou l'ECS

Création d'une batterie au lithium

Suite à récupération d'anciennes batteries d'ordinateur portable, il a été créé une batterie de 36V d'une capacité d'environ 900Wh

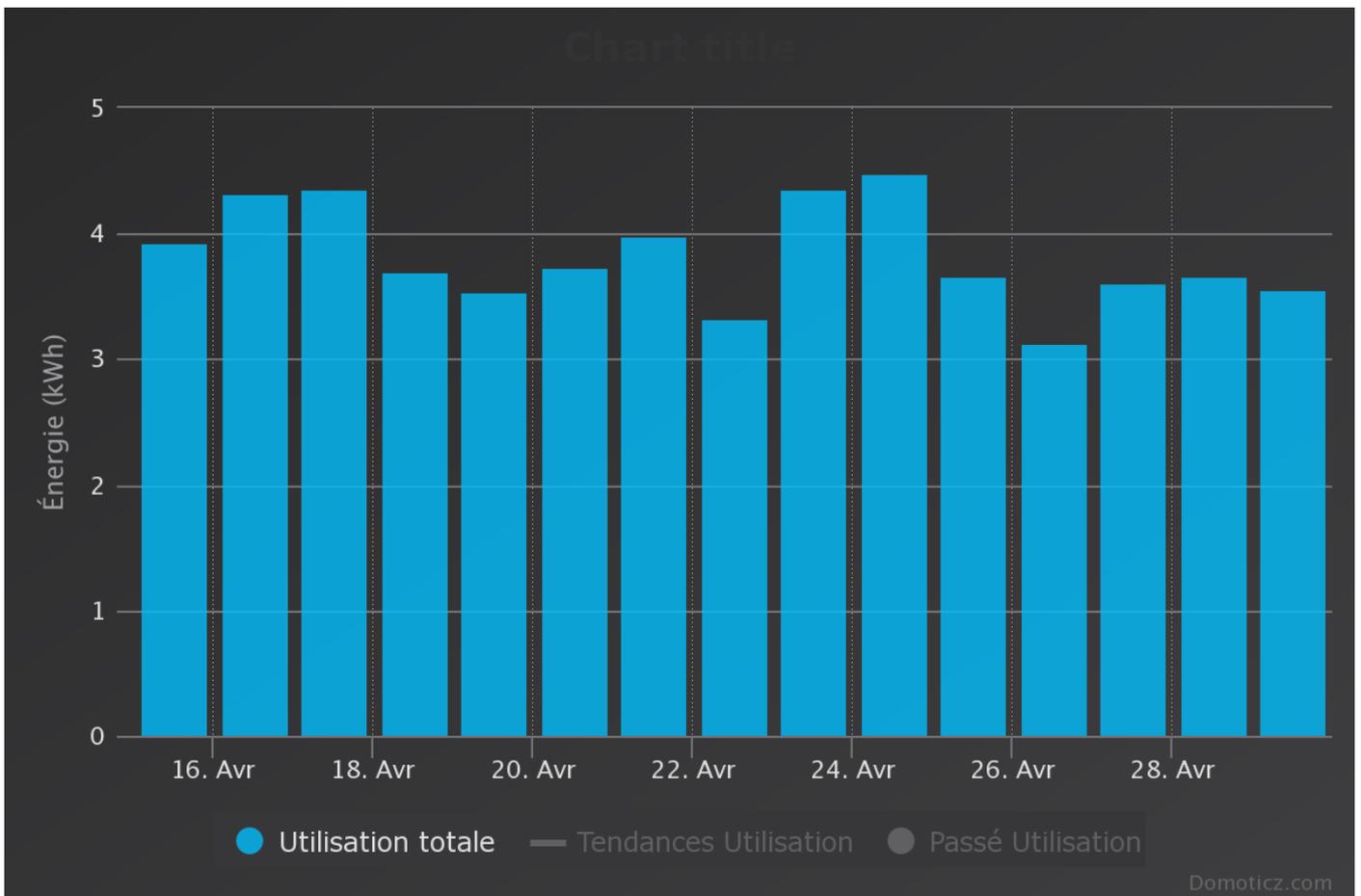
Les éléments constituant cette batterie sont des éléments 18650 très courants.

