

PETIT MANUEL D'AUTONOMIE ELECTRIQUE



Panneaux photovoltaïques et batteries 12 volts

Pour les bricoleurs qui ne connaissent pas grand chose à l'électricité

Marc GIRONCE

Vous avez entre les mains ce modeste ouvrage qui m'a demandé beaucoup de travail, vous pouvez le copier gratuitement et le distribuer.

Le but de cette brochure est avant tout d'aider tous ceux qui souhaitent devenir plus autonomes.

Bien sûr, vous pouvez en citer quelques extraits sur internet ou dans d'autres ouvrages si vous n'oubliez pas de mentionner le titre, mon nom ainsi que l'adresse de mon Blog.

Petit manuel d'autonomie électrique – Marc GIRONCE – www.maisonautonome.com

Il ne suffit pas de se prétendre écologiste ou humaniste et de militer pour plus de solidarité, encore faut-il avoir un peu de considération pour l'effort d'autrui, ne serait-ce que pour encourager d'autres que moi à essayer de transmettre par l'écrit.

PETIT MANUEL D'AUTONOMIE ELECTRIQUE
Panneaux photovoltaïques et batteries 12 volts
 Pour les bricoleurs qui ne connaissent pas grand chose à l'électricité

PRESENTATION	<i>page 4</i>
POURQUOI AVOIR CHOISI UNE INSTALLATION EN 12 VOLTS CONTINU ?.....	<i>page 6</i>
Pollution des panneaux et des batteries.	
TERMES TECHNIQUES UTILISES	<i>page 7</i>
POUR COMPRENDRE LES VOLTS ET LES AMPERES	<i>page 8</i>
LES PANNEAUX SOLAIRES	<i>page 9</i>
Quelle surface ?	
Le Watt-Crête.	
Voltage.	
Température d'utilisation.	
Production hiver / été.	
Installation.	
Orientation.	
Branchement.	
Branchement parallèle.	
Branchement série.	
Branchement série / parallèle.	
Durée de vie et recyclage.	
Autres types de PV.	
LES REGULATEURS DE CHARGE SOLAIRE	<i>page 22</i>
PWM	
MPPT	
LES BATTERIES	<i>page 31</i>
Les caractéristiques.	
Le couplage des batteries.	
Lieux d'installation des batteries.	
Batteries : conclusion provisoire.	
LE CABLAGE	<i>page 40</i>
Le tableau de distribution.	
Types de prises de courant.	
Branchement à la terre.	
APPAREILS UTILISES EN 12V	<i>page 46</i>
Réfrigérateurs et congélateurs.	
SCOOTER ELECTRIQUE	<i>page 48</i>
APPAREILS UTILISES PONCTUELLEMENT EN 230V	<i>page 50</i>
APPAREILS 230V A EXCLURE	<i>page 52</i>
PRODUCTIONS COMPLEMENTAIRES	<i>page 53</i>
STOCKAGES POSSIBLES DE L'ENERGIE	<i>page 54</i>
DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION	<i>page 55</i>
EXEMPLES D'INSTALLATIONS	<i>page 56</i>
CONCLUSION	<i>page 62</i>
LIENS et ADRESSES UTILES	<i>page 63</i>

PRESENTATION

Je suis un autodidacte presque sans diplôme (un CAP), passionné d'écologie, d'écoconstruction et d'énergies vraiment renouvelables. Étant autonome en électricité depuis 2009 sans être raccordé au réseau, je m'investis beaucoup dans la recherche d'indépendance énergétique, alimentaire et ... intellectuelle !

Ce petit manuel est une description de ce que j'ai réalisé ou expérimenté, ça n'est pas un document technique certifié et si vous décidez de vous en inspirer, alors c'est à vos risques et périls car j'ai pu me tromper sur certains points ou omettre certaines précautions à prendre. Les pages qui suivent contiennent une grande part d'expérience mais aussi un résumé de lectures diverses et d'échanges sur ce sujet qui continueront encore longtemps.

Pour que toutes ces notions soit accessibles au plus grand nombre, j'ai volontairement simplifié les explications et donné des valeurs approximatives suffisantes pour montrer comment j'ai réalisé une installation photovoltaïque cohérente en 12 volts sur batteries sans avoir besoin de faire trop de calculs savants, ce qui m'a permis de tester un début d'autonomie électrique et ensuite de débrancher le compteur !

Le style littéraire n'est pas extraordinaire, il y a beaucoup de répétitions, certaines sont volontaires, d'autres le sont moins car les synonymes ne sont pas assez nombreux pour pouvoir les éviter et surtout, je souhaite être compris facilement ...

Ne croyez pas tout ce que j'écris, vérifiez par vous-même, c'est le meilleur moyen de vous approprier toutes ces notions techniques, mais aussi, philosophiques qui vous aideront, je l'espère, à avancer sur votre propre chemin.

Certaines personnes ne seront pas d'accord avec moi, tant mieux, la contradiction, si elle est argumentée, fait toujours progresser et je suis ouvert à toutes les suggestions.

Je compte beaucoup sur vous pour m'envoyer des commentaires qui pourront faire évoluer ce petit manuel au fur et à mesure des rééditions enrichies et corrigées.

La vie m'a appris une chose très importante : l'accumulation de nombreuses toutes petites améliorations peut produire de grands changements. Apprendre c'est changer, mais pour cela il faut accepter de reconnaître qu'on s'est peut-être trompé jusque là...

Pour être très clair, une installation autonome coûte cher et n'est pas amortissable au tarif actuel de l'électricité et du matériel nécessaire, ça n'est donc pas pour faire des économies ou pour réaliser un placement financier rentable que j'ai fait ce choix, même si les choses peuvent changer, notamment la hausse du prix de l'énergie, ainsi que le coût des panneaux photovoltaïques qui baisse régulièrement. Les batteries sont aussi de plus en plus performantes grâce aux recherches sur les véhicules électriques.

Le bonheur est-il rentable, la sérénité est-elle amortissable ?

Si, comme moi, vous avez envie d'aller dans cette voie, sachez qu'il vous faudra abandonner certains appareils trop gourmands en énergie (sauf si vous avez les moyens financiers de réaliser une très grosse installation).

Adieu lave-vaisselle, sèche-cheveux, sèche-linge, radiateur électrique, four électrique, grille-pain, bouilloire électrique, gros fer à repasser, grand écran plasma, etc...

L'idée même d'une maison autonome est, pour beaucoup, aussi difficile à imaginer qu'une économie stable, équilibrée et sans croissance, ou plus encore, que la décroissance...

La liberté demande un petit effort, mais quelle sérénité au bout du compte...

Je peux en témoigner personnellement : Quel plaisir d'utiliser gratuitement les ressources naturelles, et pour citer Patrick BARONNET, un des pionniers de l'autonomie grâce à qui j'ai beaucoup appris : *« quand il y a du soleil, ça produit de la chaleur et de l'électricité, quand il y a du vent, ça fait tourner mon éolienne et quand il pleut, ça remplit ma citerne d'eau de pluie, ce qui fait que je suis toujours content ».*

Si les différents systèmes sont correctement dimensionnés, la nature nous offre généreusement tout ce dont nous avons besoin sans rien sacrifier au confort moderne. Ma maison est agréable, j'ai plusieurs ordinateurs portables et internet avec un grand écran pour regarder des vidéos, une chaîne hi-fi, un réfrigérateur, une machine à laver, une machine à faire du pain, et de la lumière partout avec des télécommandes et quelques automatismes.

Quel plaisir de ne plus avoir de facture d'électricité !

Les gens qui sont restés privés d'électricité quelques jours savent à quel point ils sont vulnérables: pas de lumière, chauffage, téléphone, internet, télévision, volets roulants, VMC, etc...

Dans certains cas, on mange froid en se dépêchant de vider le frigo/congélateur.

Même ceux qui ont une toiture photovoltaïque pour revendre leur électricité ne sont pas à l'abri, car ils n'ont rien pour la stocker et subissent en plus une perte de revenu parce que le réseau est en panne.

Mon vœu le plus cher : qu'il existe un jour un vrai service public citoyen de l'électricité qui se préoccupe vraiment de l'intérêt général permettant à tous de produire de l'énergie, de la partager en réseau et d'en stocker une partie. Mais c'est encore un rêve...

Ceux qui ont vécu en camping, caravanning, mobile-home, camping-car ou sur un bateau de plaisance, savent qu'on peut être heureux avec très peu d'énergie. Pour le reste il suffit de prendre conscience de la différence entre besoins et désirs, surtout si on convertit le prix de la satisfaction des désirs en heures de travail qui accaparent souvent une grande partie de notre énergie, de notre santé et beaucoup de notre temps de cerveau disponible.

POURQUOI AVOIR CHOISI UNE INSTALLATION EN 12 VOLTS CONTINU ?

Et pourquoi pas en 24, 36 ou 48 Volts continu, voire même en 230 Volts alternatif...

J'ai reçu beaucoup de commentaires sur mon blog www.maisonautonome.com à ce sujet, et ils étaient tous techniquement pertinents. Ne serait-ce que pour le câblage qui nécessite de très grosses sections en 12 Volts (voir le chapitre: LE CABLAGE), et au prix actuel du cuivre, ça fini vite par chiffrer, alors qu'en 24 ou 48 Volts, les câbles sont beaucoup moins gros, donc moins chers.

La réponse est simple: parce que c'est bien plus pratique et économique malgré tout !

A l'heure actuelle, on trouve quasiment tout en 12 Volts, grâce aux camping-cars et aux bateaux de plaisance, ainsi qu'aux accessoires automobile.

On trouve un petit peu de matériel en 24 Volts pour les poids-lourds et certains bateaux de plaisance, mais quasiment rien en 36 ou 48 Volts à part des onduleurs.

En 230 Volts, le problème est différent, car il faut utiliser un onduleur pour transformer le courant continu 12 à 48 Volts en alternatif 230 Volts, ce qui génère pas mal de pertes quand on analyse le système complet et oblige à sur-dimensionner l'installation globale qui doit être 1,5 à 2 fois plus grosse qu'en 12 Volts pour une consommation d'énergie finale équivalente (l'onduleur peut consommer plusieurs dizaines de watts à vide même si on n'utilise pas de courant, le rendement de la conversion n'est pas terrible, et la plupart des appareils alimentés doivent convertir le 230V qui leur arrive en basse ou moyenne tension continue à l'intérieur de l'appareil, ce qui génère encore des pertes).

Sans compter le prix de l'onduleur qui doit être très puissant (3 à 6 kW), assez cher, et qui devra être de très grande qualité, car allumé en permanence pour alimenter toute la maison. On m'a rapporté pas mal de pannes après quelques années d'utilisation et tout le monde n'a pas les moyens d'en avoir un autre en secours. (personnellement, j'ai 2 onduleurs en panne après quelques années d'utilisation très ponctuelle).

Autre souci, la pollution électromagnétique du courant alternatif 230V !

Qui n'existe pas en basse tension continue, pas besoin de câbles blindés et bio-rupteurs. Parfait donc pour les personnes électro-sensibles qui veulent éviter les champs électro-magnétiques, et aussi pour les autres...

(j'ai eu la visite d'une personne électro-sensible dernièrement, et elle n'était pas du tout perturbée dans ma maison).

Pollution des panneaux et des batteries.

Autre question souvent abordée, la fabrication et le recyclage en fin de vie.

Un panneau photovoltaïque est composé d'un cadre généralement en aluminium, d'une plaque de verre, de cellules en silicium (fabriquées à partir de sable) avec un peu de soudure et de plastique. Ils sont souvent garantis 20 ans ou plus avec 80 % de rendement et j'en connais qui fonctionnent encore au bout de 40 ans.

C'est un peu la même chose pour les batteries composées d'un bac en plastique, bakélite ou verre et de plaques de plomb ou d'autres métaux.

Rien de bien difficile à recycler donc, surtout si on y pense dès la conception du produit.

On pourrait rêver d'un monde idéal où les panneaux photovoltaïques et les batteries seraient fabriqués avec des éléments pas seulement recyclables mais réutilisables, comme les bacs des batteries ainsi que les cadres et plaques de verre des panneaux photovoltaïques.

Les filières de recyclage des batteries existent déjà depuis longtemps et celles du photovoltaïque commencent à peine à se mettre en place, car il y a 30 ou 40 ans, le nombre de panneaux photovoltaïques installés n'était pas énorme.

TERMES TECHNIQUES UTILISES

A : Ampères, mesure instantanée de l'intensité du courant, exprimé aussi en **mA** (milliampères ou millième d'Ampère) pour les petites puissances.

(voir page suivante : la largeur du ruisseau ou le diamètre du tuyau d'arrosage).

Ah : Ampère / Heure. Pour mesurer une quantité consommée, c'est à dire un nombre d'Ampères en 1 Heure ou la capacité d'une batterie à emmagasiner une certaine énergie.

AC : Courant alternatif. En France, il change de sens de circulation 50 fois par seconde (50 Hertz) (Alternating Current en Anglais).

DC : Courant continu qui circule seulement dans un sens (un fil négatif et un fil positif).

(Direct Current en Anglais).

(AC-DC est souvent inscrit sur les alimentations des petits appareils puisqu'elles convertissent du courant alternatif en courant continu) (c'est aussi le nom d'un groupe de Rock célèbre qui avait vu ça sur une petite alimentation de leurs pédales d'effets de guitare)

Batterie : Batterie d'accumulateurs, sert à stocker l'électricité (comme sur une voiture). (Battery Bank en Anglais).

FUSIBLE : Élément inséré sur une ligne électrique pour protéger l'ensemble de l'installation et les appareils alimentés par cette ligne d'un court-circuit ou d'une trop grande consommation. (le fusible fond quand l'intensité est supérieure à son calibrage).

mm² : Millimètre carré, grosseur ou section du fil électrique. Les câbles et rallonges couramment utilisées en 230V sont souvent composées de 3 fils de 1,5 mm² et parfois 3 x 2,5 mm², en 12V on utilise seulement deux fils mais plus gros, souvent 4 à 6 mm² et parfois jusqu'à 16 ou 25 mm² (un fil gros comme mon petit doigt et même plus pour une grande longueur).

Onduleur : Appelé aussi **Convertisseur**. Appareil qui convertit le courant continu 12, 24 ou 48 Volts en 230 Volts alternatif (ondulation du courant) pour utiliser les appareils électriques courants. (Power Inverter en Anglais).

PV : Panneau **PhotoVoltaïque**. Appelé aussi panneau solaire, produit de l'électricité à partir du soleil (Solar Pannel en Anglais).

Régulateur de charge : Appareil branché entre le PV et la batterie. Sert à réguler la charge de la batterie et à la protéger d'une surcharge qui pourrait l'endommager ou la faire exploser (parfois aussi avec une sortie utilisateur pour protéger la batterie d'une décharge trop importante). (Charge Controller en Anglais).

V : Volt, tension du courant. Le 12 Volts est une faible tension qui n'est pas dangereuse pour l'homme, alors que le 230 Volts peut être mortel ! (voir page suivante: la vitesse d'écoulement du ruisseau ou la pression de l'eau dans le tuyau d'arrosage).

W : Watt, unité de puissance instantanée comparable en 12V ou 230V, se calcule en multipliant les Volts par les Ampères (volt-ampère ou VA pour les puristes, c'est presque pareil) ex: un appareil qui consomme 1A en 12V = 12W et un appareil qui consomme 1A en 230V = 230W.

Wh : Watt / Heure, pour mesurer la quantité totale d'électricité consommée par un appareil en une Heure.

(voir page suivante: la quantité totale d'eau du ruisseau qui s'écoule en une Heure).

POUR COMPRENDRE LES VOLTS ET LES AMPERES

Il faut imaginer un ruisseau qui coule, la vitesse d'écoulement de l'eau correspond aux VOLTS, et la largeur/profondeur du ruisseau équivaut aux AMPERES, c'est à dire à la quantité globale d'eau qui va couler pendant un certain temps en fonction de la vitesse (Volts).

On peut aussi comparer ça à un tuyau d'arrosage, le diamètre du tuyau étant représenté par les AMPERES et la pression de l'eau ou la vitesse de circulation de l'eau par les VOLTS.

Plus le tuyau est gros (Ampères) et plus la pression est forte (Volts), plus un récipient se remplira rapidement d'une certaine quantité d'eau (les Watts-heure).

Dans un autre sens, si on veut remplir assez rapidement un seau d'eau et que la pression est faible (bas Voltage), il faudra un très gros tuyau (Ampérage fort), alors que si la pression est très forte (haut Voltage), le tuyau pourra être de petit diamètre (Ampérage faible) pour la même rapidité de remplissage.

Exemple : 1 Ampère en 230 Volts = 230 Watts ($1 \times 230 = 230$)

19 Ampères en 12 Volts = 228 Watts ($19 \times 12 = 228$)

Pour obtenir des puissances en Watts qui sont presque semblables on a utilisé des Voltages et des Ampérages très différents.

C'est ce qui explique qu'en utilisant une faible tension de 12 Volts nous aurons besoin de beaucoup d'Ampères et donc d'un plus gros câble électrique pour faire circuler quelques centaines de Watts (comme pour le tuyau d'arrosage).

Voici un tableau qui donne une idée de l'Ampérage nécessaire en 12 Volts et en 230 Volts pour produire les mêmes puissances en Watts :

Puissance	12VOLTS	230VOLTS
WATTS	AMPERES	AMPERES
1 W	84 mA	4 mA
2 W	167 mA	8 mA
3 W	250 mA	13 mA
4 W	333 mA	17 mA
5 W	417 mA	21 mA
6 W	500 mA	26 mA
7 W	583 mA	30 mA
8 W	666 mA	35 mA
9 W	750 mA	39 mA
10 W	835 mA	43 mA
20 W	1,6 A	86 mA
50 W	4,2 A	217 mA
100 W	8,4 A	435 mA
150 W	12,6 A	652 mA
200 W	16,8 A	869 mA
250 W	21 A	1,08 A
300 W	25,2 A	1,30 A
350 W	29,4 A	1,52 A
400 W	33,6 A	1,74 A
450 W	37,8 A	1,95 A
500 W	42 A	2,17 A
1000 W	84 A	4,35 A
2000 W	168 A	8,69 A

LES PANNEAUX SOLAIRES

Il existe deux familles de panneaux solaires:

- Thermique (pour produire le l'eau chaude ou de l'air chaud)
- Photovoltaïque (pour produire de l'électricité)

On commence aussi à trouver des panneaux mixtes, thermique et photovoltaïque.

Celui qui nous intéresse ici est le panneau photovoltaïque ou **PV** qui se décline en 3 catégories courantes actuellement:

- Silicium Monocristallin : considéré comme la meilleure qualité/longévité.
- Silicium Polycristallin : deuxième choix avec pourtant de très bonnes performances.
- Silicium Amorphe : utilisé pour les petits PV avec un bon rendement par temps gris mais une durée de vie moins longue. (utilisé pour les calculettes et petits objets solaires)

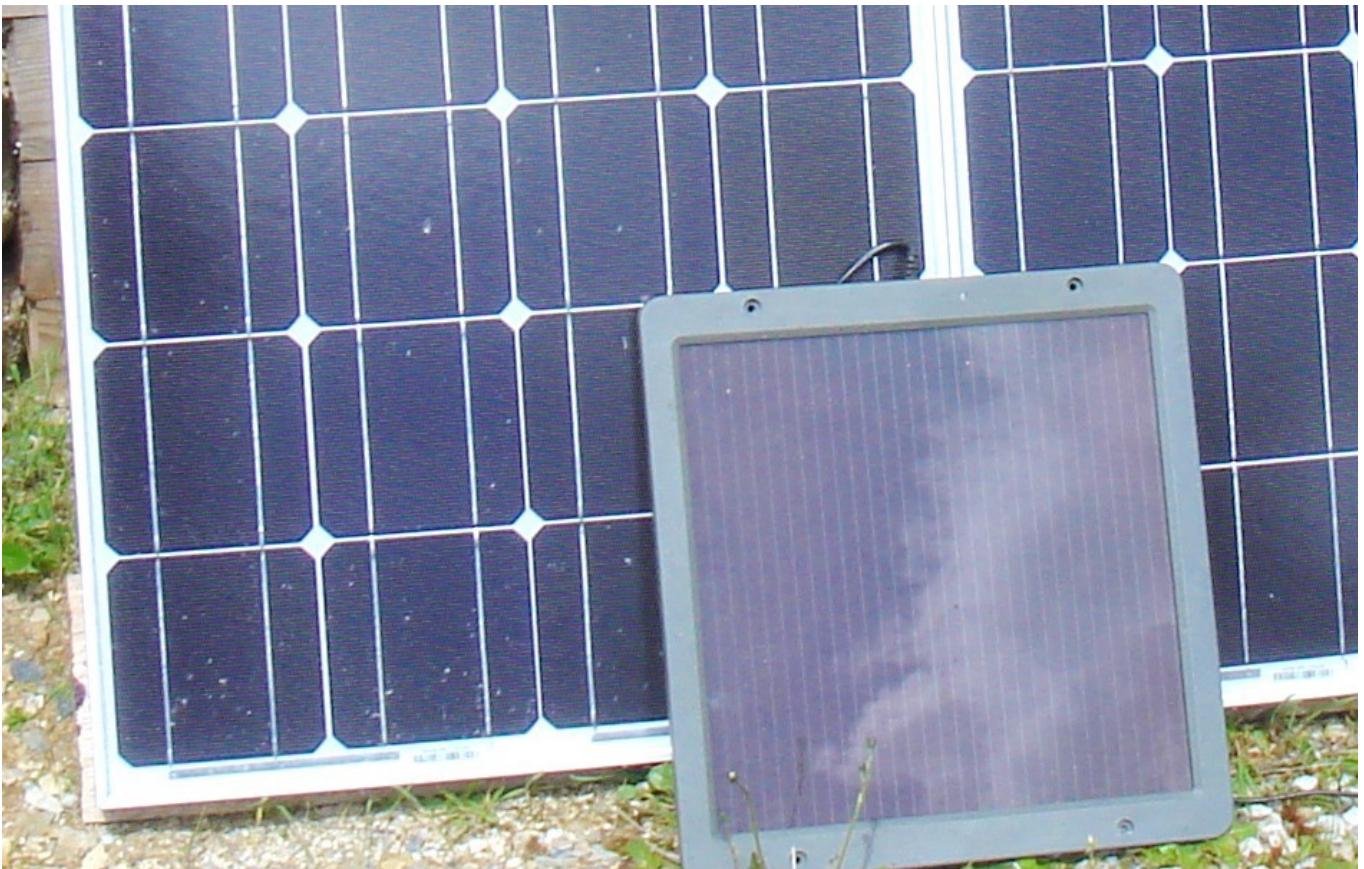
D'autres PV existent mais sont plus rares, même si les couches minces sont très prometteuses.



Panneau solaire thermique pour l'eau chaude à gauche et panneau photovoltaïque polycristallin pour l'électricité à droite.



PV monocristallin à gauche et PV polycristallin à droite.



Petit PV au silicium amorphe devant des PV monocristallins.

Quelle surface ?.

On me pose souvent cette question et je réponds toujours que ce n'est pas une question de surface, mais de puissance, qui est donnée généralement en Watt-crête. La surface du PV dépendra du rendement, donc deux PV qui ont la même puissance n'auront pas forcément la même surface. Pour donner un ordre d'idée, on table à peu près sur 0,70m² pour 100Wc en monocristallin, 0,80m² pour 100Wc en polycristallin et 1,50m² pour 100Wc en silicium amorphe, grosso-modo, même si l'évolution du rendement devrait permettre bientôt des surfaces moins grandes pour 100Wc.

Le Watt-Crête.

Le Watt-Crête (**Wc**) est une puissance annoncée par le fabricant et mesurée dans des conditions de laboratoire idéales à 25°C, autant vous dire que vous n'obtiendrez jamais cette puissance en utilisation normale, vous pouvez enlever au moins 10 à 20 % en pratique, et encore, autour du 21 Juin (solstice d'été) avec le PV propre, dans l'axe du soleil par une journée sans nuage. Le Wc est utile pour comparer les prix des différents modèles. Au tarif 2014, en cherchant bien, on peut trouver des PV entre 1 et 2 Euros le Wc TTC. Les PV 24V, 36V ou 48V étant souvent moins chers que les 12V.