Le montage étant très compliqué et les tensions étant dangereuses, il n'y aura pas plus d'information sur la fabrication dans ce guide.

cette batterie est chargée avec le surplus photovoltaïque et alimente un micro-onduleur de 300W pour le délestage le soir.

le tout est commandé par la domotique et permet de limiter la consommation électrique.

la consommation de la maison est du coup assez stable.



Mes résultats

Pour ma part avec tout un lot de travaux, je suis passé de 2500 euros de gaz à 550 euros en 4 ans (2015-2019)

12 % de mon électricité est autoconsommé. La maison est pour l'instant légèrement meilleure que la réglementation RT 2005.

Le bilan pourrait être meilleur avec l'ajout d'un ballon d'ECS solaire et rajouter un voir 2 panneaux solaire en autoconsommation. C'est une solution envisageable car le prix des panneaux et micro inverter à baissé.

en Avril 2022, avec toutes les modifications et isolation faite, le résultat est encore meilleur le tableau parle de lui même

	électri cité	gaz	Total KWh	Total	électri cité	gaz	général		Kw/m ²	Classe	
Initial 2014	1500	42730	44230						496,9 663	G	
2016	3452,22	10421,25	13873,46		130,15%	-75,61%	-68,63%		155,8816	D	-68,63%

2017	3486,00	6565,91	10051,91			0,98%	-36,99%	-27,55%		112,9428	C	-77,27%
2018	3057,00	5904,15	8961,15			-12,31%	-10,08%	-10,85%		100,6871	C	-79,74%
2019	2770,40	5525,78	8296,18			-9,38%	-6,41%	-7,42%		93,21554	B	-81,24%
2020	2462,50	3288,00	5750,50			-11,11%	-40,50%	-30,68%		47,92083	A	-90,36%
2021	2324,13	2927,00	5251,13			-5,62%	-10,98%	-8,68%		40,39328	A	-91,87%
hiver 2022	2386	1657,6	4043,6			2,66%	-43,37%	-23,00%		31,10462	A	-93,74%

Retour d'expérience sur d'autres sites

Autre Chauffage solaire

Voici le détail d'une autre installation solaire que j'ai pu installer.

2 panneaux solaires thermiques pour faire de l'ECS et du préchauffage radiateur / ECS

Les panneaux ont été montés en boucle de Tickelman pour maximiser le rendement

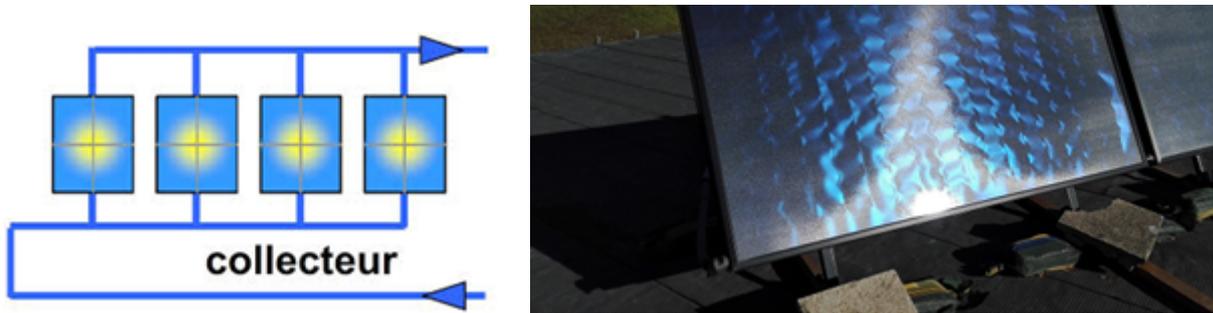
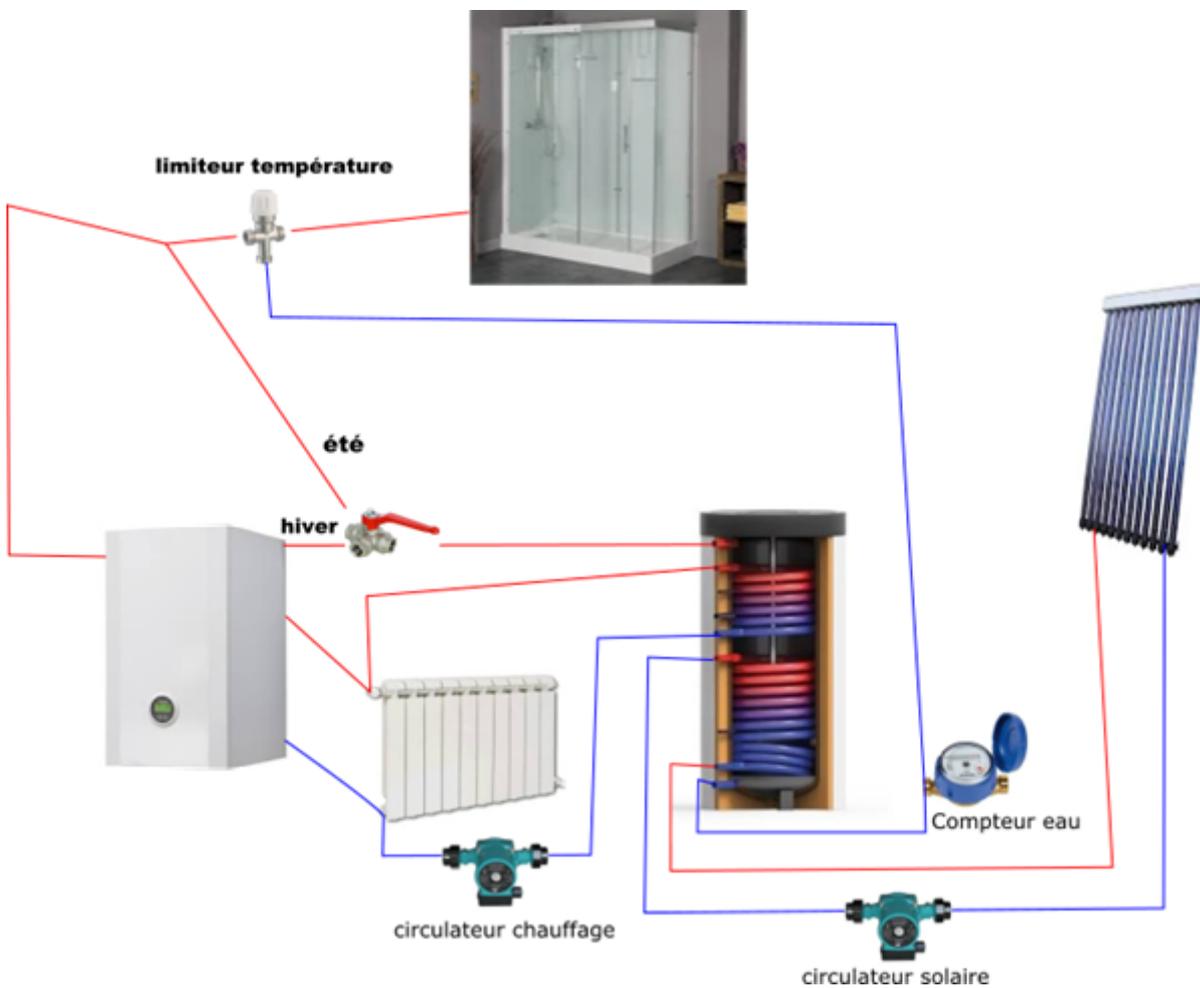


Figure 11 : Principe de la Boucle de Tickelman

L'idée :



Eté :

La chaudière sera à l'arrêt et les vannes Panneau/radiateur et Panneaux/ECS chaudières seront fermées. La vanne Ballon direct sera ouverte.

L'eau du panneau solaire sera redirigée vers le ballon qui chauffera en journée.

La circulation de l'eau solaire dans le ballon est assurée par un circulateur.

En cas de soleil absent la chauffe du ballon est assurée par une résistance chauffante.

Hiver:

La chaudière sera en marche à certaines heures et les vannes Panneau/radiateur et Panneaux/ECS chaudières seront ouvertes.

La vanne Ballon direct sera fermée.