Voltage.

Attention aux différents PV qu'on trouve sur internet à des tarifs très bas, ils sont parfois en 24V, 36V ou 48V (utilisés pour les installations connectées au réseau), ce qui peut poser un problème pour une installation en 12V en fonction du régulateur de charge. Certains modèles de régulateur acceptent jusqu'à 150V en entrée PV pour charger une batterie 12V, mais pas tous. La plupart des petits régulateurs de charge ne fonctionnent qu'avec des PV 12V ou 24V et la batterie du même voltage nominal que le PV (soit, pour un PV 12V, un voltage allant jusqu'à 24V à vide, quand il n'est pas branché et pour un PV 24V, environ 36V à vide. ATTENTION, c'est le voltage indiqué sur l'étiquette du PV).

Température d'utilisation.

Pas de chance pour nous, quand la température dépasse 25°C, la production d'électricité des PV monocristallins et polycristallins diminue (2°C en plus = 1% de production électrique en moins environ). Donc si le PV est bien ventilé, c'est mieux, car en plein soleil, sans vent, un PV peut monter à plus de 60°C et perdre du rendement, surtout si l'arrière n'est pas aéré (les PV au silicium amorphe sont moins sensibles à la chaleur). Par contre le froid n'altère pas leur production, bien au contraire, la seule contre-indication serait peut-être le givre ou la neige sur le PV qui peut diminuer la production.

Production hiver / été.

La différence de production peut aller de 1 à 6 entre l'hiver et l'été selon les régions pour des PV orientés plein sud, ce qui relativise le problème de température puisque l'été, quand il fait chaud, nous aurons beaucoup plus de production. En Bretagne, je considère personnellement que 1000Wc orienté sud et à 30 ou 40° par rapport au sol peut produire jusqu'à 1000KWh par an. Pour mon cas personnel, la production journalière en hiver est à peu près équivalente à la moitié de la puissance crête (ex : pour un PV de 100Wc = 50Wh par jour en moyenne l'hiver sur les mois les moins ensoleillés, attention c'est une moyenne mensuelle). Ce chiffre est à relativiser, car j'ai préféré orienter une partie des PV un peu à l'Est et une autre partie complètement à l'Ouest pour avoir une production mieux étalée au cours de la journée et donc moins tirer sur mes batteries pendant la période d'ensoleillement, dans ce cas, les appareils en service consomment directement l'électricité produite par les PV sans en prélever sur les batteries, quitte à installer un peu plus de PV, étant donné leur prix, ça permet de commencer la production plus tôt le matin, c'est moins fort le midi, et ça continue à produire plus tard le soir.

A noter que la production par temps gris n'est pas négligeable (jusqu'à 150W un jour gris pas trop sombre pour mon installation de 920Wc).

Je pourrais même aussi installer des PV au nord, qui serviraient à augmenter la production surtout par temps gris et donc l'hiver (si le prix des PV baisse encore).

Ma recherche d'autonomie (surtout l'hiver) et de préservation de l'usure des batteries est très différente de ceux qui revendent leur électricité et qui n'ont donc pas de batteries.

Actuellement, l'été, jusqu'à 75% de ma (sur)production n'est pas du tout utilisée ! ...

Voici mon installation provisoire : à gauche, 2 PV 140Wc verticaux orientés plein Ouest pour le soir, au centre, 3 PV 55Wc à 50° au Sud (mieux pour printemps, été, automne), en dessous 1 PV140Wc vertical pour l'hiver et 2 PV100Wc à droite au sol à 65° un peu à l'Est pour le matin. Un autre PV140Wc est installé à droite derrière l'atelier et orienté un peu à l'est (non visible sur la photo). Comme ils sont tous en 12V et branchés en parallèle, les puissances différentes ne sont pas un problème. Ce qui me donne une différence de production de 1 à 5 entre l'hiver et l'été. Il faut savoir que 30° vers l'est ou l'ouest ne fait perdre que 5% de production par rapport au sud, mais permet de commencer à produire plus tôt le matin et/ou plus tard le soir.



Installation.

Les PV sont souvent fixés sur le toit de la maison, mais ça n'est pas une obligation, il est plus facile de les disposer au sol à côté de l'habitation pour la maintenance et le nettoyage (la poussière fait perdre quelques % de rendement et la neige diminue beaucoup la production).

3 choses importantes:

- La distance entre le PV et la maison ne doit pas être trop importante, sinon le câble de liaison devra être très gros et coûtera une fortune. (voir le chapitre : CABLAGE).
- L'endroit doit être bien ensoleillé et bien dégagé. La moindre petite ombre sur une des cellules du PV peut bloquer la production de toutes les cellules qui sont branchées en série, voir même de tout le PV. Également, si 2 PV sont branchés en série, celui qui est à l'ombre bloquera la production de celui qui est au soleil.
- La nature du sol qui est devant le PV peut aussi avoir une influence sur la production globale. On parle de « l'albédo » du sol, c'est à dire son pouvoir réfléchissant. Par exemple un sol clair couvert de neige ou de graviers blancs augmentera la production du PV alors qu'un sol sombre bitumé n'aura pas d'effet sensible. Certains bricoleurs fabriquent des réflecteurs recouverts de papier aluminium qui sont posés à plat devant les PV pour augmenter la production.

Orientation.

Sous nos latitudes, l'idéal pour favoriser la production hivernale est l'orientation vers le SUD avec un angle de 65° par rapport au sol, donc presque vertical. En effet, l'hiver le soleil est assez bas à l'horizon et 65° correspond à peu près à un PV en face du soleil d'hiver vers midi (solaire). L'été, de toute façon, on sera toujours en sur-production (4 à 6 fois plus de production que l'hiver malgré l'orientation de 65°), donc, pas d'inquiétude à avoir.

La pose sur toiture entre 30 et 45°, outre le fait qu'elle soit plus difficile à réaliser soi-même sans risque pour l'étanchéité de la toiture, favorise une production globale annuelle intéressante pour la revente de l'électricité, mais ne favorise pas la production hivernale, au moment où on en a le plus besoin, si on veut être autonome bien sûr.

Pour un PV posé à plat, par exemple sur un toit terrasse ou sur un camping-car, la puissance produite l'été sera très importante, mais en revanche en hiver elle sera assez faible, cela est très bien cependant pour un cabanon ou un camping-car utilisé surtout l'été.

En installant le PV verticalement sur un mur au sud, la perte globale de production par rapport à un PV à 45° sera de 30% environ, et il faudra faire attention au débord de toit qui peut faire de l'ombre.

Si vous souhaitez profiter du maximum de puissance en toutes saisons, toujours en restant orienté au Sud, vous pouvez fixer le PV sur un châssis réglable et orientable, au moins concernant la verticalité: 65° l'hiver, 30 à 45° au printemps et en automne, et à plat l'été. Il existe aussi des systèmes de fixation qui suivent le soleil (tracker) en tournant sur un axe, du matin à l'Est au soir à l'Ouest, mais en plus de limiter la puissance des PV (compliqué d'installer 25 m² sur un seul axe à cause du vent), les échos que j'en ai eus font état de pannes et de soucis techniques... (dès qu'il y a de l'électronique, bien sûr). Sans compter la consommation électrique du système de commande qui reste en veille en permanence. Du coup, certaines personnes les ont abandonné ou les ont en tout cas mis à l'arrêt et modifient l'orientation manuellement.

Personnellement, j'ai préféré laisser mes PV en fixe en les orientant à 65°, donc pour l'hiver, et en installer davantage, étant donné le prix actuel des panneaux photovoltaïques.

Orientation verticale des panneaux photovoltaïques.



orientés pour le printemps-automne

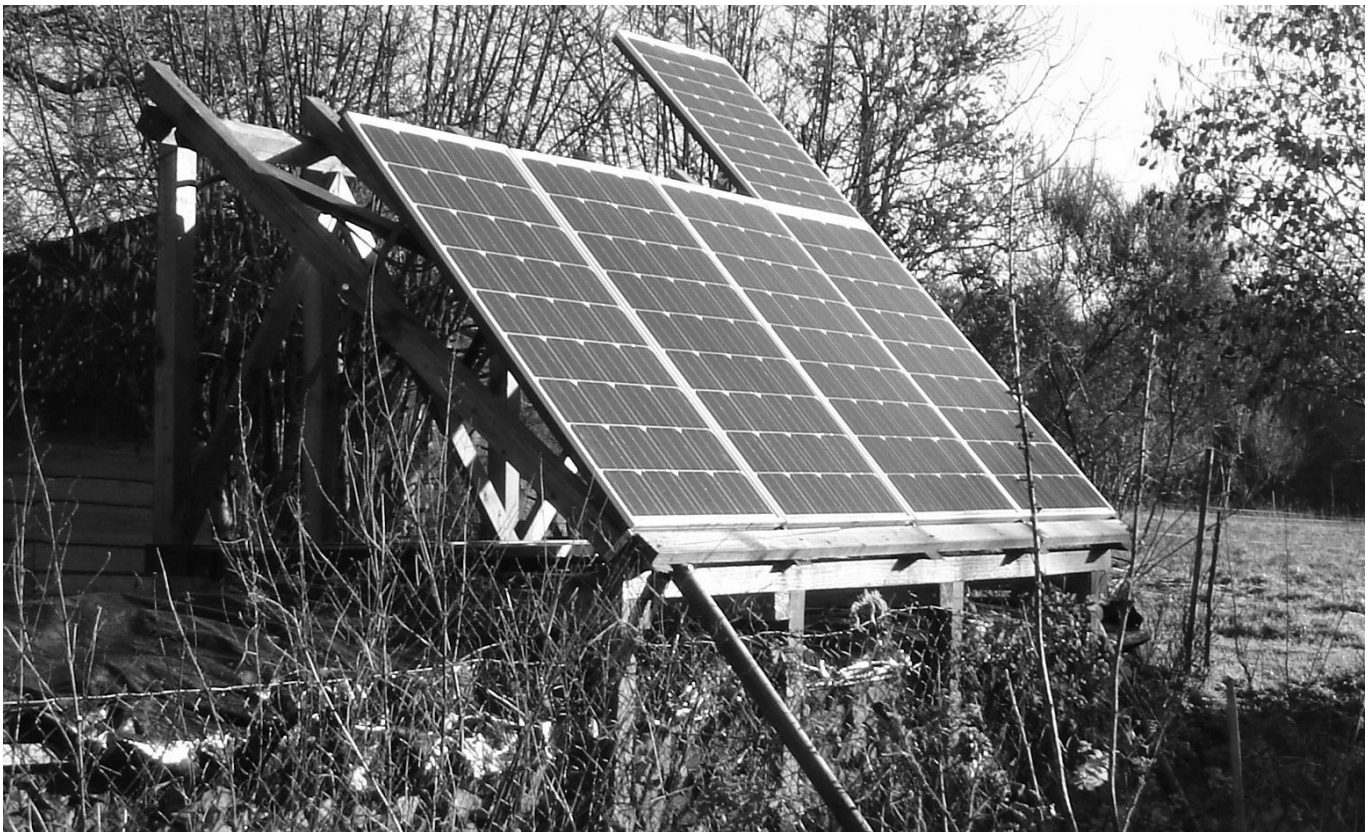


orientés pour l'hiver

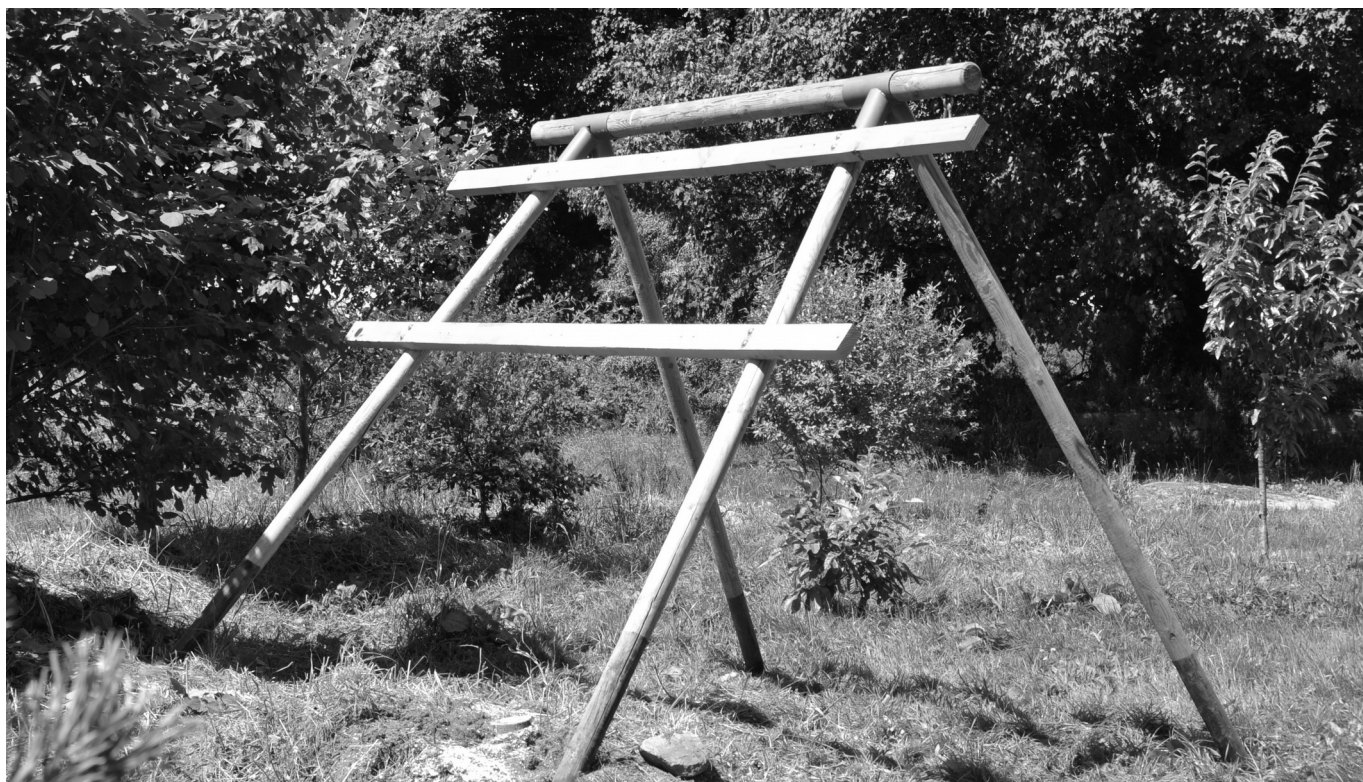
(bien sûr, le sud est à droite sur les photos ci-dessus)



Installation PV de 1500 Wc sur un « tracker » qui a coûté assez cher pour le gain espéré.



Installation de 600 Wc. L'angle du châssis en bois qui supporte les PV est réglable manuellement selon la saison.



Installation sur un portique de balançoire.



Le même portique avec les PV de 600 Wc, l'orientation qui n'est pas modifiable est idéale pour l'hiver.

Branchement d'un PV.

Si vous n'avez qu'un seul PV, c'est très simple, le plus/positif et le moins/négatif dans l'entrée plus et moins du régulateur de charge.

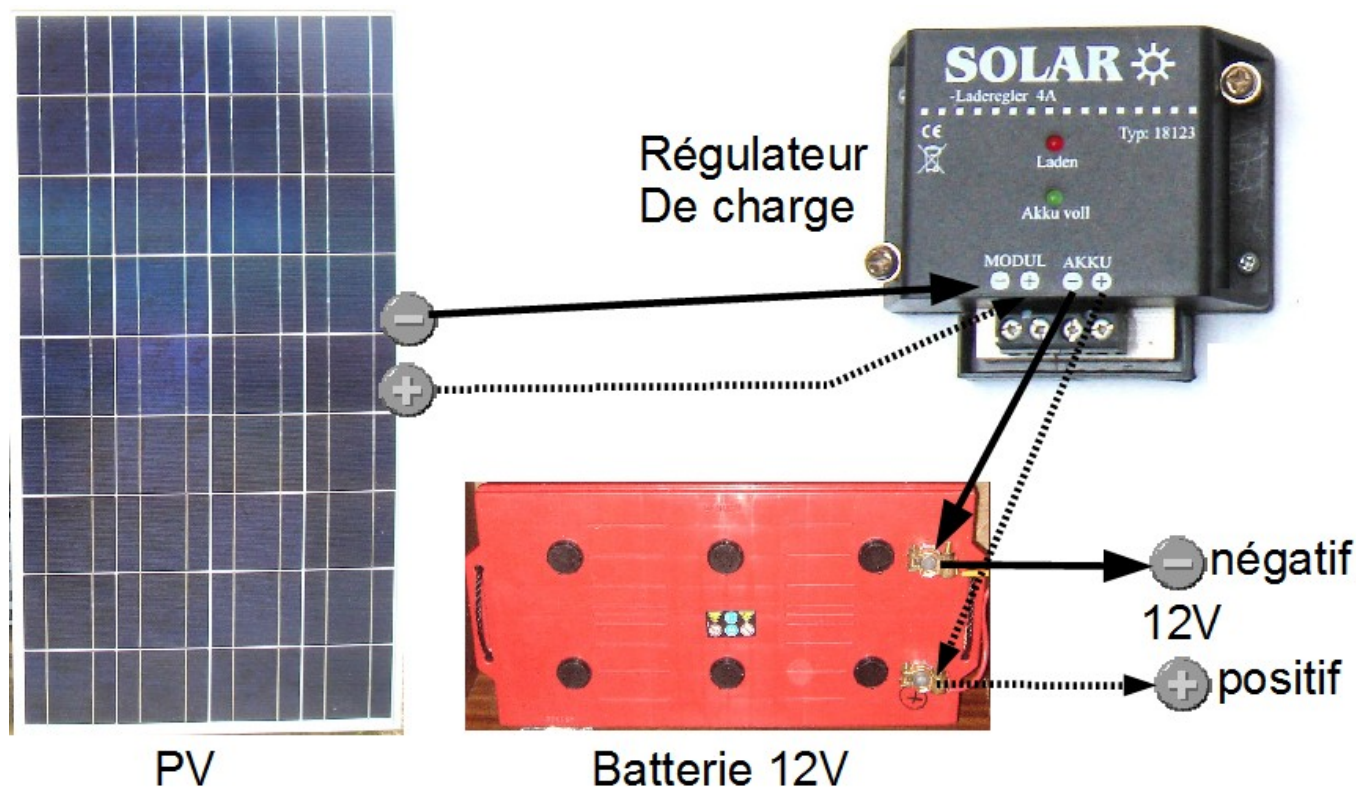


Schéma à partir de photos. (normalement, le régulateur de charge est tout petit par rapport à la batterie et au PV).

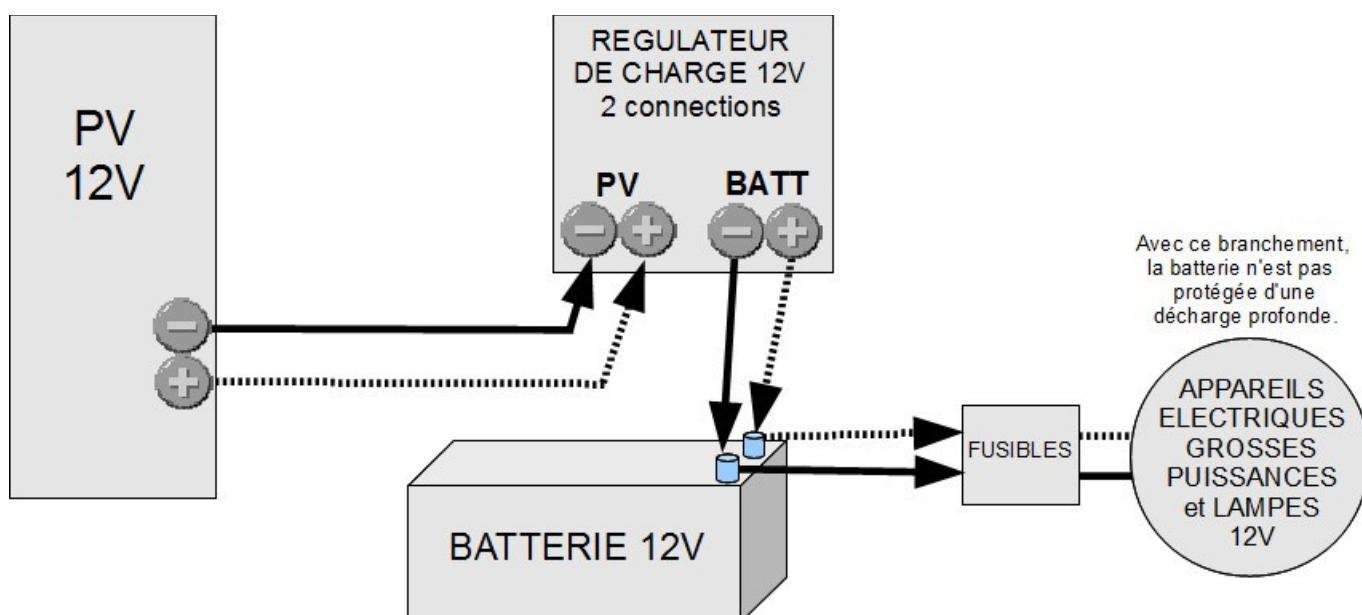
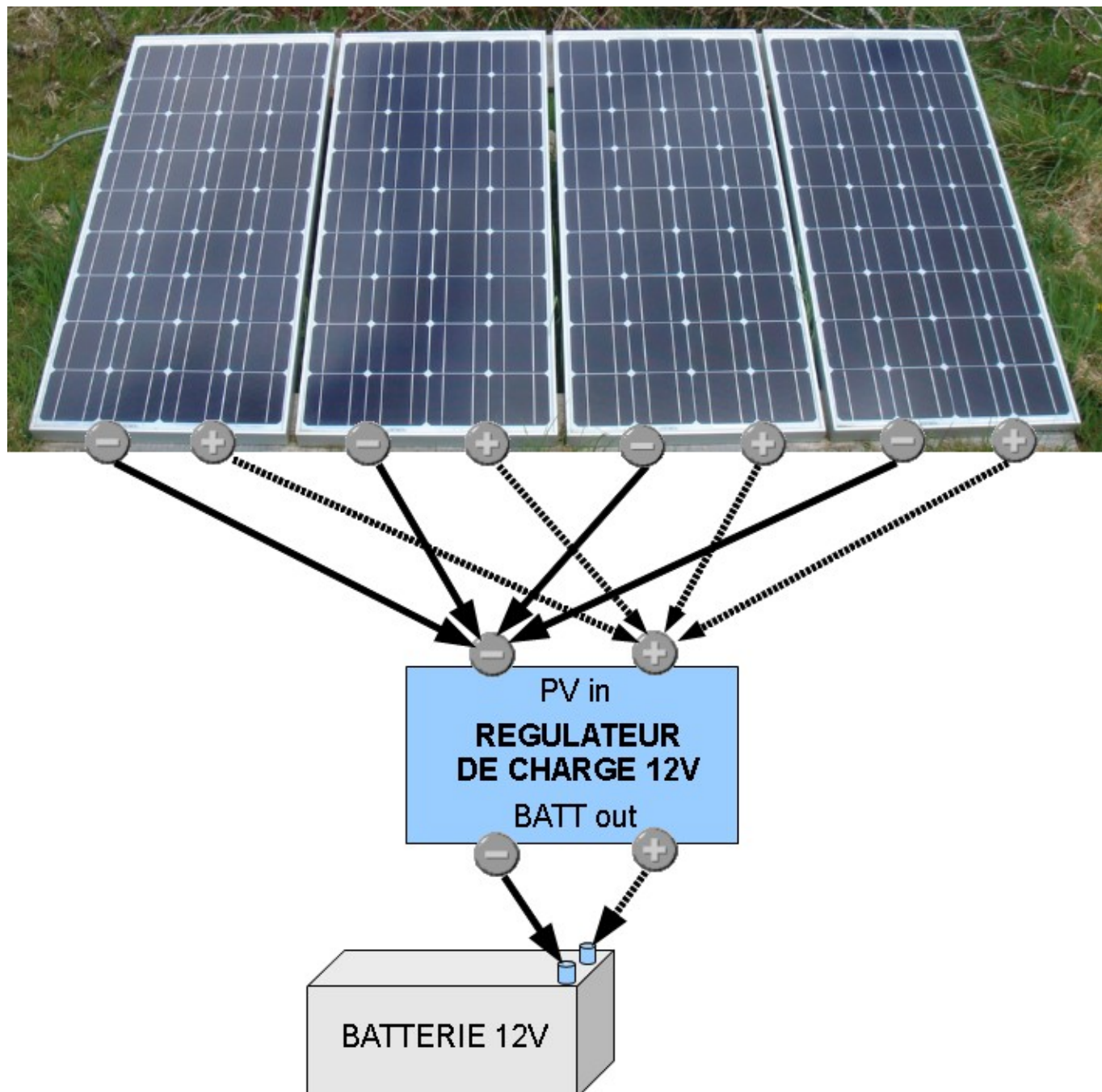


Schéma de principe en dessin.

Dans le cas de plusieurs PV connectés ensemble, plusieurs options sont possibles.

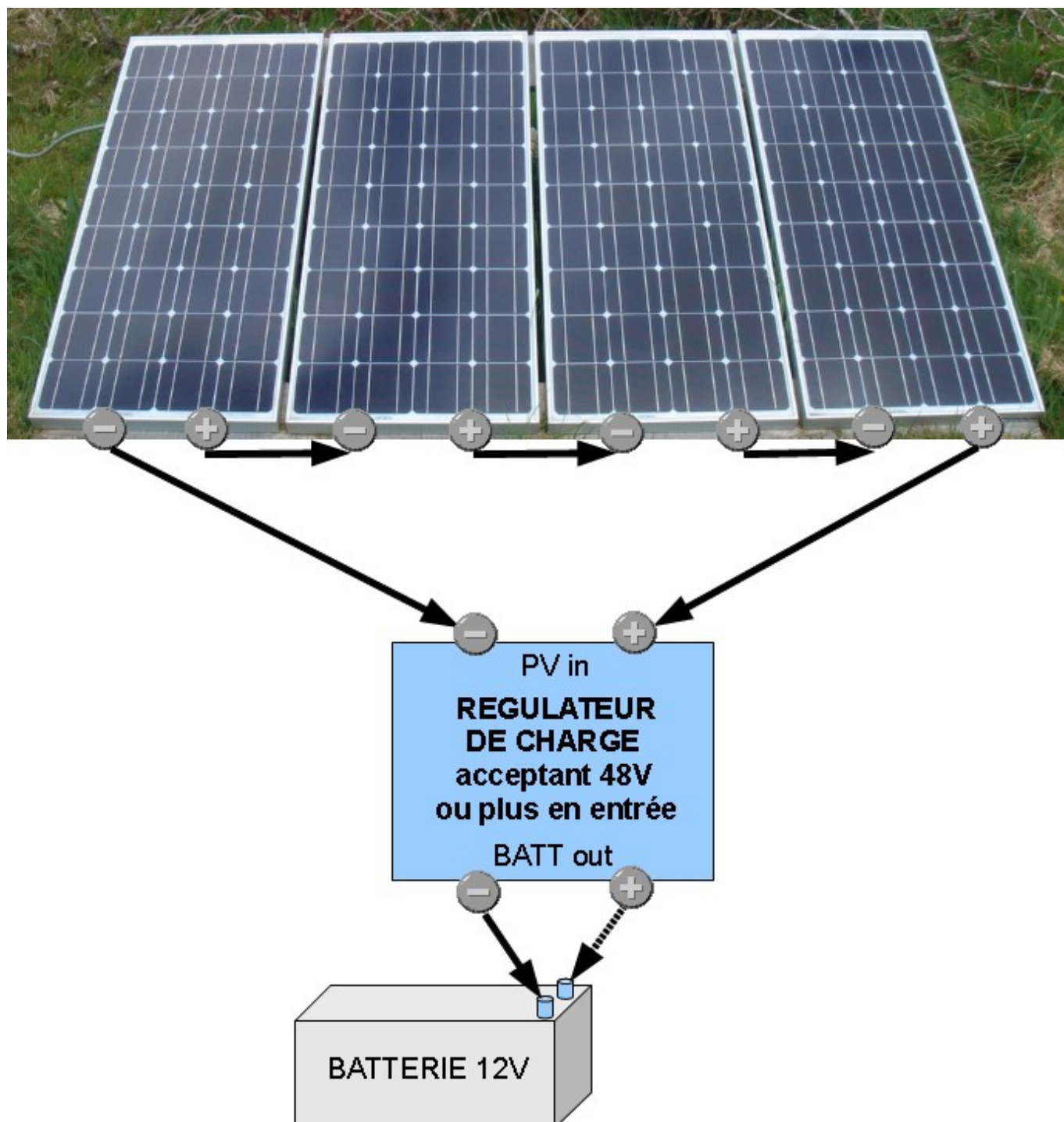
Branchement parallèle, les PV sont tous reliés de la même façon au régulateur de charge, plus dans plus, moins dans moins, rien de plus simple.

Le branchement parallèle permet de connecter des PV de types (monocristallin, polycristallin ou silicium amorphe) et de puissances différentes ensemble (mais de voltage identique) et d'en rajouter par la suite si vous manquez un peu de puissance (à condition que le régulateur de charge soit assez puissant et la batterie aussi, ou, si la batterie n'est pas assez puissante, d'utiliser un régulateur de charge dont la puissance de charge est réglable). Avantage, l'ombre portée sur un PV ne bloquera pas la production des autres PV bien ensoleillés.



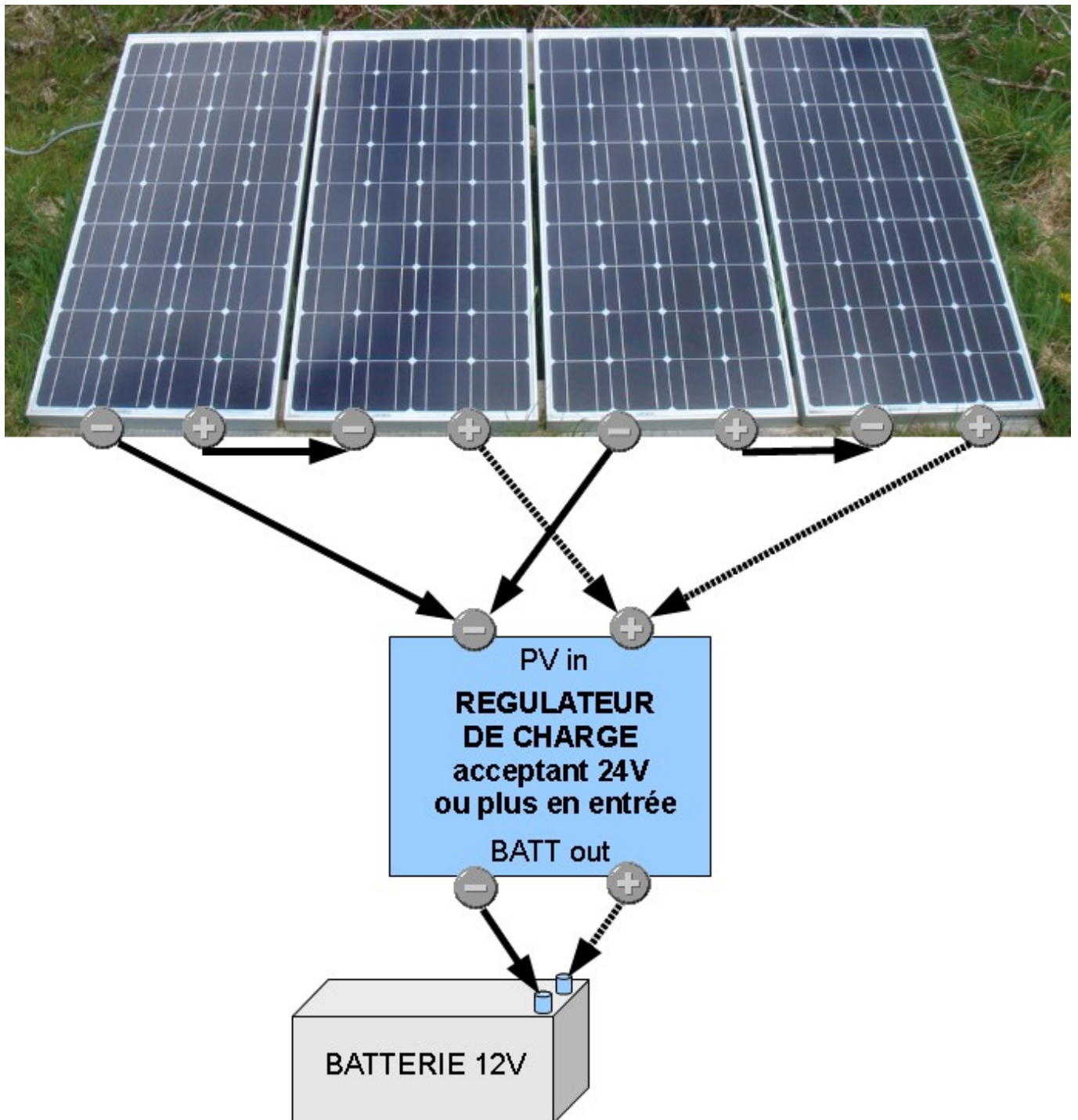
4 PV 100Wc / 12V branchés en parallèle = 400Wc / 32A / 12V
(les PV pourraient êtres de types et de puissances différents).

Branchement série, c'est un peu plus compliqué (voir le schéma). Le plus du premier PV sera connecté au moins du PV suivant et ainsi de suite pour obtenir la tension désirée qui s'additionne (2 x PV 12V en série = 24V, 3 x PV 12V en série = 36V, 4 x PV 12V en série = 48V, ou encore 1 x PV 12V en série avec 1 x PV 24V = 36V, etc...). Le seul avantage est la section du câble reliant les PV au régulateur qui est moins grosse (tension plus élevée = câble moins gros, donc moins cher pour une même puissance en watt). Le régulateur devra accepter une tension d'entrée des PV plus élevée que la tension de la batterie (jusqu'à 150V pour certains régulateurs qui peuvent charger une batterie 12V). Par contre pour un fonctionnement optimal, les PV doivent être de puissance identique et orientés exactement de la même manière, en sachant que l'ombre portée sur une ou plusieurs cellules d'un PV pourrait bloquer la production électrique de toute la chaîne des PV qui sont connectés en série avec celui-ci.



4 PV 100Wc / 12V branchés en série = 400Wc / 8A / 48V
(les PV doivent être de types et de puissances identiques).

Branchement série / parallèle.



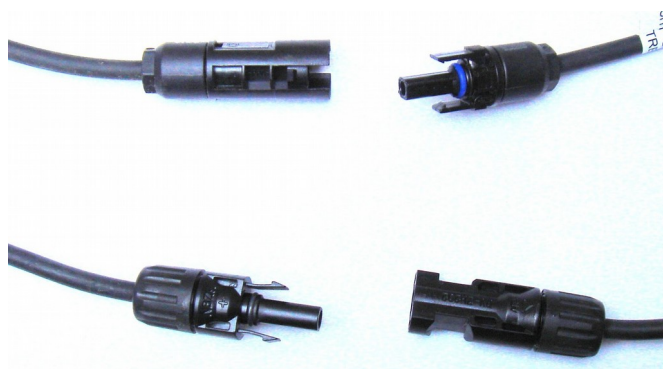
4 PV 100Wc / 12V branchés en série/parallèle 2 par 2 = 400Wc / 16A / 24V.

(on aurait pu aussi utiliser 2 PV 50Wc en série ainsi que 2 PV 200Wc également en série, le tout couplé en parallèle, ce qui nous aurait donné = 500Wc / 21A / 24V).



La plus-part des PV ont des boîtiers de connection à l'arrière, ainsi que des connecteurs spéciaux permettant un branchement rapide.

ATTENTION : Les connecteurs à l'arrière des PV ne sont pas standard d'une marque à l'autre, même s'ils se ressemblent... Si vous voulez utiliser les connecteurs d'origine, il vaut mieux les acheter en même temps que les PV.



Les bons vieux dominos et borniers sont aussi très efficaces pour brancher tous les câbles des PV, à condition de les protéger dans des boîtiers étanches.



Durée de vie et recyclage.

Les PV monocristallins et polycristallins sont généralement garantis 20 ans et plus avec 80% de leur puissance crête et on trouve encore des PV en fonctionnement depuis plus de 40 ans !

Ils sont sans entretien, sauf peut-être essuyer la poussière de temps en temps...

La filière de recyclage est en place depuis 2007, bien qu'il y a 30 ou 40 ans les PV en service n'étaient pas nombreux, et il est même possible de réutiliser au moins 90% du PV si sa technique de fabrication le permet.

Quand à l'énergie totale utilisée pour sa fabrication qu'on appelle énergie grise, elle est compensée en 2 ou 3 années de production électrique du PV (et même moins pour le silicium amorphe plus écologique mais qui a une durée de vie plus courte).

C'est pour cette raison que je les préfère aux petites éoliennes qui sont compliquées à installer et qui dureront 15 ans, dans le meilleur des cas.

Autres types de PV.

Je n'ai pas parlé des autres types de PV, comme les ardoises solaires et tuiles solaires dont le prix est assez élevé pour l'instant.

Ni des PV transparents ou translucides qui permettent de réaliser des verrières ou des paravents.

Il y a aussi les PV souples sur lesquels on peut même marcher (ponts de bateaux).

Enfin, les couches minces nous permettront sans doute d'avoir des peintures photovoltaïques dans un futur assez proche...

Conclusion.

Vous pouvez chercher sur internet des PV monocristallin ou polycristallin, neufs ou d'occasion. Si le prix est égal ou inférieur à 1 Euro le Wc, c'est très intéressant.

Si vous choisissez un régulateur de charge MPPT performant, vous pourrez avoir des PV de n'importe quel voltage, 12V, 24V, 36V ou 48V pour charger une batterie 12V.

ATTENTION, les PV doivent tous être du même voltage mais pas forcément tous de la même puissance (Wc) si vous les branchez en parallèle.

Les branchements série ou parallèle peuvent vous apporter des avantages, mais aussi des inconvénients, il faut donc bien réfléchir...

Il sera plus facile de les installer à côté de la maison et le plus près possible à cause de la longueur des câbles. L'endroit doit être bien dégagé vers le sud avec peu ou pas d'ombre portée sur les PV.

Enfin, le système de fixation et l'angle, par rapport au sol et au sud, dépendront de votre utilisation hivernale ou estivale et de vos qualités de bricoleur.

LES REGULATEURS DE CHARGE SOLAIRE

L'électricité produite par un ou plusieurs PV va donc servir à charger une batterie (ou plusieurs) et nécessite un régulateur pour contrôler automatiquement la charge de la batterie et pour la protéger d'une surcharge quand elle est pleine en adaptant le courant et le cycle de charge en fonction du type de batterie (voir le chapitre : LES BATTERIES).

On en trouve à tous les prix de 15 Euros à plus de 800 Euros selon les puissances et les types.

2 modes de fonctionnement électroniques sont les plus répandus sur le marché :

- **PWM** ou Pulse Wide Modulation, qui correspond aux modèles les plus courants et les plus économiques. Adapté aux petites installations.
- **MPPT** ou Maximum Power Point Tracking, permet d'obtenir une meilleure charge de la batterie (jusqu'à 30% de rendement en plus selon certains fabricants) car l'électronique est plus élaborée, mais coûte aussi plus cher (parfois plus de 50% plus cher qu'un PWM).

Je peux témoigner de la différence de rendement entre PWM et MPPT, puisque j'ai changé d'un modèle à l'autre avec les mêmes PV et batteries, l'augmentation de la charge a été très significative, et en plus ça se passait en Décembre avec beaucoup de journées grises. Par contre, je ne peux pas donner de chiffre précis, 10%, 20% ou 30% en plus..., mes relevés de production électrique sont trop difficiles à interpréter car provenant justement de 2 régulateurs différents et à des périodes de l'année qui ne produisent pas le même ensoleillement.

Il y a encore 2 grandes familles de régulateurs de charge:

- **Avec deux connections**, une entrée pour le PV et une connection pour la batterie, qui contrôle seulement la charge et empêche la surcharge de la batterie (mais sans sortie utilisateur, c'est à dire l'électricité consommée par les différents appareils 12V). L'inconvénient, c'est que la batterie n'est pas protégée d'une décharge profonde qui pourrait l'endommager au cas où on oublie d'éteindre un appareil ou une lampe.. L'avantage, c'est qu'on est pas limité par la puissance du régulateur, comme la connection utilisateur est branchée directement sur la batterie, il est possible d'avoir une consommation très forte, pendant un temps assez court, avec un onduleur par exemple, sans risquer de détériorer le régulateur.

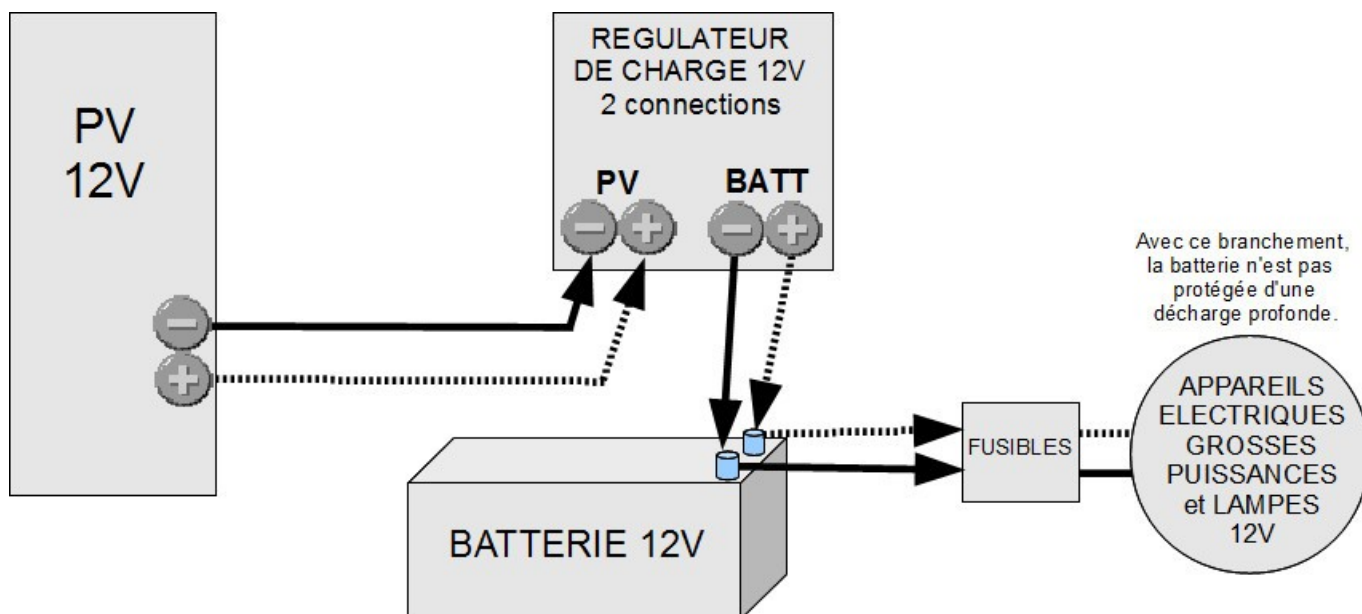


Schéma de branchement avec un régulateur de charge à 2 connections.

- **Avec trois connections**, une entrée pour le PV, un branchement pour la batterie et une sortie pour l'utilisateur (qui sera éventuellement coupée pour éviter une décharge trop profonde de la batterie). Ce modèle protège la batterie d'une décharge trop importante qui pourrait l'endommager en coupant la sortie utilisateur quand la tension de la batterie descend en dessous d'une valeur limite basse (souvent 11,6 Volts) mais c'est souvent un réglage possible dans les paramètres internes du régulateur.

On peut aussi brancher un appareil de grosse puissance (onduleur) directement sur la batterie qui pourra consommer beaucoup plus sans risquer de détériorer le régulateur.

Il faut bien comprendre que la puissance maximum utilisable sur la sortie utilisateur sera celle du régulateur de charge. Ex : un régulateur de charge de 10A à trois connections, autorisera une puissance de 120W maximum sur la sortie utilisateur.

(10A x 12V = 120W)

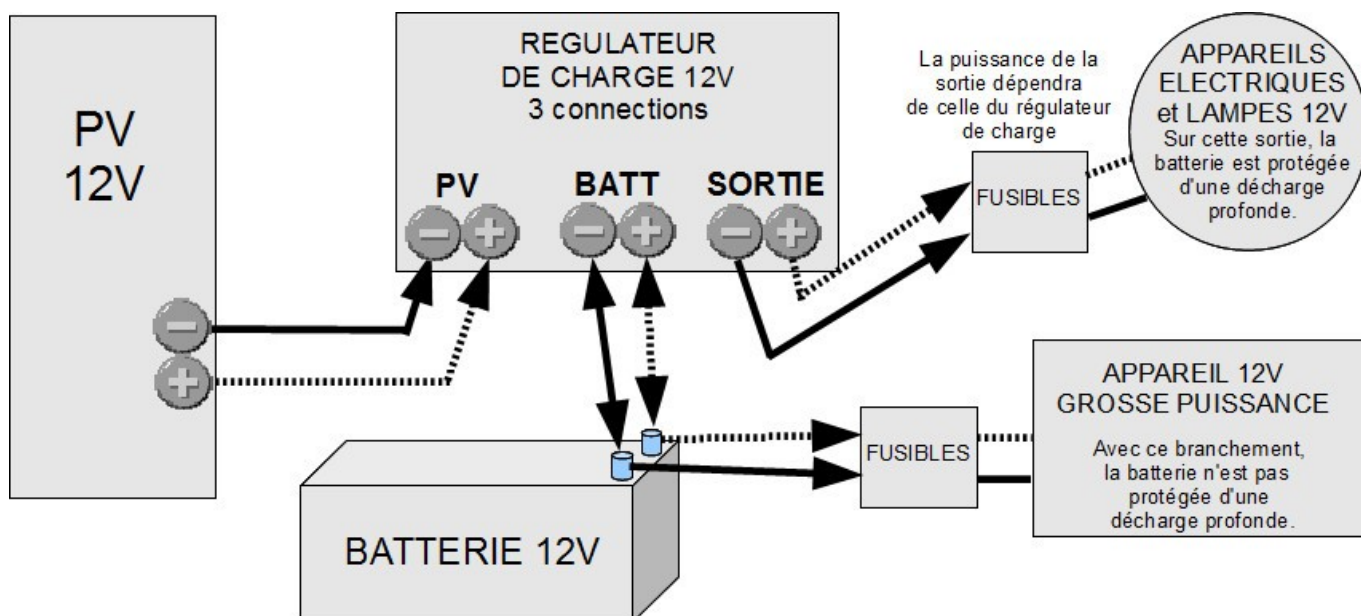


Schéma de branchement avec un régulateur de charge à 3 connections.

Un régulateur de charge MPPT de 50 Ampères à 2 connections qui accepte 120V en entrée PV. pour des batteries 12V – 24V – 48V au choix. Puissances : 12V-600W / 24V-1200W / 48V-2400W.

(comme l'ampérage reste le même, la puissance maximale change en fonction de la tension d'utilisation)



Régulateur de charge OUTBACK MPPT de 80 Ampères
à 2 connections qui accepte 150V en entrée PV
et qui peut charger des batteries de
12V – 24V – 48V - 60V au choix.
Puissances : 12V-960W / 24V-1920W / 48V-3840W
et 60V-4800W.