L'eau du panneau solaire sera redirigée vers le ballon qui chauffera en journée.

La pompe de circulation radiateur sera active si la t ° de l'eau dans le ballon est supérieure aux radiateurs.

L'ECS est préchauffé par son passage dans le ballon puis réchauffé par la chaudière le matin et pour limiter la charge sur la chaudière.

Pour rappel, concernant les panneaux solaire thermique, la puissance au m² est beaucoup plus grande. Il faut donc faire attention de ne surtout pas surdimensionner la quantité de panneau solaire thermique. Il peut y avoir des risques de surchauffe et donc de brûlure par vapeur voir pire.

Il existe des abaques sur le net pour calculer les besoins. Dans le 2eme cas, j'ai pris 90% des besoins, tout en limitant la chauffe l'été.

Il est aussi important d'installer un clapet de surpression à l'extérieur (7 bars) pour limiter les risques.

Etude d'une installation solaire en à Saint Germain les Parpajon (91)

Une personne m'a contacté en octobre 2018 pour avoir mon avis sur 2 devis d'installation professionnelle de production Photovoltaïque. L'une est fournie par Engie et le 2 eme est faite par un artisan.

La maison est avec une exposition sud



Les devis :

	Engie	Artisan
Puissance	2.4KW	3KW
Onduleur	Simple	Micro Onduleurs Cravate
Delesteur de surplus	Oui	Non
Contrat de revente	Oui	Non
Prix	~8000euros	~8800euros
Production estimé	2660Kwh	3045kwh

De ces informations, il faut savoir qu'un micro onduleur cravate est plus performant qu'un onduleur simple. La production devrait donc en théorie à puissance égale être supérieure.

Cependant ce n'est pas le cas.

Une règle de 3 avec Engie nous donne 3325Kwh à puissance égale (3Kw).

Pourquoi cette erreur ? lorsque l'on regarde la photo aérienne du bâtiment, on constate qu'en été il y a une ombre portée présente à proximité produite par un mur, ainsi que de nombreux arbres.

Il est donc à penser que le devis de Engie n'as pas pris en compte le masque solaire d'hiver produit par ces éléments.

L'usage de l'onduleur simple, au delà de son rendement, arrête la production en cas de panne et nécessite une réparation plus couteuse.

L'usage des micro onduleurs est plus cher à l'achat (bien que le prix baisse), mais le rendement est meilleur et n'impacte pas totalement la production en cas de panne d'un élément.

Le seul problème est l'accessibilité des modules.

Pour l'usage de l'énergie, Engie à part contre une offre intéressante, qui est proche de

l'autoconsommation avec revente de surplus. La partie fortement intéressante est le délestage vers l'ECS en cas de production supérieur à la consommation. Ce qui est intéressant lorsque l'on sait qu'un ballon de 200L consomme environ 4-5Kwh / jour.

Résultat :

Engie	Artisan
Mauvaise analyse du terrain	Meilleur Analyse du terrain
Onduleur simple, impacte sur la production en cas de panne	Plus cher à l'achat, mais meilleur rendement
Offre de délestage + rachat	

Dans le cas présent, mon choix a été de conseiller Engie, principalement pour l'offre rachat et délestage, bien que l'estimation des productions soit un peu surestimée.

Le devis de l'artisan étant pourtant mieux au niveau matériel, mais nécessitant pour le particulier plus de démarche, et malheureusement ce manque de délestage PV.

Pour les prix, ils sont raisonnable (3euro du W installé)

Exemple d'achat de 600W de PV solaire

Dans l'idée d'augmenter mon autoconsommation, j'ai donc décidé de prendre 600W supplémentaires de PV.

Le prix du W solaire ayant baissé, il est possible de trouver des panneaux de 300W à moins de 200 livrés.

J'ai pu aussi trouver un micro onduleur 600W (2 entrée 300W séparés) pour 100 euros.

Ce qui nous fait le tout à moins de 500 euros. Il ne reste plus qu'à trouver ou construire les éléments pour le poser au sol ou en façade/toit.

Dans la mesure où mon bruit électrique est d'environ 300W, je vais mettre en place un délestage vers le ballon d'ECS. Les détails seront dans le prochain document PDF sur la domotique.

Bibliographie

- Le site de [l'APPER](#) qui est une vraie mine d'information
 - [Le livre qui a été fait par plusieurs de ces membres](#)
 - L'ADEME pour certaines normes
 - [Le guide du développement durable de la ville de Bruxelles](#) (très complet)
-

Ce qui n'a pas marché ou est arrêté

Chargeurs solaires et prises 12V.

(Usage abandonné)

Ayant cette énergie disponible avec les panneaux solaires et le système d'alimentation de l'éclairage déjà mis en place ;

J'ai vu l'intérêt d'utiliser ma source 12v de panneaux pour charger une grosse partie de mes objets connectés. (Téléphone, tablettes, piles rechargeable...)

J'ai donc fait un boîtier avec un convertisseur 12v-5v que j'ai relié à un concentrateur USB de récupération. Je peux ainsi sur cette « station de charge » y brancher plusieurs téléphones.

Ayant déjà testé ce procédé par le passé, Cela fait maintenant 7 ans que je n'ai pas chargé mon téléphone avec une prise 220v.



Pour les conversion 5V USB il existe ce genre de montages :

Coté dépense : le chargeur solaire 5V(électronique) m'a coûté dans les 8 euros, le reste étant de la récup.

Cependant le type d'électronique est maintenant disponible pré-câblé et moins cher tout en gardant un bon rendement. (2euros)



Avec le temps, les téléphones demandent de plus en plus d'énergie et l'alimentation USB classique (500mA 2.5W) n'est plus assez puissante pour correctement charger les téléphones. L'énergie disponible dans les batteries n'est donc plus utilisée que par l'éclairage.

Réduction des consommations de gaz de ville (acte1).

(Abandonné suite changement chaudière)

Le gaz, gros point noir personnel de cette maison.

La chaudière est une Frisquet de 1995, elle alimente initialement la maison en eau chaude et chauffage. L'ancienne consommation est estimée à **43000** KW/h et 104 kg/m²/an de GES.

Après étude, si je change la chaudière pour un modèle à condensation (en 2015) , cela n'a pas d'intérêt (pas de seuil de rentabilité). Juste un meilleur rendement.

Après de nombreuses recherches et grâce aux différentes documentations du constructeur, j'ai trouvé une solution simple : couper la chaudière la nuit, en été et pendant les heures de travail. Car chaque déclenchement de la chaudière prenait jusqu'à 0.15m³ pour une eau chaude qui ne sera pas consommée en journée. (Ce type de fonctionnement existe sur les nouvelles chaudières. (Mode absence))

Lors de mes relevés de base, la consommation pouvait aller jusqu'à 12m³ de gaz par jour (chauffage + eau).

Une fois le minuteur programmable installé, la consommation a de suite baissé et moyenné à

4.5m3 (chauffage épaulé en même temps par un chauffage à pellet).

Cette solution portait ses fruit, mais posait une certaines contrainte : devoir se doucher pendant les heures programmées ou le cas contraire, devoir aller dans la cave pour forcer le fonctionnement de la chaudière pour l'ECS par une action simple sur le minuteur. Pour résoudre ce problème, de nouveaux choix ont été faits et seront détaillé par la suite.



Coté dépense, le minuteur programmable a couté 18 euros
la rentabilité est de 1à2 mois environ.

Calorifugeage de la chaudière.

(Abandonné suite changement chaudière)

Lors de mes 1ers relevés à la caméra thermique, j'ai constaté que cette chaudière rayonnait copieusement.