Régulateur TRISTAR PWM à 2 connections
qui accepte 125V en entrée PV
60 Ampères / 12V-720W ou
24V-1440W ou 48V-2880W



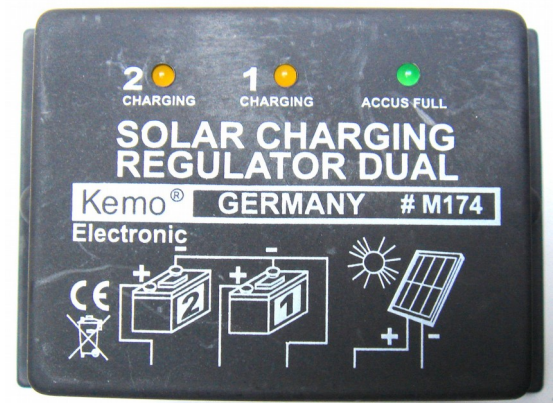
Régulateur STECA 245 PWM
à 3 connections 45 Ampères
12V-540W ou 24V-1080W
Ce régulateur permet de réaliser des
relevés de production / consommation
sur un ordinateur en ajoutant un module
Data câblé en Ethernet.
(voir mes relevés pages 29 et 30)



Régulateur PWM 15 Ampères
36V-540W à 3 connections



Régulateur KEMO PWM à 2 connections
pour 2 batteries séparées
2 x 8 Ampères / 12V - 2 x 96W



Régulateur SOLAR PWM à 2 connections
4 Ampères / 12V-36W

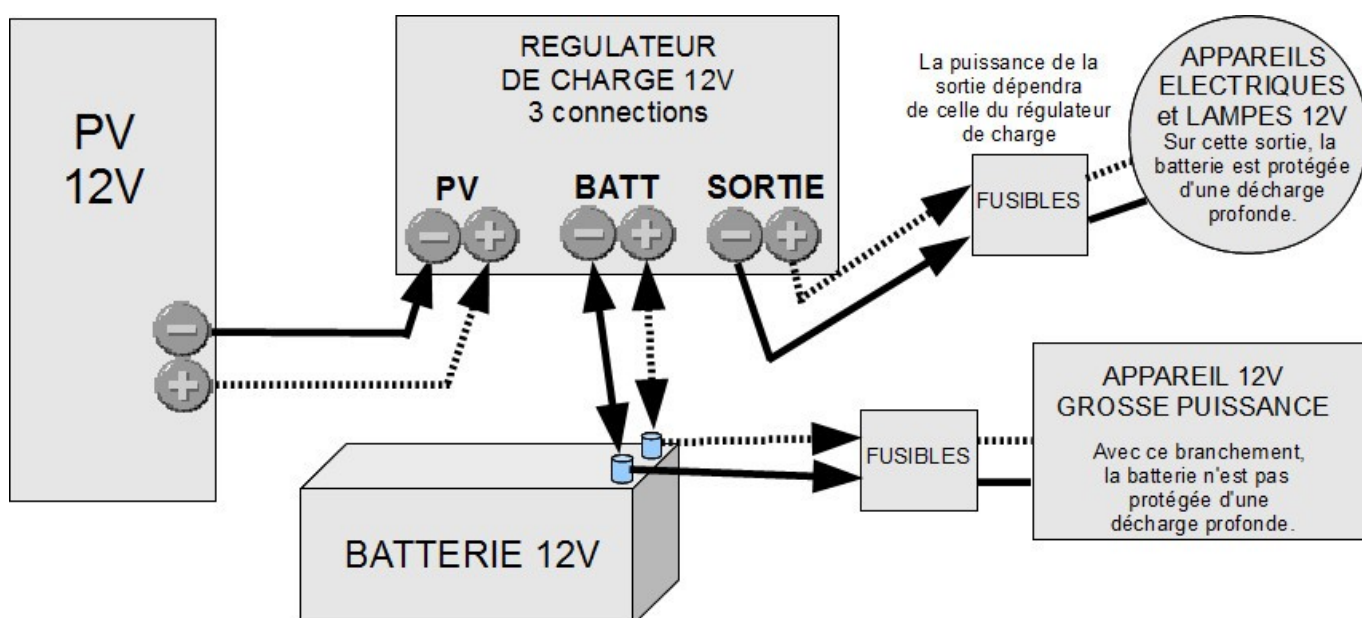


La chose à étudier de près, autre que le voltage qui doit être adapté au régulateur et à la batterie, est la puissance maximum admissible du régulateur qui est donnée généralement en Ampères et qui va dépendre directement de la puissance de notre PV qui est donnée ... en Watts crête (les fabricants aiment bien nous simplifier la vie).

En gros, en 12V un petit régulateur de 5 ou 6A suffira pour un PV de 60Wc ($5A \times 12V = 60W$), un modèle de 20A sera très bien pour un maximum de PV d'environ 240Wc ($20A \times 12V = 240W$), et ainsi de suite, $40A = 480Wc$, $80A = 960Wc$, etc...

N'oubliez pas que les PV fourniront réellement 10 à 20% de moins que leur puissance crête au maximum !

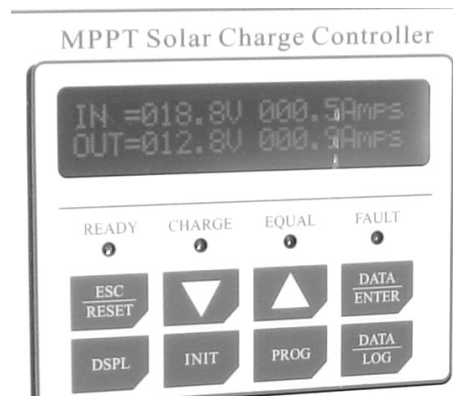
Pour bien choisir la puissance, il faut bien sûr tenir compte de celle du PV, mais aussi éventuellement des PV supplémentaires qu'on pourrait vouloir brancher par la suite en parallèle ou en série (ou les deux ensemble), votre système pourra ainsi évoluer sans changer de régulateur. Également, si le modèle choisi gère la sortie utilisateur (trois connections), la puissance maximum consommée en sortie ne doit pas dépasser celle du régulateur sous peine d'endommager celui-ci. On contourne généralement cette limitation en branchant un appareil qui consomme plus que la puissance du régulateur directement sur la batterie qui dans ce cas n'est plus protégée d'une décharge profonde par la trop grande consommation de cet appareil.



Dans le cas de figure ci-dessus, l'appareil de grosse puissance, comme un onduleur, peut décharger complètement la batterie qui risque alors d'être irrécupérable alors que les appareils électriques alimentés en passant par la sortie du régulateur de charge ne pourront pas la vider complètement car celui-ci coupera le circuit quand la tension descendra à 11,6 Volts pour protéger la batterie.

Pour les régulateurs à 2 connections, il existe des petits boîtiers de protection 12V, à insérer sur un circuit, qui coupe le courant quand le voltage descend au dessous de 11,6 V.

Ensuite, il faut regarder l'affichage du régulateur. Certains modèles bon marché ont juste une led qui indique que ça charge et les modèles plus sophistiqués possèdent un écran qui peut indiquer beaucoup de choses, dont deux paramètres qui me paraissent importants: la tension de la batterie et la puissance de charge délivrée par le PV qui permettent de vérifier que l'installation fonctionne bien. Beaucoup d'autres valeurs peuvent apparaître à l'écran, mais n'ont d'intérêt que pour les connaisseurs et sont détaillées dans le mode d'emploi livré avec l'appareil.



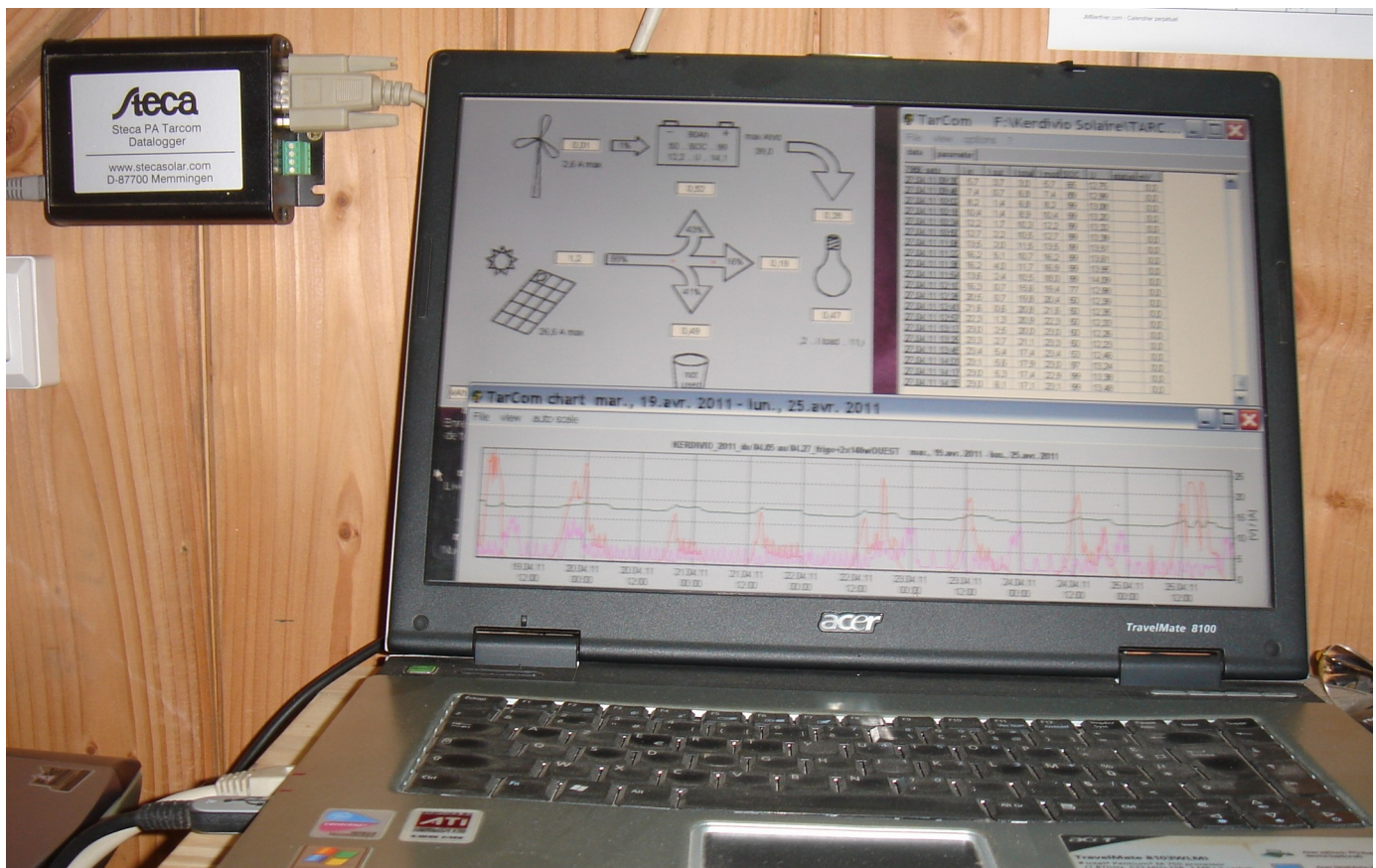
Un autre critère important concerne les réglages possibles du régulateur, notamment en fonction du type de batterie, plomb à électrolyte liquide pour les modèles les plus courants (comme les voitures), plomb AGM ou au gel ou encore lithium et autres types. Certains appareils ont aussi beaucoup de réglages possibles avec différents cycles de charge programmables, des limitations de puissance de charge, des sorties auxiliaires qui se déclenchent en fonction de certains paramètres réglables, des compensations de température (avec une sonde de température) pour adapter la charge et protéger la batterie d'une surchauffe (la batterie dure plus longtemps), différentes alarmes, un voltage PV différent du voltage batterie (un PV 24V, 36V ou 48V peut charger une batterie 12V et certains régulateurs acceptent jusqu'à 150V en entrée PV pour charger une batterie 12V), bref, tout un tas d'options qui peuvent être utiles dans certains cas précis, mais qui ne sont pas indispensables pour une installation simple la plupart du temps.

Certaines marques proposent également des fonctions annexes qui peuvent être utiles:

- Un mot de passe qui empêche de modifier les paramètres et protège les réglages internes.
- Le choix de la langue d'affichage (pas facile de comprendre les réglages d'un appareil Chinois, mais rassurez-vous, la plupart du temps, ils sont en anglais, rarement en français).
- Une mémoire interne qui sauvegarde de nombreuses mesures sur une période donnée (plusieurs jours à plusieurs mois) consultable via l'écran de l'appareil et des touches de fonction.
- Une sortie Ethernet ou USB qui peut être connectée à un ordinateur pour réaliser des relevés de production électrique, état de charge de la batterie, tension de la batterie, consommation utilisateur avec un logiciel et parfois un module data externe qui mémorise les données.
- Un port Ethernet pour coupler plusieurs régulateurs ensemble et augmenter la puissance maximale du système.
- Une entrée pour une télécommande à distance.
- Une sortie pour un écran d'affichage déporté.
- Un boîtier permettant d'échanger des données via une ligne téléphonique fixe ou mobile.

Le régulateur de charge est un élément très important du système, il déterminera le rendement de charge des PV vers la batterie, ainsi que sa protection et donc la longévité de celle-ci. Il peut apporter enfin beaucoup d'informations sur le bon fonctionnement de l'ensemble. Leur durée de vie semble assez importante, et je n'ai pas entendu parler de pannes fréquentes, sauf pour les petits modèles très bon marché.

Si vous pouvez acheter un régulateur de charge d'une puissance maximale supérieure à vos besoins, ça vous permettra éventuellement d'augmenter la puissance des PV par la suite, bien sûr, si la capacité totale des batteries le permet ou si le régulateur de charge permet de limiter la puissance de charge en fonction des batteries.



Exemple du module DATA STECA PA TARCOM (en haut à gauche) qui permet de mémoriser 1 mesure toutes les 2 minutes pendant 11 jours. Relié à un ordinateur utilisant le logiciel dédié, il est possible d'enregistrer les données et de les afficher sous différentes formes.

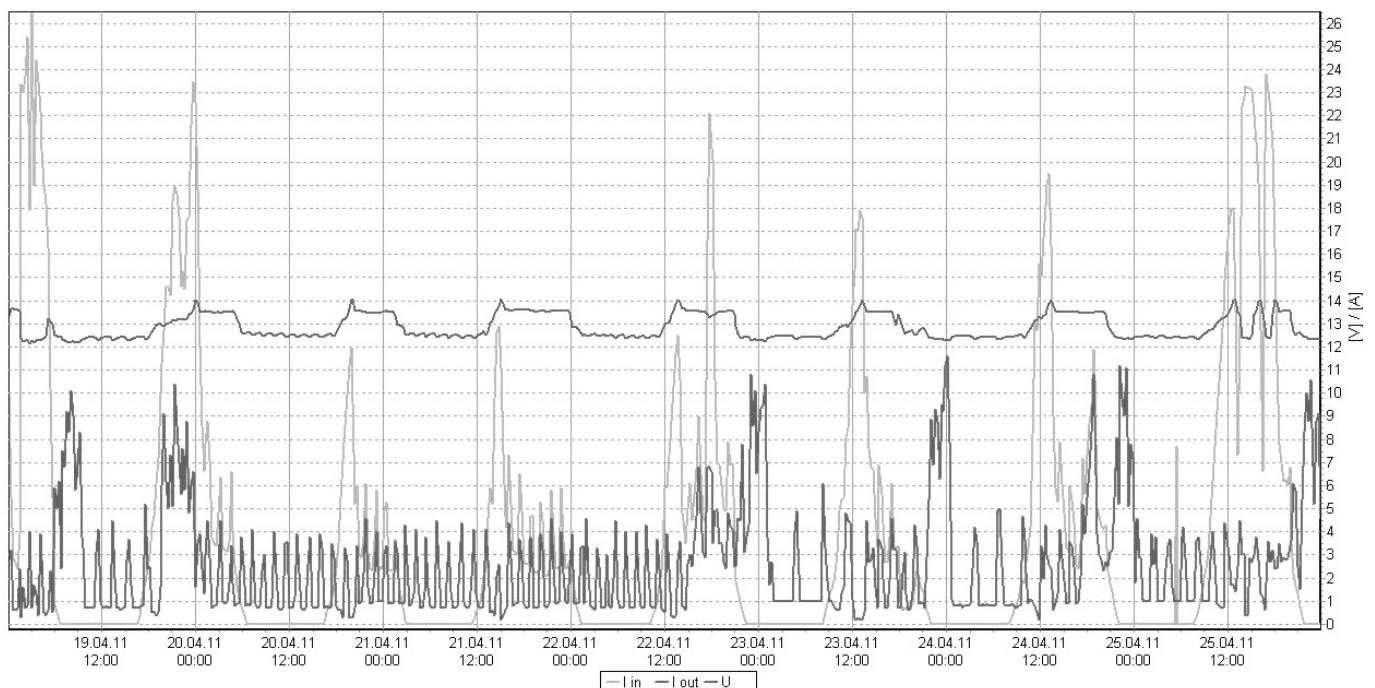
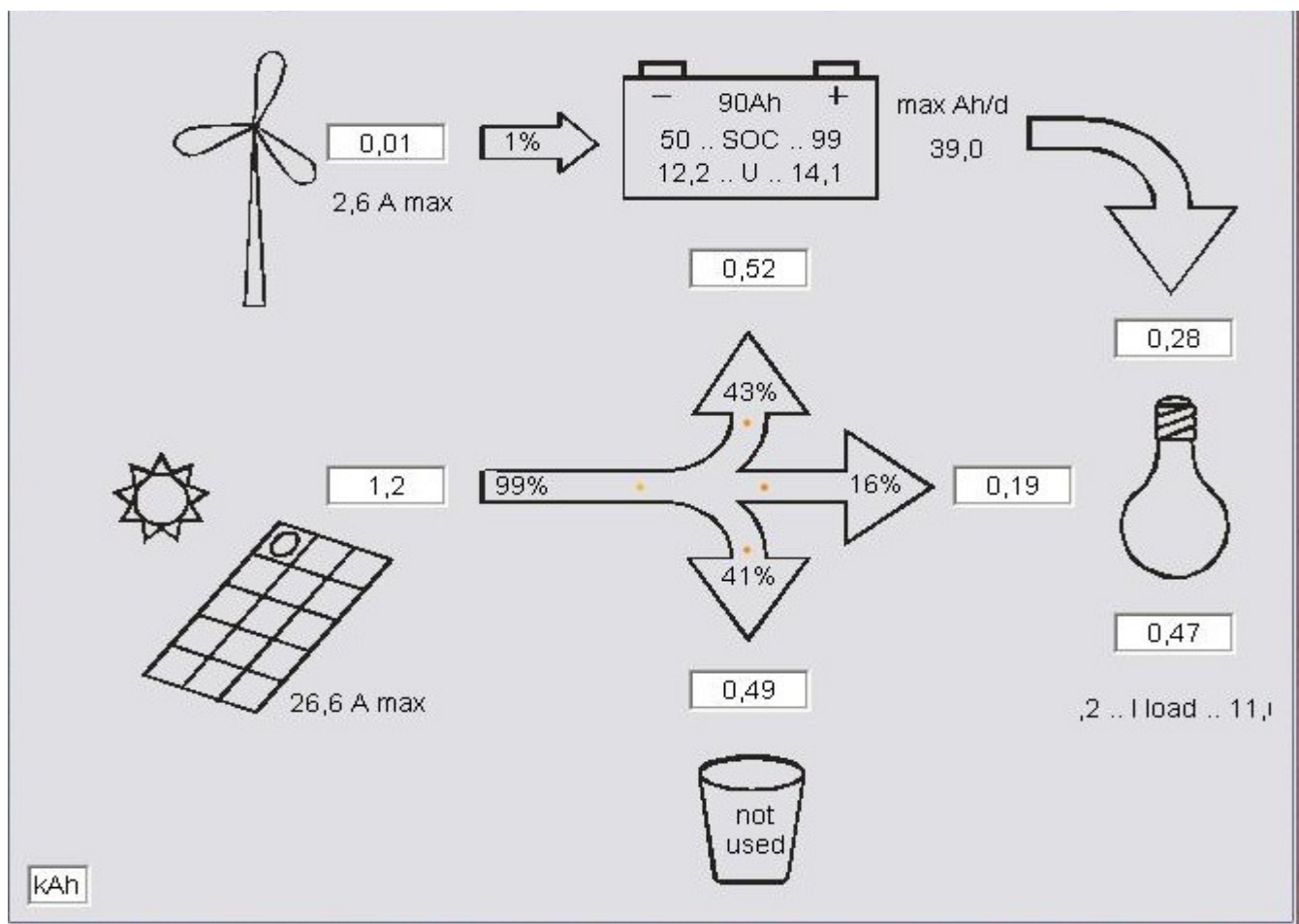


Tableau de mesures STECA TARCOM avec en bas et en foncé la courbe de consommation (les nombreux petits pics montrent la consommation du réfrigérateur 12V qui se met en route par intermittence). La courbe plus claire qui monte certains jours (quand il y a du soleil) est la production des PV. La courbe du milieu indique la variation de tension de la batterie entre 12V et 14V en pleine charge. A droite, les chiffres de 0 à 26 sont des Ah ou des Volts.



Un autre tableau du STECA TARCOM montre la répartition de l'électricité entre : production des PV, de l'éolienne, charge de la batterie, énergie non utilisée, et l'ampoule qui représente la consommation directe des PV ou de la batterie. (les chiffres sont en kAh, c'est à dire que le chiffre de 0,49 signifie 490 Ah non utilisé pendant ces 11 jours, soit 5880 Wh).

Tableau réalisé en faisant un relevé des données mémorisées par mon régulateur de charge OUTBACK. (le régulateur stocke 128 jours de mesures)
Ces chiffres indiquent la quantité d'électricité venant des PV et passant par le régulateur de charge pour fournir de l'électricité 12V en direct ou pour charger mes batteries, donc, ma consommation globale.
Malheureusement, avec ce régulateur de charge, je n'ai aucune idée de l'électricité totale qui est produite par les PV et de la part non utilisée...

PRODUCTION PHOTOVOLTAIQUE 2012		
	Total / Mois	Moyenne / jour
JANVIER	15440 Wh	498 Wh
FEVRIER	19100 Wh	658 Wh
MARS	26500 Wh	855 Wh
AVRIL	24600 Wh	820 Wh
MAI	28400 Wh	916 Wh
JUIN	29600 Wh	986 Wh
JUILLET	32700 Wh	1055 Wh
AOUT	37000 Wh	1193 Wh
SEPTEMBRE	30500 Wh	1016 Wh
OCTOBRE	22700 Wh	732 Wh
NOVEMBRE	20100 Wh	670 Wh
DECEMBRE	15100 Wh	487 Wh
Total Annuel = 301740 Wh soit environ 302 Kwh		
pour une puissance PV totale de 920 Wc		

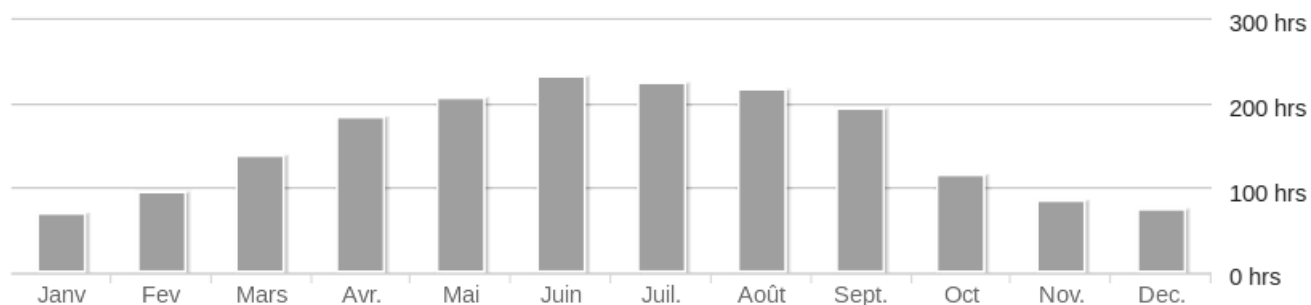


Tableau indicatif des heures d'ensoleillement en Bretagne Sud.

Conclusion.

Les régulateurs de charge MPPT sont nettement supérieurs aux PWM, mais comme leur prix est plus élevé, il faudra les réserver aux installations moyennes ou importantes.