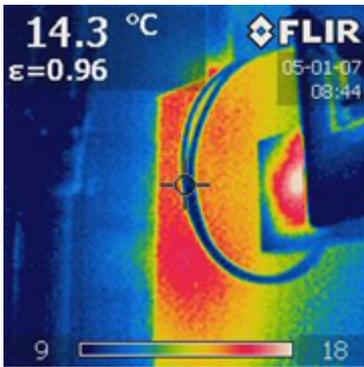


Figure 6 Avant isolation

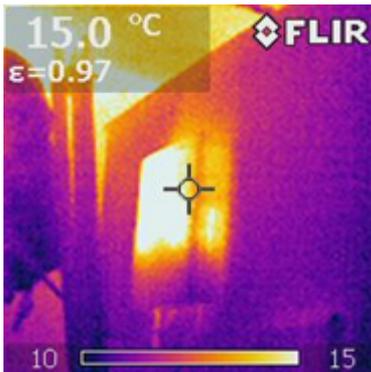


Figure 7 après isolation, la zone rayonnante est la commande du netatmo

J'ai donc fait une isolation extérieure de la chaudière avec des matériaux ignifugés (laine de roche) ce qui ne pouvait pas faire de mal dans un environnement froid qu'est la cave. et l'ECS à l'époque étant faite par le gaz, cela limitait la consommation de gaz

Réduction des consommations de gaz de ville (acte3).

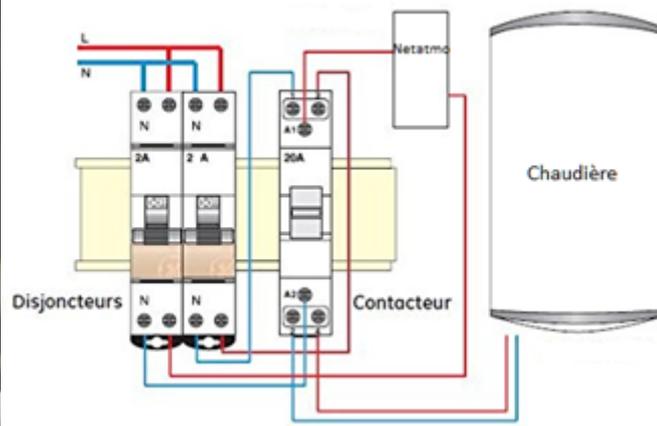
(Abandonné suite changement chaudière)

N'ayant plus besoin de la partie ECS, La chaudière à gaz a de nouveau été modifiée en retirant le minuteur et en contrôlant directement l'alimentation principale de celle-ci par le Netatmo (et non plus juste le circulateur).

Le Netatmo n'ayant pas la possibilité nativement de le faire, il contrôle un relai de puissance (un



enchérir la chaudière lors des besoins de chauffe.



L'avantage de ce système est que maintenant la chaudière n'est plus dépendante du minuteur programmable et peut chauffer au plus juste, tout en étant contrôlable avec un smartphone et permet de s'adapter au mieux à une autre évolution faite plus tard sur le chauffage.

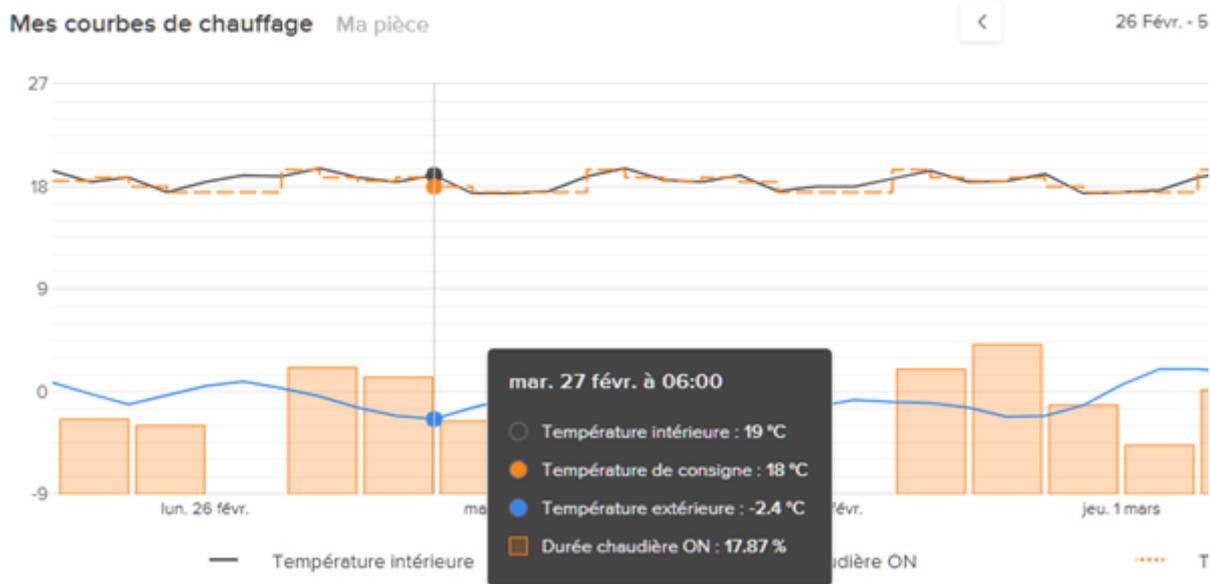


Figure 9 Courbe de chauffage au plus froid de l'hiver 2018

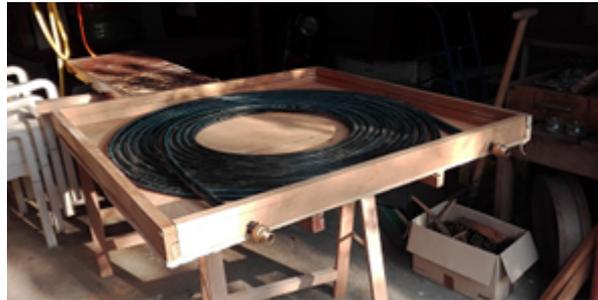
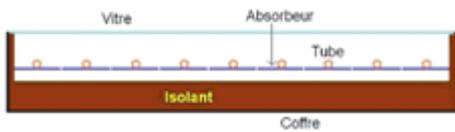
Chauffage solaire.

(Abandonné provisoirement)

C'est en regardant sur des exemples sur Youtube que j'ai testé mon 1^{er} chauffage solaire.

Le concept : Faire circuler de l'eau dans une partie isolée exposé au soleil pour la faire chauffer ; la puissance théorique du soleil est de 1Kw/m^2 .

Mon 1^{er} radiateur solaire a donc été fabriqué avec une couronne de 25m de tube polyéthylène dans un cadre en bois. Lors des tests en plein été, j'ai pu sortir de l'eau à plus de 60° . (elle a même bouilli)



Avec un peu de plomberie et un radiateur et circulateur d'occasion, cette installation a tourné l'hiver dernier pour chauffer la cave (eau parfois à 20°) et en résultat une élévation de la

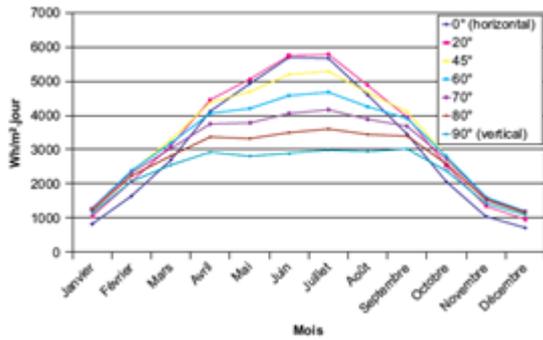


ple alimenté par un panneau solaire,

Fort de cette expérience j'ai souhaité passer au stade supérieur et j'ai trouvé beaucoup d'information sur le forum de l'APPER (association pour la promotion des énergies renouvelables [dont je suis devenu le président]) et par chance il m'a été donné un radiateur solaire à tube de 3M^2 de surface et un autre de 2m^2 .

Une fois installé sur le chauffage central avec un régulateur et quelques éléments de sécurité, ce radiateur arrive à alimenter tous les radiateurs de la maison à une eau proche de 30° (mesure au 15 décembre par 5° extérieur) ce qui fournis assez de chaleur en journée (à condition de soleil) pour maintenir la maison à température en décembre et la réchauffer en intersaison et évite le fonctionnement de la chaudière

Pour éviter les surchauffes en été, le panneau est actuellement positionné avec un angle de 75°