Ne pas hésiter à investir dans un régulateur de charge plus puissant que nécessaire, car qui peut le plus, peut le moins, et vous pourrez toujours ajouter des PV par la suite si vous constatez que vos batteries ne se rechargent pas assez vite.

Une sonde de température est aussi un bon investissement qui ne coûte pas très cher et qui optimisera la charge de vos batteries en fonction de leur température.

Enfin, les nombreuses fonctions disponibles selon les modèles sont à réserver à ceux qui veulent suivre leur installation en permanence.

LES BATTERIES

C'est le point faible du système !

Elles sont encore chères, ne durent pas très longtemps, et pour celles à électrolyte liquide, demandent un peu d'entretien et doivent être installées dans un endroit ventilé (dégagement de gaz) mais pas trop froid, car elles gardent moins bien la charge en cas de températures négatives. Heureusement, il y a en ce moment le boom des véhicules électriques, et grâce à eux, les laboratoires de recherche travaillent beaucoup sur l'amélioration des accumulateurs. Espérons que dans quelques années, les prix auront baissé et la longévité augmentée.

Tout d'abord, il vaut mieux éviter les batteries automobile, sauf si vous n'avez pas d'autre possibilité, car elles ne sont pas faites pour être déchargée trop profondément et elles tombent à zéro dès qu'on va au delà de 40 à 50% de décharge.

A éviter aussi, la batterie d'occasion, car on ne peut jamais savoir dans quel état elle se trouve ou combien de cycles de charge/décharge elle a subi, et votre belle acquisition peut rendre l'âme au bout de quelques mois d'utilisation.

Actuellement, le meilleur rapport qualité/prix concerne les batteries au plomb de type électrolyte liquide à décharge lente, appelées encore batteries solaires, qui peuvent subir une décharge à 80% de leur capacité totale sans trop de risque, mais pas plus et pas trop souvent. Les batteries AGM sont un peu plus chères, mais conseillées pour les personnes qui ne veulent pas s'embêter avec l'entretien qui est inexistant. Les batteries au gel sont aussi intéressantes mais plus chères et à réserver à une installation dans un endroit peu ventilé comme dans un bateau qui remue beaucoup et risque même de se renverser, car elles sont sans entretien, mais supportent moins bien la surcharge éventuelle.

Quand aux autres types comme les lithium (lithium-ion, lithium-polymère, lithium-fer, etc...) même si leurs caractéristiques annoncées sont très intéressantes (jusqu'à 3000 cycles de charge/décharge), leur prix est très élevé pour l'instant et les réserve à une installation haut de gamme. D'autant que je n'ai pas encore trouvé de régulateur solaire avec un programme de charge adapté à ce type d'accumulateur. (c'est ce qui m'a fait acheter un scooter électrique équipé de batteries au plomb AGM que je recharge avec des PV).

(le risque d'explosion et d'incendie des batteries lithium-ion est aussi à considérer).

Les caractéristiques.

La capacité sera le critère le plus important ; elle est donnée en Ah (Ampère/heure), mais attention, la valeur peut varier selon les fabricants et elle sera donnée couramment à C10, C20 ou C100, c'est à dire déchargée totalement en 10 heures, 20 heures ou 100 heures, ce qui fait une grande différence de capacité, une décharge plus lente, en 100 heures (environ 4 jours) ou plus permet d'extraire plus de courant de la batterie. Il faut donc bien regarder la fiche technique (quand elle est disponible). On retient généralement la valeur en C20, et c'est celle que j'utiliserai dans ce manuel. Il faut aussi tenir compte du fait que seulement 80% de la capacité sera utilisable, sous peine de l'user prématurément, voir même de la détériorer, et encore mieux à 50% de la capacité si on souhaite l'utiliser plus longtemps.

Le nombre de cycles de charge/décharge sera le second critère de choix, car il peut varier de 300 à plus de 700 cycles à 80% de décharge pour une bonne batterie solaire standard au plomb. La profondeur de chaque cycle influencera aussi la durée de vie et la capacité totale de l'accumulateur, par exemple, pour une batterie de 12V - 100Ah on aura 400 cycles possibles à 80% de décharge, donc au total 32 000 Ah soit 384 000 Watts/heure, et 1800 cycles possibles avec seulement 20% de décharge à chaque fois, donc au total

36 000 Ah soit 432 000 Watts/heure (chiffres constructeur), ensuite il faudra la changer.

Certaines batteries tubulaires peuvent monter à 1000 voir 2000 cycles, mais leur prix est en conséquence. Là encore, il faut bien regarder la fiche technique et faire ses calculs.

La durée de vie d'une bonne batterie peut varier de 5 à 15 ans selon le modèle et le fabricant à condition qu'elle soit bien entretenue: vérification du niveau d'électrolyte (eau distillée), oxydation des bornes de branchement, pas de surcharge ni de décharge trop profonde. La température d'utilisation influence aussi leur longévité.

Pour ne pas surcharger une batterie, les différentes documentations conseillent généralement de ne pas dépasser une puissance de charge maximum entre 10 et 20% de sa capacité, soit pour une 12V - 100Ah, 10 à 20A maxi (120W à 240W). Il faudra donc en tenir compte pour calculer la puissance maxi des PV. En la rechargeant avec une puissance qui ne dépasse pas 10% de sa capacité totale, une batterie devrait durer plus longtemps. Une sonde de température connectée au régulateur de charge permettra de la charger un peu plus quand il fait froid et un peu moins quand elle chauffe, ce qui améliorera sa capacité de charge et prolongera sa durée de vie.

Les conseils concernant la consommation journalière de courant sont à peu près identiques, pas plus de 10 à 20%, mais par jour. Ce qui donne un calcul simple pour notre installation en fonction de notre consommation: toujours pour une 12V - 100Ah, 10% ou 120Wh par jour en consommation si vous voulez utiliser votre batterie très longtemps et jusqu'à 240Wh par 24h, soit 20%, pour en tirer le maximum tout en la préservant un peu quand même. Une pointe de consommation pendant un temps assez court, par exemple 50% de la capacité pendant 5 min, ne posera pas vraiment de problème si c'est occasionnel (soit: 50A / 600W pendant 5 min pour une batterie 12V - 100Ah).

Bien sûr, il est possible d'installer une plus grande capacité d'accumulateurs (500Ah, 1000Ah et plus), même si vous n'utilisez que peu de courant, ce sera selon vos moyens financiers, cela augmentera simplement votre autonomie en cas de nombreuses journées grises en hiver et préservera la batterie qui fonctionnera toujours largement en dessous de ses limites. L'avantage sera de pouvoir brancher un onduleur assez puissant et de consommer de temps en temps jusqu'à 1000W ou 2000W et plus... mais pas trop longtemps !

Dernière chose pour préserver la batterie, éviter de consommer trop quand elle n'est pas en charge. Bien sûr, c'est impossible pour certaines choses comme l'éclairage ou la télévision qui sont utilisés la nuit, mais c'est possible avec pas mal d'appareils: tout ce qui est chargeur de téléphones mobiles et autres appareils qui ont besoin d'être rechargés de temps en temps peuvent être connectés quand il y a du soleil (c'est dommage de charger une batterie avec le courant d'une autre batterie). Les machines qui consomment un peu peuvent souvent être utilisées quand il y a du soleil (j'utilise ma machine à laver ou ma machine à pain seulement les jours ensoleillés, ainsi que mon gros outillage électrique branché sur l'onduleur), etc...

En agissant ainsi, le courant produit par le PV est directement consommé par l'appareil sans passer par la batterie, ce qui la préserve d'autant (moins de cycles de charge/décharge).

D'autant que tout le courant produit par le PV ne sera pas restitué intégralement par la batterie, il y a des pertes dans le régulateur et dans la batterie elle-même, sans parler de l'auto-décharge de 3 à 5% par mois même si on ne l'utilise pas (et jusqu'à 10% par mois pour une batterie de voiture).

Batteries diverses : les batteries du haut sont des batteries solaires à décharge lente, en bas les 4 batteries automobiles sont blanches, la grosse batterie noire est une batterie de camion. Il y a aussi des batteries de visseuse ainsi que 3 petites batteries noires de 12V.



Le couplage des batteries.

Pour les petites et moyennes installations, entre 50Ah et 1000Ah, il peut être intéressant de coupler plusieurs batteries 12V en parallèle (ou 6V en série/parallèle).

Les grosses installations sont souvent réalisées avec des batteries tubulaires de 2V de forte capacité branchées en série qui peuvent durer 15 ans ! (le prix est largement en rapport).

ATTENTION, les batteries couplées doivent être strictement identiques: même modèle, même capacité et même âge sous peine d'un déséquilibre de charge/ décharge entre elles et au final une usure prématurée de l'ensemble.

Un point important est le câblage, mêmes câbles et mêmes longueurs de câbles (le plus court possible) pour connecter les batteries ensemble en série et/ou en parallèle, car un câble a une résistance qui dépend de sa section (en mm²) et de sa longueur, et 2 batteries branchées avec des câbles qui ne sont pas identiques ne seront pas chargées de la même façon, ce qui, à la longue, peut provoquer un déséquilibre entre les batteries (l'une vieillira plus vite que l'autre). Au final, la batterie qui tient encore la charge se déchargera dans l'autre.

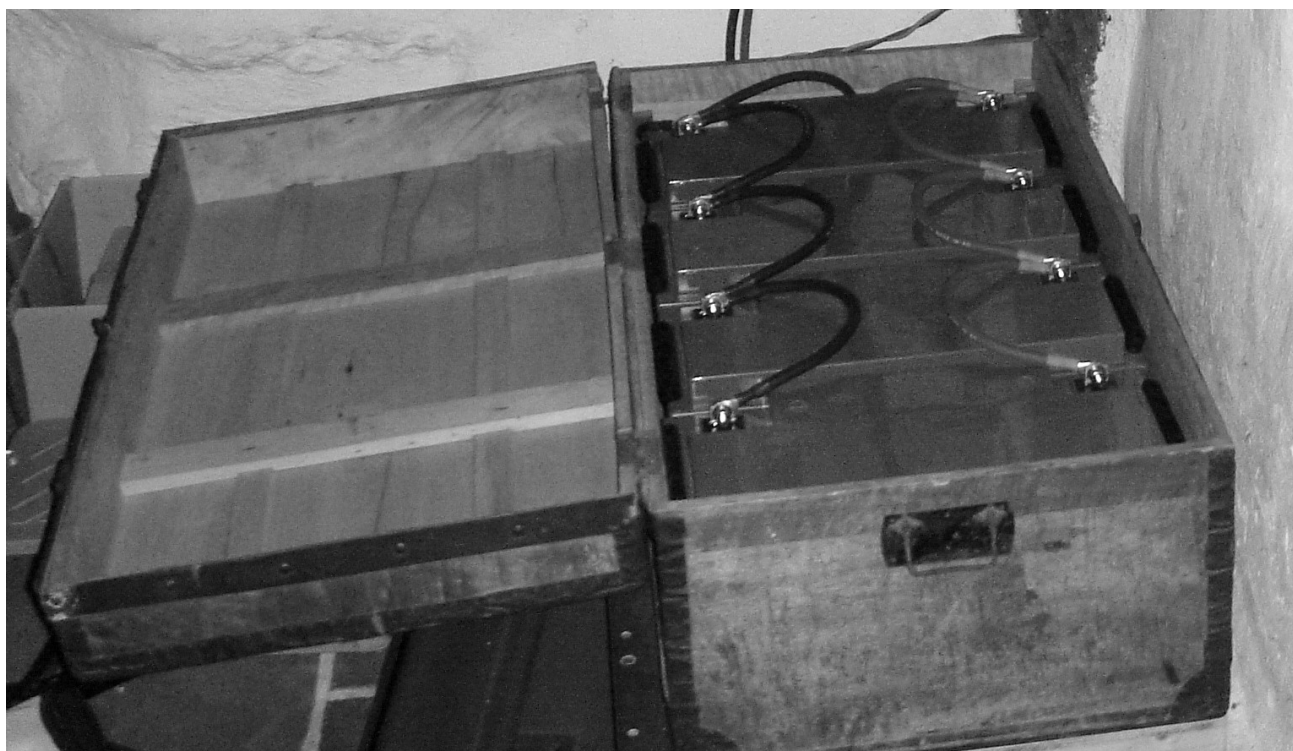
A noter qu'on trouve certains régulateurs de charge qui ont deux sorties et peuvent charger 2 batteries différentes qui alimenteront des circuits différents. Des boîtiers de séparation permettent aussi de découpler plusieurs batteries sur un même régulateur de charge (voir les magasins d'accessoires pour camping-car).

Lieux d'installation des batteries.

ATTENTION, les batteries à électrolyte liquide peuvent dégager pas mal de gaz et doivent être installées dans un endroit ventilé ou dans un coffre étanche mais aussi ventilé vers l'extérieur.

Même les batteries AGM ou Gel possèdent des valves pour laisser s'échapper le peu de gaz qu'elles peuvent produire dans certains cas.

Il existe des bacs plastiques spéciaux pour contenir les batteries, mais vous pouvez fabriquer vous-même un coffre en bois étanche et y brancher deux tubes ou gaines électriques pour la ventilation.

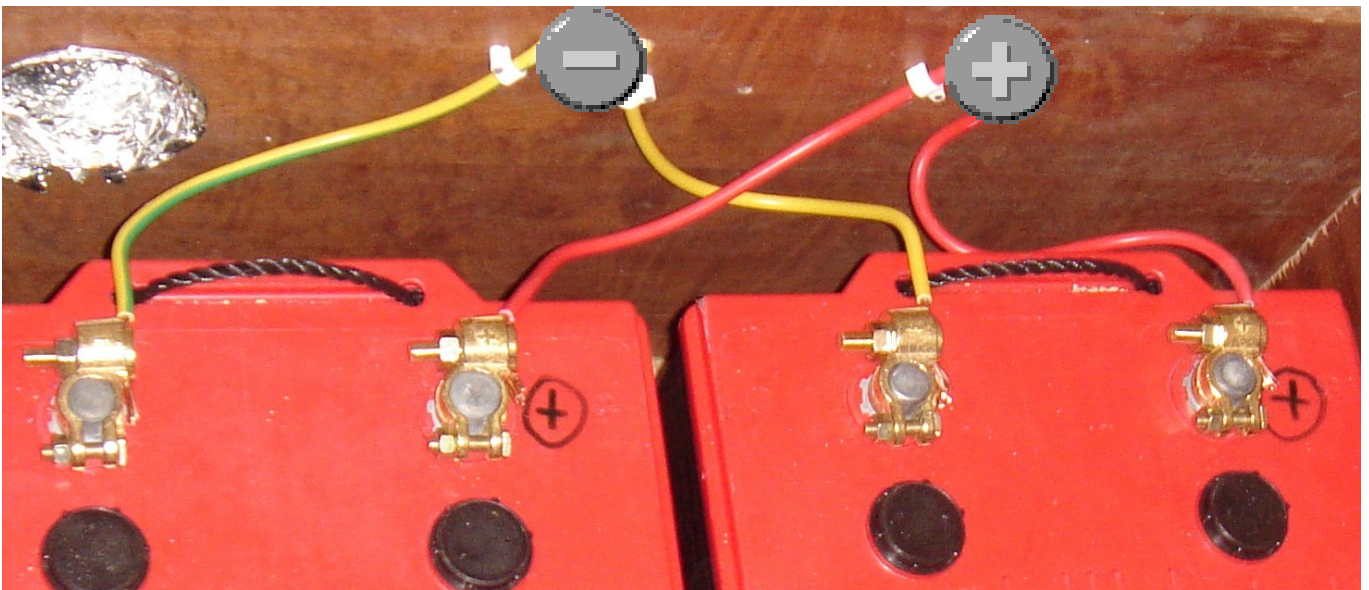


Heureusement que ce sont des batteries AGM, car cette malle n'est pas vraiment étanche et n'est pas ventilée, dommage ...



Mon coffre de batteries est étanche et ventilé par deux bouts de gaine électrique qui sortent à l'extérieur de la maison, un bout de gaine orienté au sud et l'autre au nord pour une ventilation passive grâce aux vents dominants.

Les 4 câbles de $2 \times 6 \text{ mm}^2$ sont de longueurs identiques et raccordés sur des gros borniers à un câble de $2 \times 16 \text{ mm}^2$ connecté au régulateur de charge.



Deux batteries 12V - 250Ah câblées en parallèle = 12V - 500Ah (soit 6000Wh au total)

Nous pouvons donc compter sur 4800Wh de disponible qui représente 80% de la capacité totale des batteries, consommable sur une période de 8 jours à raison de 600Wh par jour.

Encore un détail utile pour ceux qui veulent utiliser des batteries à électrolyte liquide, c'est à dire le meilleur rapport capacité/qualité/prix, il existe des systèmes de remplissage automatique des batterie avec un réservoir et des petits tuyaux qui vont dans chaque élément pour maintenir le niveau d'électrolyte en permanence sans avoir besoin de vérifier régulièrement. Malheureusement, ce système n'existe que pour les batteries d'une assez grosse capacité et donc d'un certain prix.

Batteries : conclusion provisoire.

Les efforts actuels de la recherche et l'évolution des technologies imposent la prudence, et je conseillerais d'investir dans une valeur sûre actuellement, une ou plusieurs batteries solaires à électrolyte liquide qui peuvent durer 7 ou 8 ans dans de bonnes conditions d'utilisation. Comparez les prix en divisant la capacité en Ah à C10, C20 ou C100 par le prix vous donnera le tarif Euro/Ampère. C'est un choix important à faire en premier, car si vous coupez plusieurs batteries ensemble, vous ne pourrez plus changer ensuite, à moins de changer le pack complet de batteries. (par contre, vous pourrez toujours ajouter quelques PV de même voltage pour augmenter la puissance solaire, ou changer de régulateur de charge pour un modèle plus puissant et/ou d'une technologie différente).

Et dans quelques années, n'y aura-t-il pas des super-batteries pas chères ... ?

Tableau pour batterie / régulateur de charge / PV en 12 Volts			
CAPACITE BATTERIE	PUISSANCE REGULATEUR de CHARGE	PUISSANCE PV	CONSOMMATION JOURNALIERE
	minimum	maximum	maximum
50 Ah	5 A	70 Wc	60 Wh
100 Ah	10 A	140 Wc	120 Wh
200 Ah	20 A	280 Wc	240 Wh
500 Ah	50 A	650 Wc	600 Wh
1000 Ah	100 A	1300 Wc	1200 Wh

Ce tableau donne une idée de l'équilibre des puissances en partant de la batterie.

RAPPEL !

Si vous voulez conserver longtemps vos batteries au plomb à électrolyte liquide :

Ne pas dépasser un courant de charge égal à 10% maximum de la capacité totale de la batterie, soit pour une batterie de 12V - 100 Ah = courant de charge maximum de 10 Ah / 120 Wh.

Ne pas décharger une batterie solaire à décharge lente à plus de 80% de sa capacité (et moins si possible), soit pour une batterie de 12V - 100 Ah = consommation maximum de 80 Ah / 960 Wh au total sans qu'elle soit rechargée.

Mais aussi, ne pas consommer plus de 10% de la capacité totale de la batterie par jour, soit pour une batterie de 12V - 100 Ah = consommation maximum de 10 Ah / 120 Wh par jour.

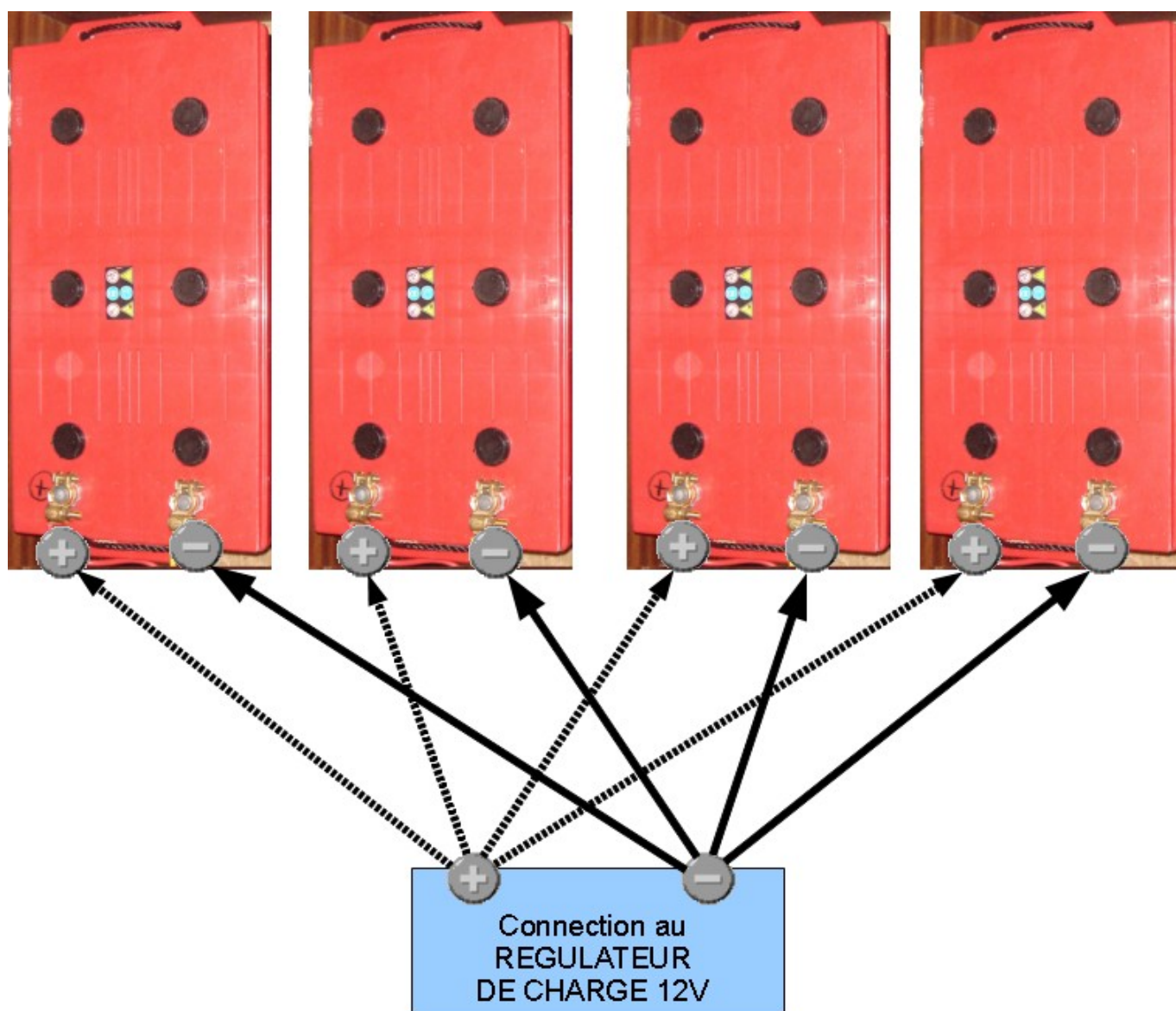


Schéma de connection pour 4 batteries en parallèle de 12V – 250Ah - 3000Wh connectées au régulateur de charge. Le total sera : 12V – 1000Ah – 12000Wh dont seulement 80 % seront disponibles, soit : 9600 Wh.

(en parallèle les ampères s'additionnent)

(dans tous les cas, les Watts s'additionnent)

ATTENTION à ce que les câbles soient de sections et de longueurs identiques.

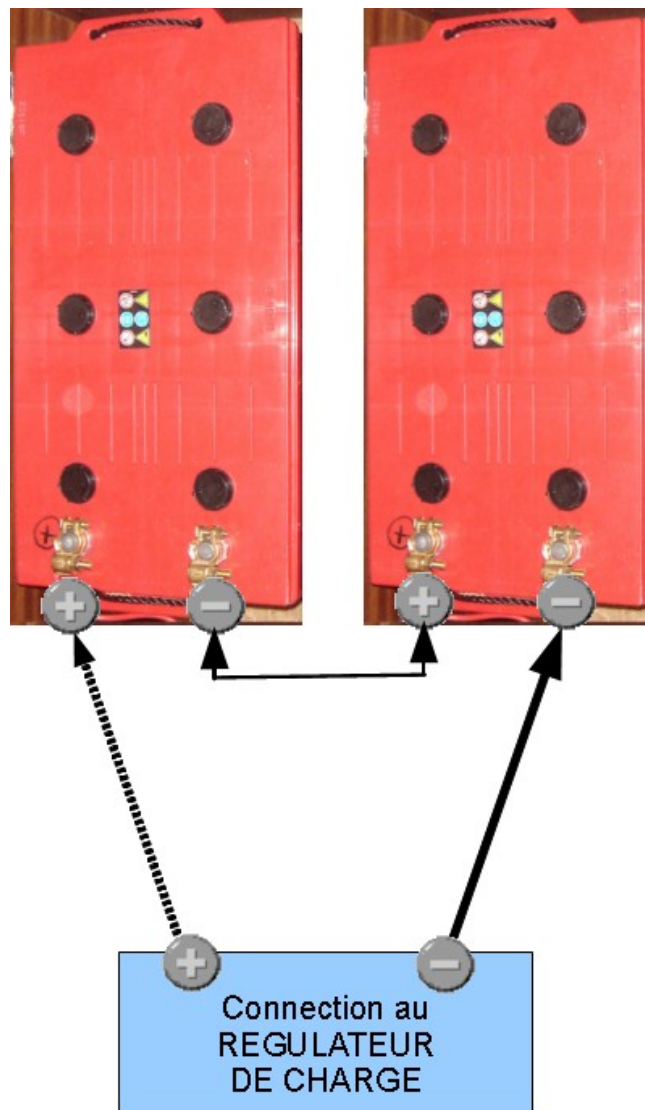


Schéma de connection pour 2 batteries en série de 12V – 250Ah - 3000Wh connectées au régulateur de charge. Le total sera 24V – 250Ah - 6000Wh dont seulement 80 % seront disponibles, soit : 4800 Wh.

(en série ce sont les volts qui s'additionnent)

(dans tous les cas, les Watts s'additionnent)

On aurait pu mettre aussi en série 2 batteries de 6V – 100Ah - 600Wh, par exemple, le total aurait donné : 12V – 100Ah - 1200Wh

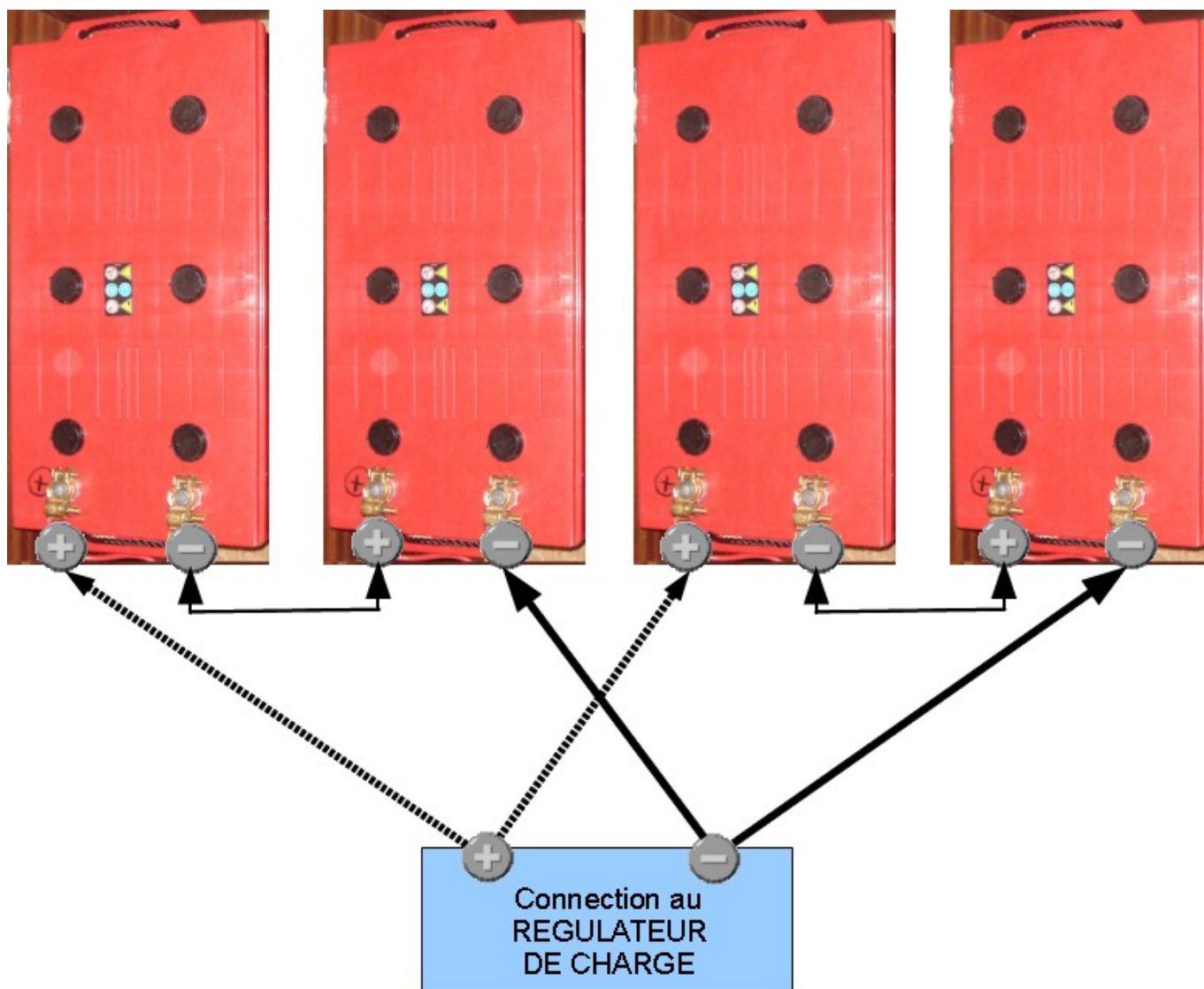


Schéma de connection pour 4 batteries en série-parallèle de 12V – 250Ah - 3000Wh connectées au régulateur de charge. Le total sera : 24V – 500Ah – 12000Wh dont seulement 80 % seront disponibles, soit : 9600 Wh.

(en parallèle les ampères s'additionnent)

(en série ce sont les volts qui s'additionnent)

(dans tous les cas, les Watts s'additionnent)

ATTENTION à ce que les câbles des 2 groupes de batteries en série soient de sections et de longueurs identiques.

PHOTOS DE DIFFERENTES BATTERIES



EXEMPLE DE CE QUI EST ECRIT SUR LES FICHES TECHNIQUES DE DIFFERENTES BATTERIES :
(non représentées ici)

Fiche technique A : batterie à décharge lente pour de multiples applications : énergie solaire, camping-car, petite traction, batterie marine... 300 cycles à 80 % de décharge Capacité nominale à C20 : 230 Ah.

Fiche technique B : Batterie OPZS pour une très longue durée de vie en cyclage.
Utilisée dans les énergies renouvelables pour les systèmes de forte puissance
Capacité C100 : 300 à 4360 Ah . Durée de vie : 2000 cycles selon IEC 896 - 1

Fiche technique C : Batterie 2V OPZS Capacité nominale (C100) : 1000 Ah. Capacité nominale (C10) : 700 Ah. Durée de vie : 15 ans en float à 20°C, même en usage cyclique

LE CABLAGE

La chose importante à savoir, c'est qu'en 12V il faut du gros câble, voir même du très gros câble. Ce qui, au prix du cuivre, peut représenter un investissement conséquent.

Pour une puissance identique en Watt, la section du câble sera beaucoup plus importante en 12V par rapport à du 230V, surtout en cas de longueur dépassant 10 ou 15 mètres.

Ensuite, tout dépend des pertes considérées comme acceptable dans le câblage, 5 ou 10% de perte dans le câble peut être toléré pour un appareil utilisé de façon ponctuelle et pendant un temps assez court, mais pour les équipements qui fonctionnent de longues heures, l'éclairage par exemple, 2% de perte me paraît un maximum à ne pas dépasser (et même moins si possible).

SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
1,5 mm ²	5 m	51 W	127 W	254 W
1,5 mm ²	10 m	25 W	65 W	130 W
1,5 mm ²	15 m	18W	43W	86 W
1,5 mm ²	50 m	5 W	13 W	26 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
2,5 mm ²	5 m	85 W	211 W	422 W
2,5 mm ²	10 m	42 W	105 W	210 W
2,5 mm ²	15 m	28 W	70 W	140 W
2,5 mm ²	50 m	8 W	21 W	42 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
4 mm ²	5 m	135 W	339 W	678 W
4 mm ²	10 m	67 W	169 W	338 W
4 mm ²	15 m	45 W	113 W	226 W
4 mm ²	50 m	13 W	34 W	67 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
6 mm ²	5 m	204 W	508 W	1016 W
6 mm ²	10 m	102 W	254 W	508 W
6 mm ²	15 m	68 W	169 W	338 W
6 mm ²	50 m	20 W	50 W	100 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
10 mm ²	5 m	340 W	847 W	1694 W
10 mm ²	10 m	170 W	423 W	846 W
10 mm ²	15 m	113 W	282 W	564 W
10 mm ²	50 m	34 W	84 W	168 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
16 mm ²	5 m	541 W	1356W	2712 W
16 mm ²	10 m	270 W	678 W	1356 W
16 mm ²	15 m	180 W	452 W	904 W
16 mm ²	50 m	54 W	135 W	270 W
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
25 mm ²	5 m	852 W	2112W	4224 W
25 mm ²	10 m	426 W	1106W	2212 W
25 mm ²	15 m	284 W	704 W	1408 W
25 mm ²	50 m	85 W	221 W	442 W

Tableau des puissances à

ne pas dépasser en 12V si on accepte une perte de 2%, 5% et 10% en fonction de la longueur et de la section du câble. (réalisé à l'aide d'un tableur trouvé sur internet).

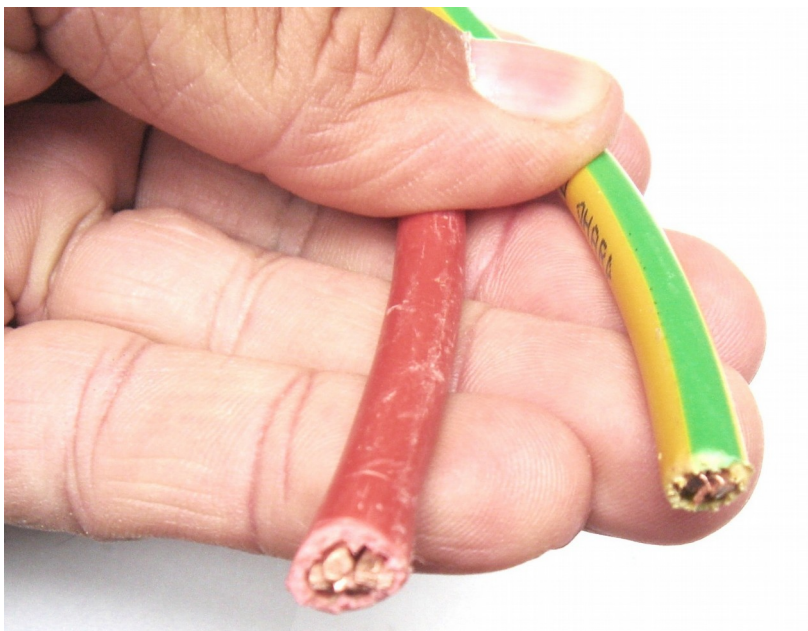
SECTION CABLE	LONGUEUR CABLE	Pertes 2%	Pertes 5%	Pertes 10%
6 mm ²	5 m	204 W	508 W	1016 W

Exemple: si on branche un appareil 12V qui consomme 508W alimenté par 5 m de câble de 6 mm², nous aurons environ 5% de perte dans le câble ce qui correspond à accepter de perdre à peu près 25W pour chauffer le câble...

Ce qui n'est pas très grave si l'appareil n'est pas utilisé en permanence mais ponctuellement.



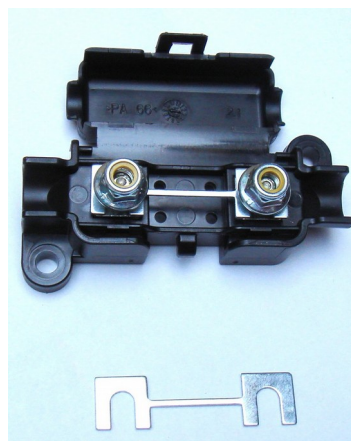
Boîtier de fusibles



Deux gros fils de 16 mm².



Différents fusibles + porte-fusible



Fusible de 50 A,
soit 600 Watts en 12V

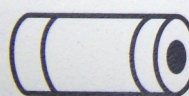
Fusibles utilisés en 230V.

Les fusibles à cartouche sont utilisables également en 12V, mais attention, la puissance n'est pas la même !

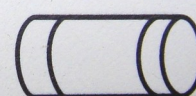
Exemple : Un fusible de 10 A en 230V permet de faire passer 2300 Watts avant de fondre alors qu'en 12V vous ne pourrez utiliser que 120 Watts.
(se reporter au tableau page 9)

Seuls les fusibles céramiques ci-dessous ont droit au label NF USE

dimensions	ampérages	norme
8.5 x 23	10 A	(NF)
10.3 x 25.8	16 A	(NF)
8.5 x 31.5	20 A	(NF)
10.3 x 31.5	25 A	(NF)
10.3 x 38	32 A	(NF)



FUSIBLES
avec
VOYANTS



FUSIBLES
sans
VOYANTS

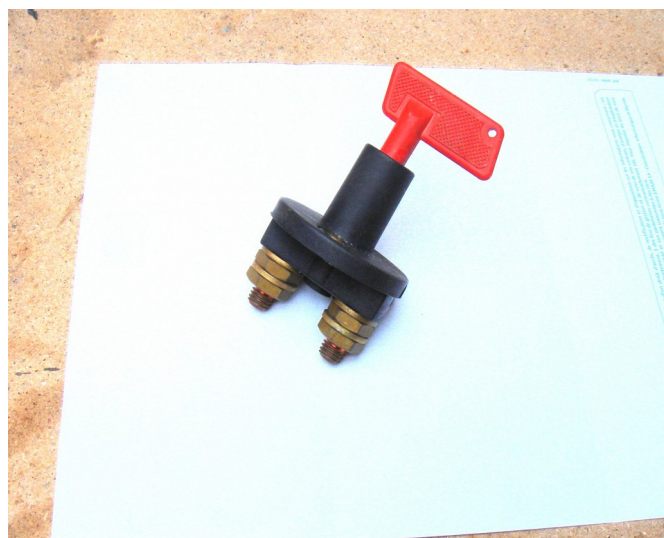
Le tableau de distribution.

Comme il faut bien protéger l'installation, j'ai utilisé des coffrets de fusibles standard comme ceux qui sont installés dans les anciennes maisons, mais en n'utilisant que des fusibles à cartouches qui fonctionnent très bien en 12V continu, (en 12V, 5A = 60W, 10A = 120W, 16A = 192W, 20A = 240W et 32A = 384W), car les disjoncteurs installés dans les maisons modernes sont faits pour du 230V alternatif et ne fonctionnent pas en 12V continu. J'aurais pu aussi récupérer des porte-fusibles de voiture ainsi que les fusibles compatibles disponibles dans les grandes surfaces et magasins d'accessoires automobile. Pour les puissances plus importantes, pour l'alimentation générale par exemple, on trouve des fusibles de 50A et plus dans certains magasins de bricolage, d'électronique ou d'électricité. (voir sur internet). Un coupe-circuit de 100A ou plus est aussi une protection utile à installer en cas d'urgence importante. (magasins auto ou camping-car).



Coffret électrique standard équipé de porte-fusibles à cartouches et à droite un voltmètre lumineux (accessoire automobile), qui indique en permanence le voltage des batteries.

Coupe-circuit 100A



Types de prises de courant.

La prise 12V la plus connue est la prise « allume-cigare », il y a aussi la prise « caravane » avec 7 grosses broches, et sinon en 12V, rien ou pas grand chose...

On trouve beaucoup d'appareils 12V équipés d'une prise allume-cigare, mais ils ont une consommation assez faible car il est difficile de dépasser 10A-120W sans faire chauffer la connection et certaines embases n'acceptent pas plus de 6A-72W.

L'idée d'équiper toute une maison de prises allume-cigare ne m'emballait pas, et même si j'en ai quelques unes pour tous mes petits appareils comme les chargeurs de téléphone, les petits onduleurs et tout un tas d'adaptateurs de tension, j'ai préféré un autre système de connection 12V.



Boîtiers multiprises allume-cigare et quelques prises et embases.
(accessoires automobile).

J'avais aussi pensé aux prises caravanes à 7 broches qui pouvaient faire passer pas mal de courant si on utilise toutes les broches (4 pour le + et 3 pour le moins), on trouve les fiches et les embases un peu partout à un prix raisonnable, mais il fallait faire des rallonges moi-même (il n'y a pas de fiches femelles) et des gros boîtiers multiprises avec plusieurs embases, donc j'ai laissé tomber.

Une autre idée m'avait traversé l'esprit, l'utilisation des prises de courant anglaises. Comme il y a pas mal d'anglais en Centre-Bretagne, et qu'ils retournent régulièrement en Angleterre, je pensais leur demander de m'acheter une liste de prises, embases, multiprises et rallonges. C'est une solution pour ceux qui veulent garder leur installation 230V en place et rajouter un deuxième circuit en 12V.

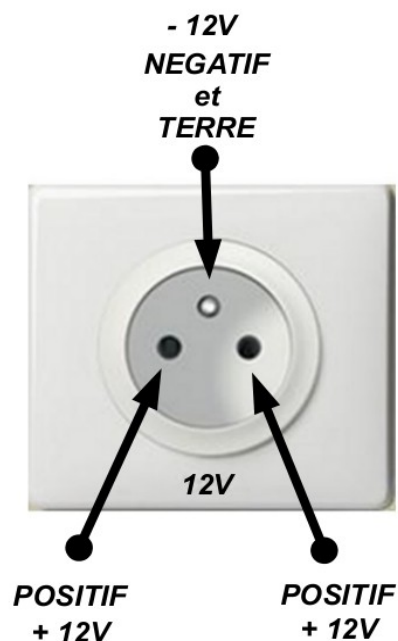
Mais non, en fin de compte...

Finalement, après avoir beaucoup cogité, je me suis simplement tourné vers les prises 230V standard, celles qu'on trouve partout et dans toutes les maisons. Seul le câblage est différent.

BRANCHEMENT 230V STANDARD



BRANCHEMENT 12V PERSONNEL



La puissance de 16A, soit 192W en 12V suffit pour les utilisations courantes, on les trouve facilement ainsi que des rallonges, accessoires et multiprises avec ou sans interrupteur.

(l'interrupteur coupe toujours la phase et le neutre en même temps, j'ai mesuré).

L'autre avantage est que les maisons en sont déjà équipées, et que si quelqu'un voulait faire comme moi et passer entièrement en 12V à la place du 230V, il suffirait de modifier les branchements au tableau électrique et aussi de remplacer les disjoncteurs par des porte-fusibles à cartouche :

- Pour les prises de courant on peut utiliser le fil de terre (jaune/vert) pour le négatif 12V et les fils de neutre et de phase (brun, bleu ou noir) ensemble pour le 12V positif.
- Pour la lumière, seulement le neutre (bleu) pour le négatif 12V et la phase (brun) pour le positif 12V. (si le branchement dans les douilles est dans le bon sens, les ampoules Led s'allumeront, car elles ont parfois un sens de connection et il suffira d'inverser les 2 fils dans la douille pour que ça fonctionne).

Comme dans la plupart des maisons récentes, l'installation des prises de courant est câblée avec du 2,5 mm², on pourrait donc consommer un peu de courant 12V en fonction de la longueur des câbles. Pour l'éclairage, c'est généralement du 1,5 mm², qui peut suffire largement si on utilise des ampoules à LED consommant de 1 à 5 W généralement.

L'expérience m'a montré que je n'utilisais pas d'appareils 12V consommant plus de 100W dans tous les endroits de la maison. J'ai bien essayé un petit chauffage électrique 12V / 300W, mais vu la faible chaleur dégagée, j'ai préféré un chauffage au gaz dans la salle de bain plutôt que de vider mes batteries.

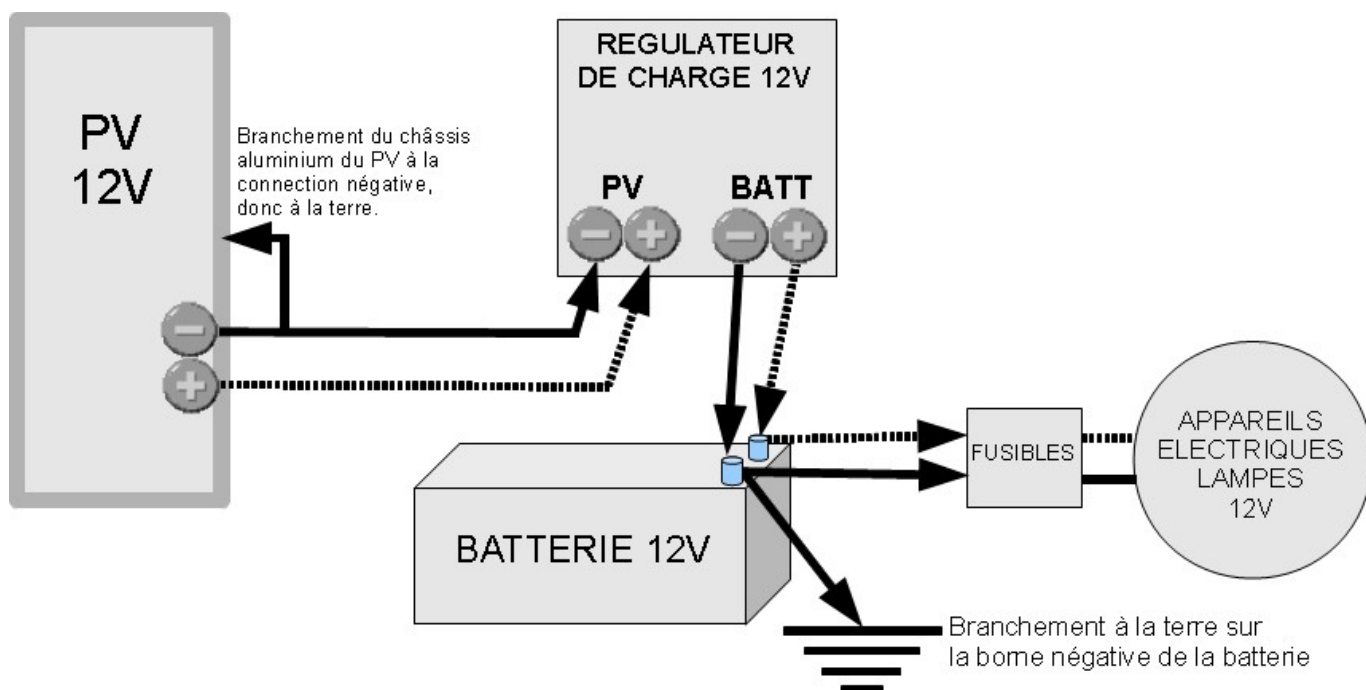
Branchement à la terre.

Le problème de sécurité est différent avec une installation en 12V et la mise à la terre de l'installation n'est pas forcément indispensable (et pas facile dans un bateau ou un camping-car). Le risque pour une personne commence réellement avec une tension égale ou supérieure à 48V, même si en 24V et 12V il faut faire très attention (risque d'arc électrique et donc d'incendie, mais aussi de brûlures).

La foudre peut aussi détruire une installation, ou endommager gravement certains appareils.

Il est donc conseillé de relier le pôle négatif à la terre ainsi que les châssis en aluminium des PV en évitant les boucles de terre, c'est à dire en connectant un seul câble à un seul point de l'installation (tableau électrique de distribution ou régulateur de charge ou batterie).

Les châssis aluminium des PV peuvent être reliés à part directement à la terre s'ils ne sont pas déjà reliés au pôle négatif du boîtier de connection du PV.