5 Variation de la production avec l'inclinaison

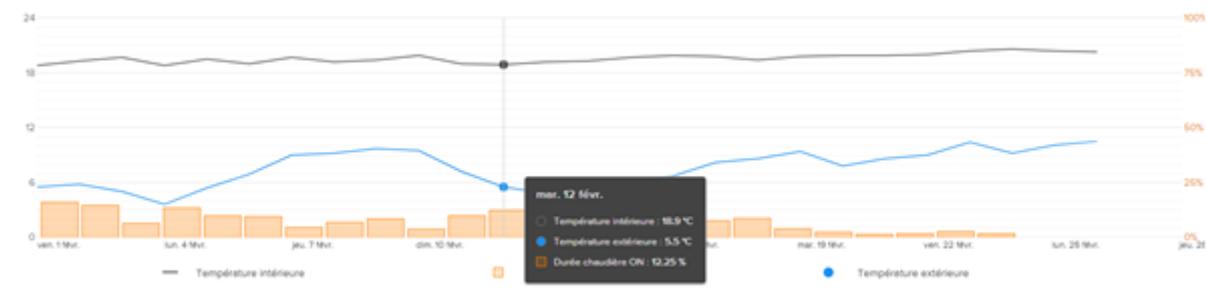
Inclinaison des panneaux	Proportion d'énergie recuperee entre ete et hiver
0 ou 20°	5 à 6 fois plus en été
60°	4,5 fois plus en été
70°	4 fois plus en été
80°	3,5 fois plus en été
90°	3 fois plus en été

6

Figure 10 source APPER

Pour gérer la chauffe des radiateurs, un contrôleur a été installé pour commander le circulateur. Il compare la température de l'eau dans le circuit par rapport au radiateur solaire. Lorsque le delta dépasse 5°, le circulateur se met en marche sur une hystérésis de 3°.

L'installation des 3m² est un franc succès, sur un mois de février ensoleillé (0-12°), la maison est en quasi autonomie (19.5-21°) et la cha...



La perfection aurait été que ce panneau chauffe un ballon tampon pour stocker cette énergie, mais faute de moyen, le choix a été fait sur une consommation instantanée.

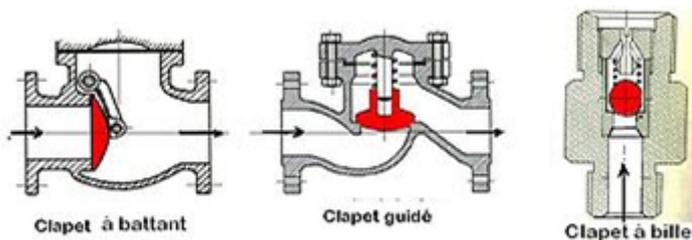
Les possibilités de ce système sont tellement grandes que pour imaginer la puissance disponible, le généreux donateur du panneau avait 9m² plein sud et portait à ébullition 600l d'eau en été...

Dépense : le chauffage solaire m'a été donné, un chauffage fait maison à une version pro tourne entre 50 et 200euro/m²

le circulateur d'occasion dans les 50 euros et un peu de plomberie pour la connexion.

Le contrôleur, dans les 90 euros.

Petite précision, le chauffage solaire étant branché directement sur le circuit de chauffage sans ballon échangeur, il est important que le circuit en sortie de chaudière et panneau thermique aient des clapets anti retour pour éviter de chauffer l'extérieur ou uniquement la chaudière, ce qui n'a bien sur pas d'intérêt.



Temps: 1semaine

Avis 2022: Dans la mesure où le projet n'avait pas bien été préparé et avec les évolutions de la maison, l'usage qui en était fait a été arrêté, voici les raisons :

la mise en direct du circuit fonctionne bien, mais nécessite, ce mettre de l'antigel dans le circuit, ce que je n'avais pas fait, et donc un jour de grand froid, l'échangeur du panneau s'est mis à fuir, malgré le mode hors gel de la régulation.

Sur ces nuit vraiment très froide, le circuit avait tendance à prendre du coup aussi les calories de la maison pour réchauffer le panneau, et donc augmentait la consommation.

en été, il fallait couvrir le panneau car 3kWh de puissance dans des radiateurs en été et cela aurait vite tourné en fournaise.

(certains installent des stores automatiques devant leurs capteurs)

l'autre problème en été est la surchauffe. si la chaleur n'est pas dissipé alors il y a risque de vaporisation du liquide et donc de fait augmentation de pression avec tous les risques connues de brûlures.