Dans tous les cas, se référer à la notice du régulateur de charge qui indique souvent le meilleur branchement à la terre.

APPAREILS UTILISES EN 12V

Voici la liste du matériel que j'utilise et qui est en 12V d'origine, même s'il est vendu parfois avec un adaptateur 230V-12V :

Réfrigérateur 12V, ordinateur Netbook 10 " ASUS EEE-PC, modem-Routeur Wi-Fi-Ethernet (les Box internet sont souvent en 12V), boîtier support pour disque dur tout format, gros disque dur externe, scanner, auto-radio-CD-mp3-clé USB-carte SD avec télécommande (avec de bonnes enceintes), radio-CD-mp3-clé USB avec télécommande, circuits télécommandés pour lampes ou divers appareils, lampes à allumage automatique avec capteur infra-rouge, lampes à led rechargeables, système d'alarme, réseau de vidéo-surveillance, petits chargeurs pour téléphones mobiles ou appareils divers (batteries 1,5V), programmateur journalier ou hebdomadaire, ventilation du Puits Canadien avec ventilateur d'ordinateur et variateur de vitesse, pompe à eau automatique, ventilateur oscillant, petit chauffage céramique 300W, fer à repasser, sèche-cheveux, petite bouilloire électrique, cafetière électrique, aspirateur rechargeable et à fil, outillage sans fil RYOBI 18V avec chargeur 12V, outillage 12V "sans fil à fil " (la batterie de l'appareil est enlevée et un câble est branché ou soudé sur les contacts à la place de la batterie), fer à souder, voltmètre lumineux (très pratique pour voir en permanence le voltage des batteries), ...

Maintenant, voici ceux que j'utilise avec des petites alimentations 12V qui fournissent des tensions continues de 1,5V à 9V et de 12V à 24V en sortie, stabilisées ou non:

ordinateur portable (presque tous les modèles sont alimentés en 18V ou 20V), imprimante jet d'encre, télévision / écran à led 26 pouces (66 cm) avec télécommande , radio-réveil lumineux, radio-K7-CD avec télécommande, sonnette sans fil, téléphone sans fil, rasoir électrique, tondeuse à cheveux, ...

Cette liste pourra s'allonger au fur et à mesure de mes trouvailles car tous les appareils avec une petite alimentation externe 230V alternatif vers 1,5V à 24V continu en sortie peuvent être alimentés facilement à partir du 12V ainsi que les objets fonctionnant à piles (il suffit de compter le nombre de piles, 1 pile = 1,5V, 2 piles = 3V, 3 piles = 4,5V, etc, et s'il y a 8 piles = 12V) et il est très facile de brancher un câble sur les contacts plus et moins des piles quand il n'y a pas de prise d'alimentation externe.

APPAREILS 6V à 24V	CONSOMMATION
Ampoule led, Appareils en veille, Box internet / téléphone, ventilation,	Moins de 5Wh
Ampoule basse consommation, Auto-radio, Radio-CD, Néon 12V, Grosse ampoule led,	6 à 10Wh
Auto-radio-DVD, Netbook, Ordinateur portable, Ordinateur portable 15 à 17 pouces, TV à led, Grand écran à led,	11 à 20Wh 21 à 50Wh
Grande TV à led ou LCD, Pompe à eau, Réfrigérateur, Congélateur,	51 à 100Wh
Chauffage soufflant céramique, Petit sèche-cheveux.	101 à 300Wh

ATTENTION: Certains appareils sont sensibles aux parasites provenant d'autres matériels branchés sur le même circuit ou ne supportent pas des tensions qui peuvent aller jusqu'à 14,5V quand une batterie est en pleine charge avec les PV au soleil, ou encore à cause des boucles de masse possibles. Une petite alimentation stabilisée ou un petit onduleur suffit généralement à résoudre ce problème.



Petits adaptateurs : entrée 12V et sorties réglables de 1,5V à 9V et de 15V à 24V pour les ordinateurs portables.

Bien sûr, pour économiser mes batteries, j'utilise certains appareils seulement en journée quand les PV produisent du courant, par exemple mon téléphone mobile et autres gadgets peuvent être rechargés dans la journée ainsi que le matériel qui consomme un peu comme l'outillage ou l'informatique quand c'est possible. L'électricité passe ainsi directement des PV aux appareils sans passer par les batteries, ce qui diminue le nombre de cycles de charge/décharge et augmente leur durée de vie. Idem pour l'utilisation de l'onduleur avec tous les appareils 230V qui consomment un peu de courant, c'est mieux quand il y a du soleil car ça tire moins sur les batteries ! Par exemple, je choisis de faire fonctionner la machine à laver, la machine à pain ou le gros outillage de préférence les jours ensoleillés.

Réfrigérateurs et congélateurs.

Le cas de ces appareils est un peu particulier car ils sont très utiles et ... très gourmands en énergie. Ma préférence va vers les modèles équipés d'un compresseur, c'est à dire d'un moteur qui se met en route de temps en temps comme sur les modèles classiques en 230V.

On trouve beaucoup de modèles pour camping-car et bateaux de plaisance en 12V.

Il existe aussi des frigos et congélateurs solaires qui fonctionnent « au fil du soleil ».

L'avantage de ces appareils, outre leur qualité de fabrication et d'isolation thermique renforcée, est qu'il n'y a pas besoin de batterie. Il suffit de brancher directement 200 ou 300Wc de PV sur l'appareil pour qu'il fonctionne. Leur prix est un peu élevé (autour de 1000 Euros et plus en 2013) mais ils sont conçus pour durer très longtemps et on ne peut pas comparer avec les modèles 230V fabriqués en Chine dont l'obsolescence est programmée.



Réfrigérateur solaire direct
FREECOLD 85 Litres



Congélateur solaire direct
FREECOLD 210 Litres

SCOOTER ELECTRIQUE

J'ai fait l'acquisition d'un scooter électrique pour essayer d'être un peu plus autonome dans mes déplacements, et j'en suis très satisfait !

Il existe plein de modèles de scooter électrique de différentes puissances, autonomie, et équipés de batteries lithium-ion, lithium-polymère, lithium-fer et aussi au plomb.

Après avoir essayé plusieurs modèles très puissants (moteur de 4000W et 5000W) qui m'ont beaucoup impressionnés par leur nervosité et leur rapidité, je me suis finalement contenté d'un modèle 2000W qui roule à 50 Km/h maximum et qui a environ 50 Km d'autonomie, ce qui me suffit largement.

La grande raison de ce choix était la batterie AGM au plomb en 48V (en fait, 8 batteries 12V branchées en série/parallèle) pour pouvoir les recharger avec des panneaux photovoltaïques. (bien sûr, les scooters sont livrés avec un chargeur en 230V).

En effet, je n'ai pas encore trouvé de régulateur de charge solaire capable de recharger les batteries au lithium, et comme il est très difficile de connaître précisément le protocole de charge des batteries au lithium, je ne pouvais pas régler moi-même les régulateurs de charge pour les adapter à ces types de batterie.

La majorité des régulateurs de charge ont des programmes adaptés uniquement aux batteries au plomb à électrolyte liquide, AGM ou au Gel, et rien pour les autres types de batterie.

D'autre part, les gros modèles de scooters électriques avec batteries au lithium étaient en 60V ou 72V, et les régulateurs de charge adaptés à ces tensions de batterie ne sont pas nombreux.

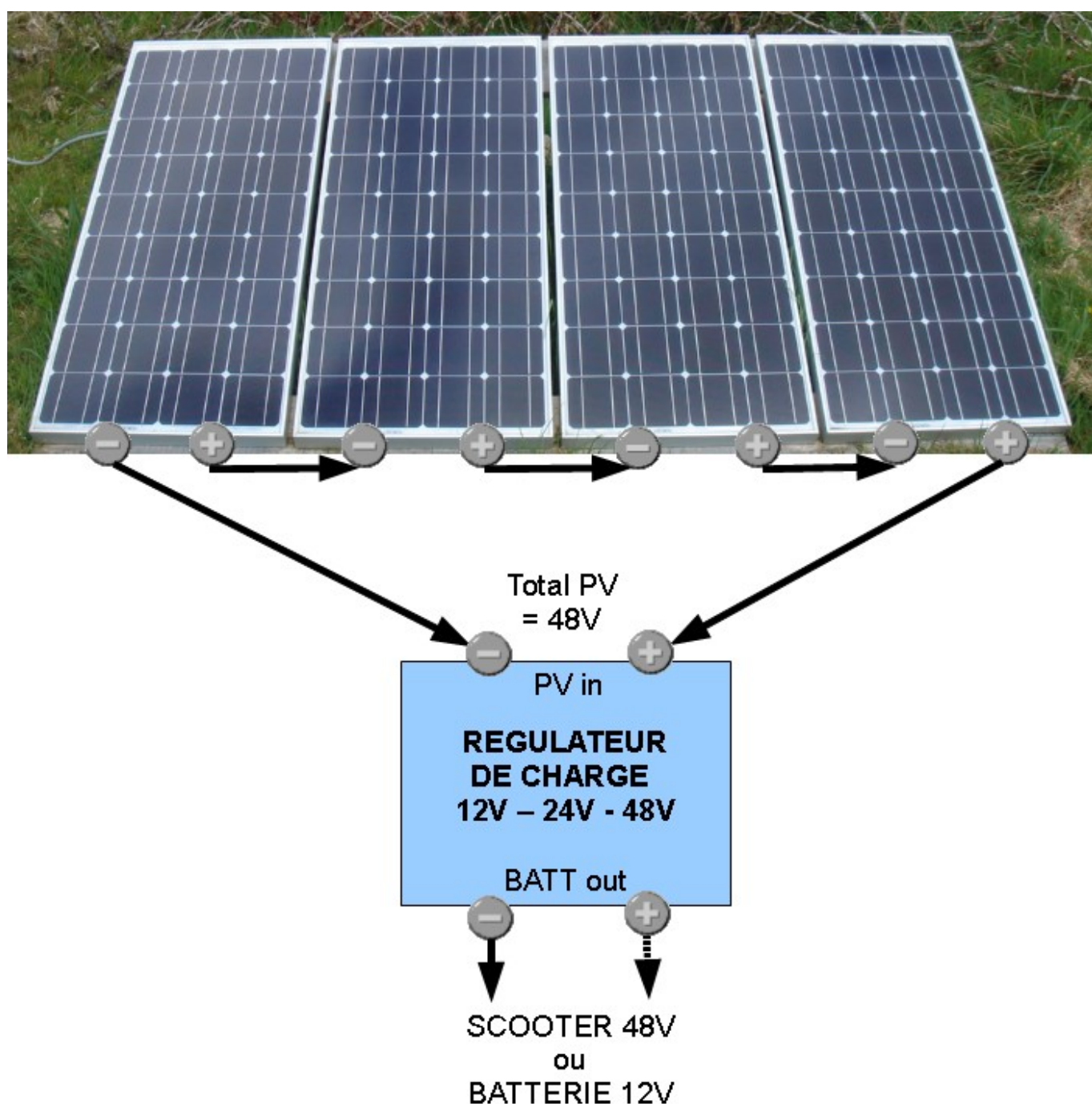


Pour recharger mon scooter, j'utilise un régulateur de charge TRISTAR acceptant 120V en entrée PV et qui détecte automatiquement la tension des batteries.

Il est couplé à 4 PV 12V - 100Wc branchés en série pour faire 48V – 400Wc. Ce qui me permet de recharger les batteries du scooter « au fil du soleil », c'est à dire en fonction de l'ensoleillement.

En été il est rechargé en 5 ou 6h de soleil, et en hiver il faut parfois plusieurs jours quand le temps est gris.

J'utilise aussi ce régulateur de charge TRISTAR pour d'autres batteries 12V qui me servent dans l'atelier, car comme il détecte automatiquement la tension des batteries, il suffit de débrancher le scooter et de connecter les batteries 12V à la place.



APPAREILS UTILISES PONCTUELLEMENT EN 230V

Un onduleur ou convertisseur est bien pratique dans une maison en 12V, surtout si on s'en sert seulement de temps en temps, ça permet de faire fonctionner tout un tas d'équipements en 230V qui coûtent moins cher que leur équivalent en 12V ou qu'on ne trouve pas en basse tension.

Deux sortes d'onduleurs existent sur le marché, les pseudo-sinus et les pur-sinus.

Les moins chers sont les pseudo-sinus qu'on trouve un peu partout, mais attention, tous les appareils 230V ne sont pas compatibles alors que les pur-sinus peuvent faire marcher n'importe quelle machine, à condition d'être assez puissant.

Le choix de la puissance maximum à fournir du courant (en Watts) est très important et il faut savoir que certains équipements nécessiteront une puissance multipliée par 4 ou 5 pour pouvoir démarrer. Par exemple une machine à moteur électrique de 500W peut consommer plus de 2000W au démarrage pendant un temps très court, ce qui ne sera pas forcément supporté par un onduleur de 1000W ou 1500W, ça dépendra beaucoup du modèle.

J'ai voulu essayer de faire fonctionner un petit réfrigérateur table-top qui consommait une centaine de watts avec un onduleur pseudo-sinus de 400W, et bien ça ne marchait pas, l'onduleur se mettait en protection dès que le moteur du frigo essayait de démarrer. De la même manière, j'ai voulu faire marcher ma machine à laver dont le moteur consomme 300W en continu (en débranchant la résistance électrique qui chauffe l'eau) avec un onduleur pseudo-sinus de 1000W et ça n'a pas duré longtemps, dès que la machine était remplie d'eau, le tambour n'arrivait plus à tourner.

Après ces essais, et bien d'autres, j'ai acheté un onduleur pur-sinus de 1500W à un prix raisonnable qui me permet d'utiliser tous mes appareils 230V:

- Machine à laver dont j'ai débranché la résistance électrique qui chauffe l'eau (je l'alimente avec de l'eau chaude solaire ou l'eau chauffée par mon petit chauffe-eau à gaz butane via un mitigeur de douche thermostatique réglé à 30° ou 40° pendant le remplissage de la machine, et sur eau froide ensuite pour les rinçages).
- Machine à pain qui ne consomme que 420W maxi en cuisson et moins en pétrissage.
- Moulin à céréales de 300W pour faire de la farine.
- Tout un tas de petit électroménager qui ne consomment que quelques centaines de watts et qui sont utilisés pendant un temps assez court.
- Aspirateur de 1500W, en essayant de faire vite, ou un aspirateur-vide-cendres de 600W.
- Fer à repasser de voyage de 600W.
- Imprimante laser, juste pour imprimer quelques pages de temps en temps.
- Tout mon outillage électrique portatif: perforateur, perceuse, ponceuse, scie sauteuse et circulaire, rabot électrique, meuleuse, etc...



Ci-dessus : Onduleurs de 2500 W et 1500 W pur-sinus et à droite un 150W pseudo-sinus.

Il est possible d'utiliser beaucoup d'équipement 230V à condition de surveiller la consommation totale qui dépend de la puissance et du temps d'utilisation.

Ainsi une grosse perceuse qui consomme 1000W utilisée pendant 1 minute, utilise environ 16Wh d'électricité, autant qu'une ampoule basse-consommation de 10W allumée pendant à peu près 1h30 et la même chose qu'une ampoule led de 2W qui fonctionne pendant 8h.

APPAREILS 230V	CONSOMMATION
Ampoule led, Appareils en veille, Chargeur de téléphone mobile,	Moins de 5Wh
Ampoule basse consommation, Néon, Grosse ampoule led, Radio-CD-K7,	6 à 10Wh
Lecteur DVD, Netbook, petit ordinateur portable, Chargeur divers, Ampoule basse consommation,	11 à 20Wh
Ordinateur portable 15 à 17 pouces, TV à led, Grand écran à led, Chaîne Hi-Fi,	21 à 50Wh
Grande TV à led ou LCD.	51 à 100Wh
Petit électro-ménager, Moteur de machine à laver (sans la résistance chauffante), Moulin à céréales, Petit outillage, Ordinateur de bureau, Télévision, Réfrigérateur / Congélateur,	101 à 300Wh
Petite machine à pain, Petit aspirateur, Outillage, Fer à repasser de voyage, Grille-pain, Cafetière électrique,	301 à 600Wh
Outillage, Aspirateur, Fer à repasser et centrale vapeur, Chauffage électrique, Cuisinière électrique, Plaque vitro-céramique, Lave-vaisselle, Sèche-linge, Machine à laver, TV plasma, Machine à pain,	PLUS DE 600Wh

En hiver, quand les batteries ne sont pas bien chargées, je préfère mettre en route mon groupe électrogène pendant 1 heure ou 2 pour utiliser de l'outillage ou faire une lessive, par exemple, et charger en même temps mes batteries (beaucoup de groupes électrogènes possèdent une sortie 12V – 8A pour recharger une batterie 12V en plus de la sortie 230V).

J'utilise aussi plusieurs petits onduleurs pseudo-sinus de 75W à 400W qui suffisent pour charger des appareils divers comme un téléphone mobile, un appareil photo numérique, un caméscope, une tondeuse pour les cheveux, un téléphone sans fil, etc...



2 petits onduleurs pseudo-sinus 75 W et 200 W

APPAREILS 230V A EXCLURE

Voilà le moment qui fait grincer des dents, j'ai l'habitude de voir les gens qui viennent visiter ma maison, surtout les femmes qui font la grimace quand je fais la liste des équipements à proscrire:

- Lave-vaisselle
- Sèche-linge
- Sèche-cheveux
- Gros réfrigérateur
- Four électrique ou à micro-ondes
- Cuisinière électrique (une gazinière fonctionne très bien)
- Plaques à induction ou vitro-céramiques
- Fer à repasser ou centrale vapeur
- Grille-pain (sauf si il consomme moins de 500W)
- Cafetière électrique (on en trouve en 12V mais il ne faut pas être pressé)
- Bouilloire électrique (on en trouve en 12V mais il ne faut pas être pressé)
- Grande télévision LCD ou plasma
- Ordinateur de bureau
- Chauffage électrique (j'ai un petit soufflant 300W - 12V, mais boff...)
- Ballon d'eau chaude électrique

Bref, tout les appareils qui consomment un peu trop et qui sont utilisés pendant un temps assez long. Bien sûr, si vous utilisez votre ordinateur de bureau qui consomme entre 150W et 300W seulement 1 heure par jour et si vous avez 1500Wc de PV qui chargent 1000Ah de batteries, ça ne devrait pas poser trop de problème, sauf en hiver après 15 jours de grisaille.

Pour le lave-vaisselle, tout n'est pas perdu, et j'envisage de faire des essais avec un petit lave-vaisselle de 6 couverts qui ne consomme que 150 à 200 W quand on débranche la résistance qui chauffe l'eau, je ferai comme pour la machine à laver, je l'alimenterai avec de l'eau chaude solaire.

Celui qui à les moyens pourra toujours installer un gros système du genre: 3000Wc de PV, ou plus, avec 2000Ah ou 3000Ah de batteries et un gros onduleur de 5000W allumé en permanence, donc, consommant quelques dizaines de watts en continu, même si rien n'est branché, mais là, ça commence à faire beaucoup...

PRODUCTIONS COMPLEMENTAIRES

Bien sûr, l'hiver, surtout en Bretagne en ce qui me concerne, il est parfois nécessaire (mais pas forcément indispensable, car on peut faire attention à sa consommation) de faire appel à d'autres sources d'énergie pour fournir de l'électricité et/ou recharger les batteries.

C'est l'éolienne qui vient à l'esprit immédiatement quand on recherche l'autonomie.

Malheureusement pour les petits consommateurs d'électricité comme moi, il n'y a pas grand chose d'intéressant. J'ai installé une petite éolienne de 400W-12V à côté de la maison, mais l'endroit ne s'y prête pas vraiment à cause des nombreux arbres qui entourent mon terrain et comme mon mât ne fait que 6m50 de hauteur, elle ne produit pas grand chose. C'est le problème des éoliennes à axe horizontal qui ont besoin d'un vent régulier sans tourbillons, donc sans obstacles, ce qui n'est pas le cas chez moi. De plus, il faut pas mal de vent pour qu'elle commence à produire un petit peu de courant. Dans le meilleur des cas, elle peut durer 15 ans, et ensuite ... ? Est-ce que je trouverai encore des pièces de rechange ???

Et je ne parle pas du boulot que ça a été de fixer le mât et les hautbants en acier, ni du coût total de l'installation...

Je continue à chercher une petite éolienne à axe vertical, du genre rotor SAVONIUS ou DARIEUX à un prix raisonnable, qui pourrait fonctionner avec des vents faibles et tourbillonnants, mais pour l'instant, pas grand chose ou alors beaucoup trop cher...

Dès qu'une éolienne atteint quelques milliers d'euros, il est beaucoup plus intéressant de mettre cet argent dans des PV qui dureront 30 ou 40 ans quasiment sans entretien.

(je rappelle qu'au tarif 2014, on arrive à trouver des PV à un prix entre un euro et deux euros le Wc, donc pour mille euros vous pouvez avoir entre 500 et 1000 Wc de PV).

La deuxième idée qui vient, c'est évidemment le groupe électrogène de 1000W à 5000W, essence ou diesel, avec démarreur électrique ou manuel, et c'est vrai que c'est bien pratique pour faire fonctionner le gros outillage sur un chantier, si c'est un essence il est possible de le bricoler pour le faire marcher au gaz butane ou avec du bio-gaz que vous pouvez produire vous-même, si c'est un diesel, une petite adaptation permet de le faire fonctionner à l'huile végétale pure. En poussant un peu le raisonnement, la co-génération permet aussi de récupérer de la chaleur en même temps que l'électricité sur le moteur ou le pot d'échappement.

Et il y a aussi le moteur pantone !

A vous de faire des recherches sur internet ...

Pas si facile quand même de produire son bio-gaz et/ou son huile de Colza ou de Tournesol pour être totalement autonome.

Il y a aussi l'hydro-électricité pour ceux qui ont la chance d'avoir un ruisseau dans leur jardin qui coule toute l'année, mais c'est comme pour l'éolienne, dès qu'il y a de la mécanique en mouvement, il y a de l'usure et donc, de l'entretien.

J'ai entendu parler de quelques systèmes un peu farfelus que j'essaierai sans doute un jour, comme le vélo d'appartement modifié pour faire tourner une dynamo ou un alternateur, le fait d'accrocher des longues cordes aux grands arbres qui se balancent dans le vent et de récupérer cette énergie avec un système de poulies et de roue à inertie.

Beaucoup de choses sont possibles, mais après mûre réflexion, je pense qu'il est plus simple d'augmenter ma puissance de PV, car, qui peut le plus, peut le moins et vu le tarif des PV, je préfère produire suffisamment l'hiver et ne pas utiliser plus de 75% de ma production l'été, sauf si ...

STOCKAGES POSSIBLES DE L'ENERGIE

Sauf si ... il y avait des possibilités de stockage autres que les batteries.

Je m'intéresse depuis pas mal de temps au stockage d'énergie sous forme d'air comprimé. Le matériel de base est disponible dans tous les magasins de bricolage, tuyaux, raccords, manomètres, outillage à air comprimé, etc...

J'ai trouvé des petits compresseurs 12V pour les pneus de camions mais j'essaierai aussi avec un compresseur de chantier dont je changerai le moteur pour un 12V. J'espère ainsi pouvoir utiliser mon surplus de production électrique l'été (jusqu'à 75% et plus).

Pour le stockage de l'air, j'utiliserai des anciennes bouteilles de gaz, petites ou grandes.

J'ai vu sur internet qu'il existait des moteurs à air comprimé et il serait donc possible de produire de l'électricité à la demande avec de l'air comprimé (peut-être même en bricolant un petit groupe électrogène dont le moteur est hors service).

Tout ça en attendant la voiture à air comprimé MDI, qui finira bien par être disponible en France un de ces jours. (voir : www.mdi.lu)

Une autre piste pour ceux qui habitent un endroit avec du dénivelé est de pomper de l'eau grâce au surplus électrique et de la remonter à une certaine hauteur dans un grand bassin. Ensuite, il suffit d'alimenter une turbine génératrice d'électricité avec cette eau qui descend sous pression.

Ces deux techniques sont déjà utilisées à grande échelle sur certains sites de production éoliens ou solaires, ainsi que des centrales à gaz.

DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION

Voici quelques exemples de tableaux pour définir ses besoins (ou ses désirs).

Il faut décider des appareils qu'on va utiliser, connaître leur consommation et faire une estimation de leur durée d'utilisation journalière.

Évidemment, il est possible de temporiser en tenant compte du moment où on utilise ces appareils, le jour ou la nuit, ce qui peut changer beaucoup de choses en fonction de la puissance des PV.

Exemple : si on utilise la radio, l'ordinateur et la box ADSL uniquement en journée, donc quand il y a potentiellement du soleil, ou en tout cas une production d'électricité par les PV (même par temps gris) et si la puissance des PV est suffisante, on ne consommera pas l'électricité de la batterie. Par contre, les ampoules et la télévision sont plutôt utilisées le soir ou la nuit quand il n'y a plus de soleil et qu'elles utiliseront essentiellement la batterie.

CALCUL DES BESOINS EN ELECTRICITE					
Appareil à alimenter	Quantité	Conso – Wh	Heures / jour	Total /jour	Observation
Ampoules LED	4	3	3	36	
Radio – CD	1	5	5	25	
Ordinateur portable	1	12	2	24	
Box ADSL	1	3	2	6	
Télévision 12V	1	20	2	40	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
TOTAL				131	Wh par jour

Cette installation peut être alimentée par un des petits systèmes A ou B, avec PV de 100Wc à 240Wc. En Décembre et Janvier un 100Wc produira environ 50Wh par jour en moyenne alors que l'été il pourra fournir jusqu'à 350Wh par jour. (en Centre-Bretagne).

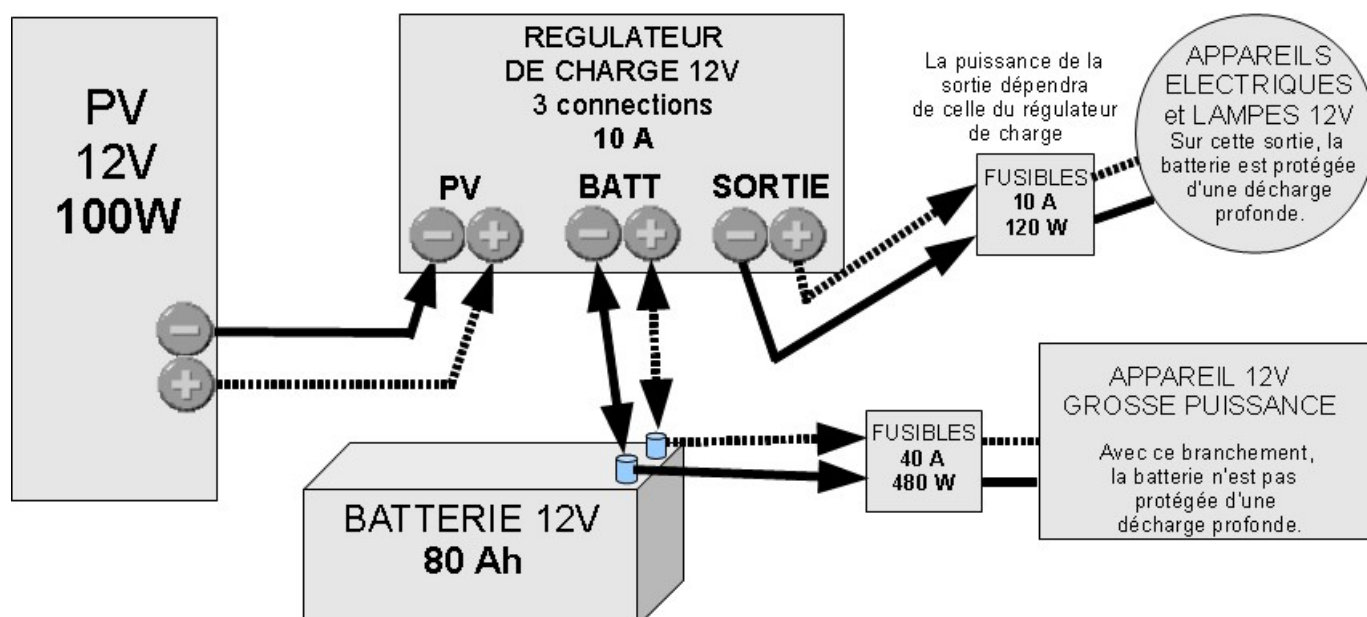
CALCUL DES BESOINS EN ELECTRICITE					
Appareil à alimenter	Quantité	Conso – Wh	Heures / jour	Total /jour	Observation
Ampoules LED	6	3	3	54	
Radio – CD	1	5	5	25	
Ordinateur portable	1	12	5	60	
Box ADSL	1	3	5	15	
Télévision 12V	1	20	3	60	
Réfrigérateur 12V	1	60	6	360	consomme plus l'été
Pompe à eau	1	60	1	60	
				0	
				0	
				0	
				0	
				0	
TOTAL				634	Wh par jour

Cette consommation peut être fournie par un ensemble de PV de 600Wc ou mieux de 1000Wc. La capacité des batteries déterminera le nombre de jours d'autonomie sans soleil.

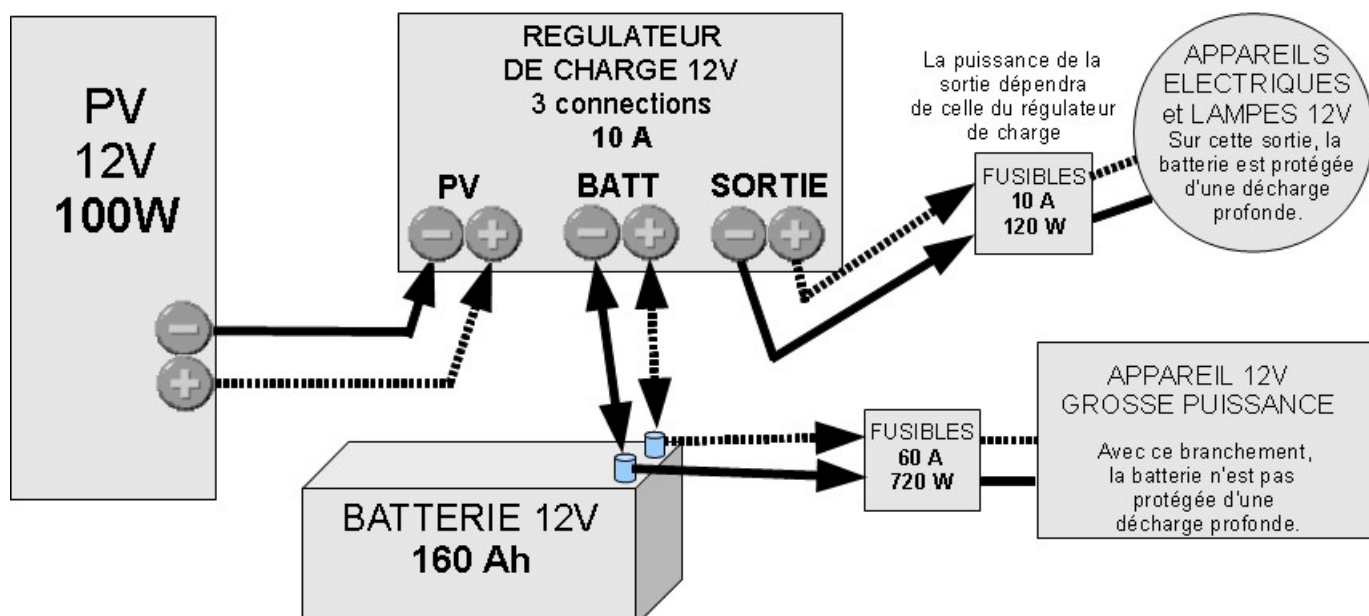
EXEMPLES D'INSTALLATIONS

	EXEMPLES D'INSTALLATIONS 12V					
	puissance PV	Régulateur	capacité batterie	Conso / jour en Ah	Conso / jour en Wh	autonomie sans soleil
Exemple A	100 Wc	10 A	80 Ah	10 Ah	120 Wh / j	6 jours
Exemple B	100 Wc	10 A	160 Ah	10 Ah	120 Wh / j	12 jours
Exemple C	240 Wc	20 A	160 Ah	20 Ah	240 Wh / j	6 jours
Exemple D	400 Wc	30 A	250 Ah	30 Ah	360 Wh / j	6 jours
Exemple E	400 Wc	30 A	500 Ah	30 Ah	360 Wh / j	12 jours
Exemple F	600 Wc	45 A	500 Ah	50 Ah	600 Wh / j	8 jours
Exemple G	1000 Wc	80 A	1000 Ah	83 Ah	1000 Wh / j	10 jours

Ces chiffres sont donnés comme exemples, mais ils sont approximatifs, il est possible de moduler les valeurs un peu plus ou un peu moins sans grand risque en faisant quand même attention aux limites maximum du régulateur de charge.



Exemple A : un petit système avec un PV de 100Wc, régulateur de charge 10A à 3 connexions et batterie de 80Ah . L'appareil de grosse puissance de 480W maximum devra être utilisé rarement et pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.
Ce kit permettra d'avoir 6 jours d'autonomie sans soleil en consommant 120Wh par jour.



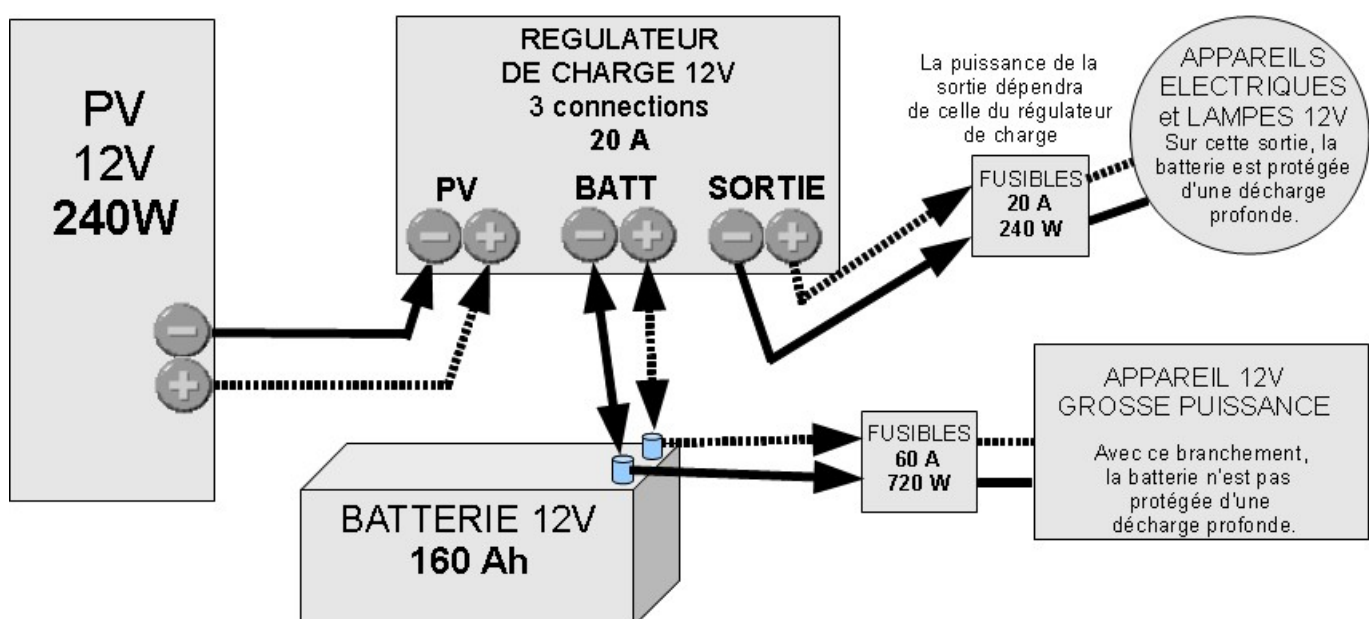
Exemple B : système avec un PV de 100Wc, régulateur de charge 10A à 3 connexions et batterie de 160Ah. L'appareil de grosse puissance de 720W maximum devra être utilisé rarement et pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.

Ce kit permettra d'avoir 12 jours d'autonomie sans soleil en consommant 120Wh par jour.

(à condition que le PV de 100W ait eu le temps de bien charger la batterie de 160A)

Un appareil de grosse puissance de 720W maximum devra être utilisé rarement et pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.

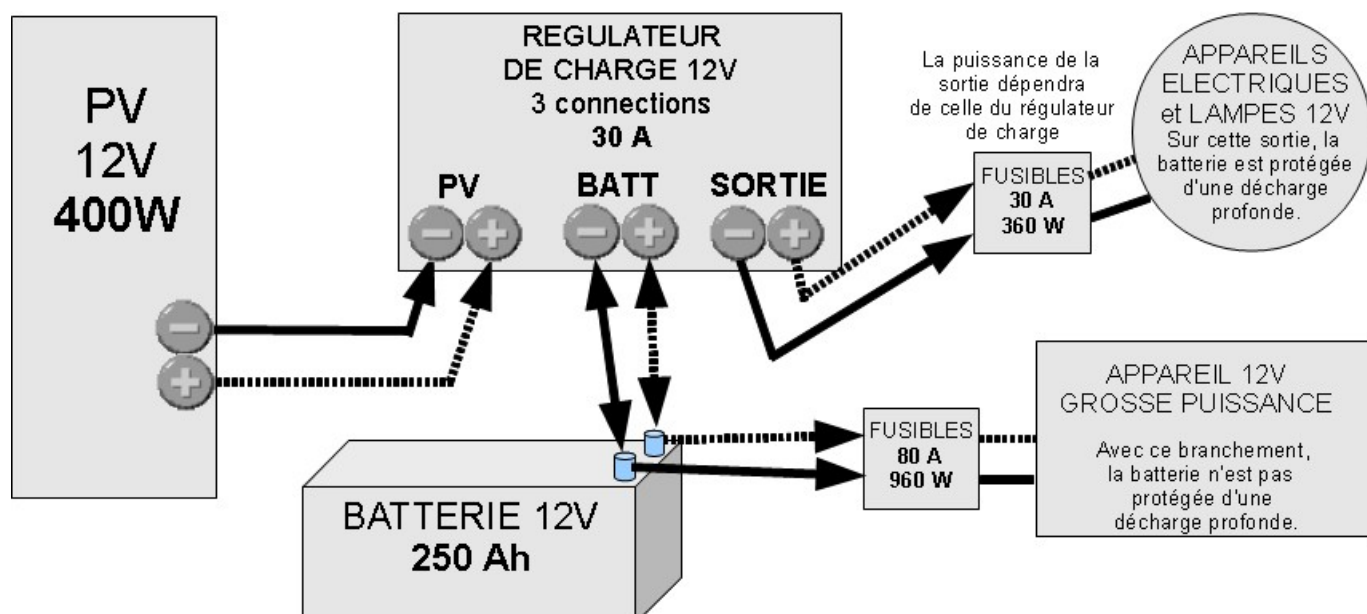
Cette configuration peut suffire pour un endroit où l'on est souvent absent, style petite maison de Week-end ou mobile-home.



Exemple C : système avec un PV de 240Wc, régulateur de charge 20A à 3 connexions et batterie de 160Ah. L'appareil de grosse puissance de 720W maximum devra être utilisé rarement et pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.

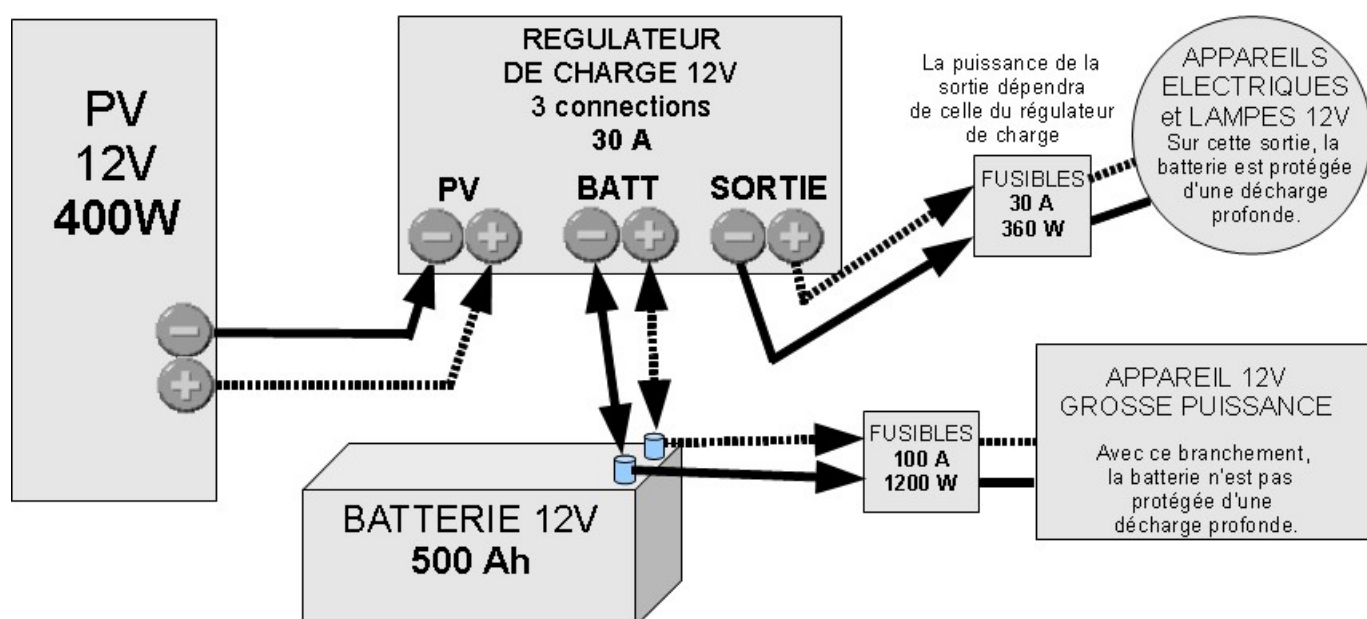
La puissance du PV est un peu forte pour la charge de la batterie mais il faut tenir compte du fait qu'on aura jamais 240Wc réel mais seulement 200Wc par grand soleil, guère plus.

Ce kit permettra d'avoir 6 jours d'autonomie sans soleil en consommant 240Wh par jour uniquement sur la batterie. Cette configuration moyenne conviendra pour une personne très économe en électricité dans une petite maison ou un mobile-home. Bien sûr, par un beau soleil d'été il sera possible de consommer plus de 240Wh par jour si les appareils sont allumés pendant les heures d'ensoleillement, donc sans tirer sur la batterie.



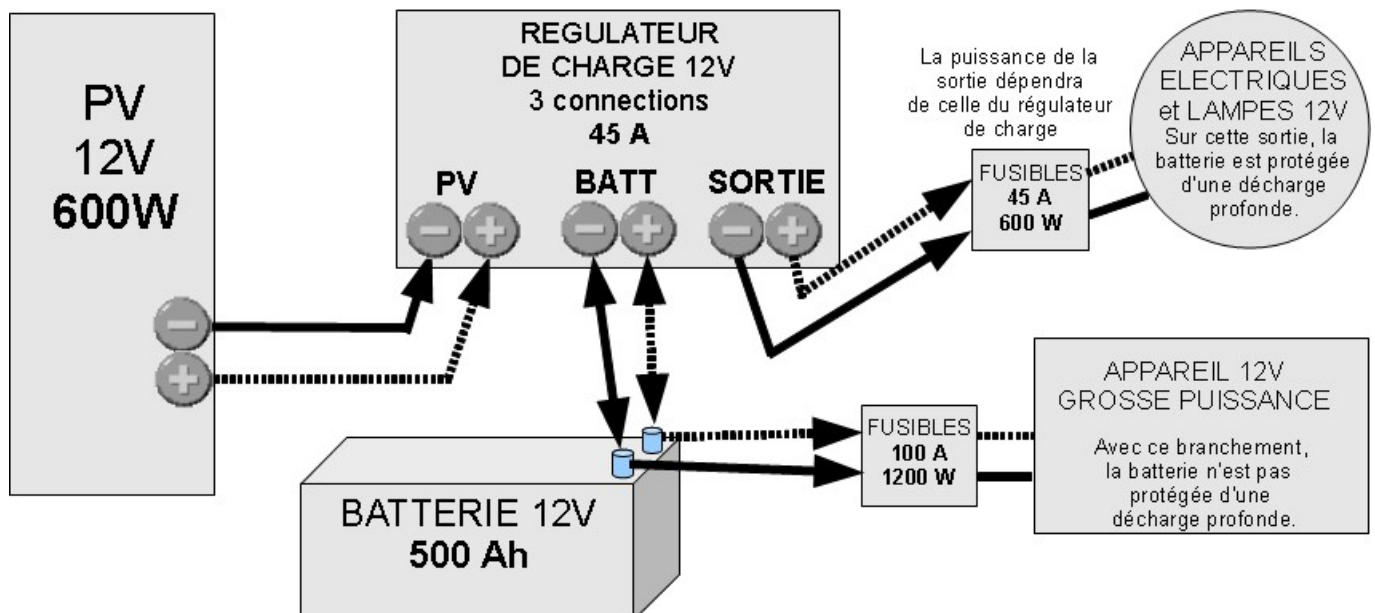
Exemple D : installation moyenne avec PV de 400Wc, régulateur de charge 30A à 3 connections et batterie de 250Ah. L'appareil de grosse puissance de 960W maximum devra être utilisé pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément. La puissance des PV est un peu forte pour la charge de la batterie mais il faut tenir compte du fait qu'on aura jamais 400Wc réel mais seulement 330Wc par grand soleil, pas beaucoup plus.

Ce montage permettra d'avoir 6 jours d'autonomie sans soleil en consommant 360Wh par jour uniquement sur la batterie. Cette configuration moyenne peut suffire pour une personne dans une maison ou un mobile-home. Bien sûr, par un beau soleil d'été il sera possible de consommer plus de 360Wh par jour si les appareils sont allumés pendant les heures d'ensoleillement, donc sans tirer sur la batterie. Les mois de Décembre et Janvier, la production moyenne en Bretagne sera sans doute aux environs de 200Wh par jour, guère plus. Mais de Février à Novembre, la production augmentera nettement et dépassera largement les 400Wh par jour du printemps à l'automne, ce qui pourrait permettre d'utiliser un petit réfrigérateur 12V qui pourrait consommer jusqu'à 400Wh par jour justement.



Exemple E : configuration moyenne presque identique à la précédente mais avec un groupe de batteries de 500Ah, et donc une autonomie de 12 jours sans soleil en consommant 360Wh par jour uniquement sur la batterie (si elle est bien chargée bien sûr)

Avec un ensemble de PV de 400Wc et régulateur de charge 30A à 3 connections. L'appareil de grosse puissance de 1200W maximum devra être utilisé pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.



Exemple F : système plus puissant avec PV de 600Wc, régulateur de charge 45A à 3 connections et batterie de 500Ah. L'appareil de grosse puissance de 1200W maximum devra être utilisé pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie prématurément.

Ce montage permettra d'avoir 8 jours d'autonomie sans soleil en consommant 600Wh par jour uniquement sur la batterie. Cette configuration moyenne peut suffire pour une maison ou un mobile-home. Bien sûr, par un beau soleil d'été il sera possible de consommer plus de 600Wh par jour si les appareils sont allumés pendant les heures d'ensoleillement, donc sans tirer sur la batterie. Pour cette puissance, les mois de Décembre et Janvier, la production moyenne en Bretagne sera sans doute aux environs de 300Wh par jour, pas beaucoup plus... Mais de Février à Novembre, la production augmentera nettement et dépassera largement les 600Wh par jour du printemps à l'automne, ce qui peut permettre d'utiliser un réfrigérateur 12V qui pourrait consommer jusqu'à 500Wh par jour.

Certains régulateurs de charge permettent aussi de limiter la puissance de charge du régulateur à 40A, 50A, 60A, 70A ou 80A, alors pas de problème pour utiliser une batterie moins puissante sans la surcharger. (10% de la capacité totale de la batterie)

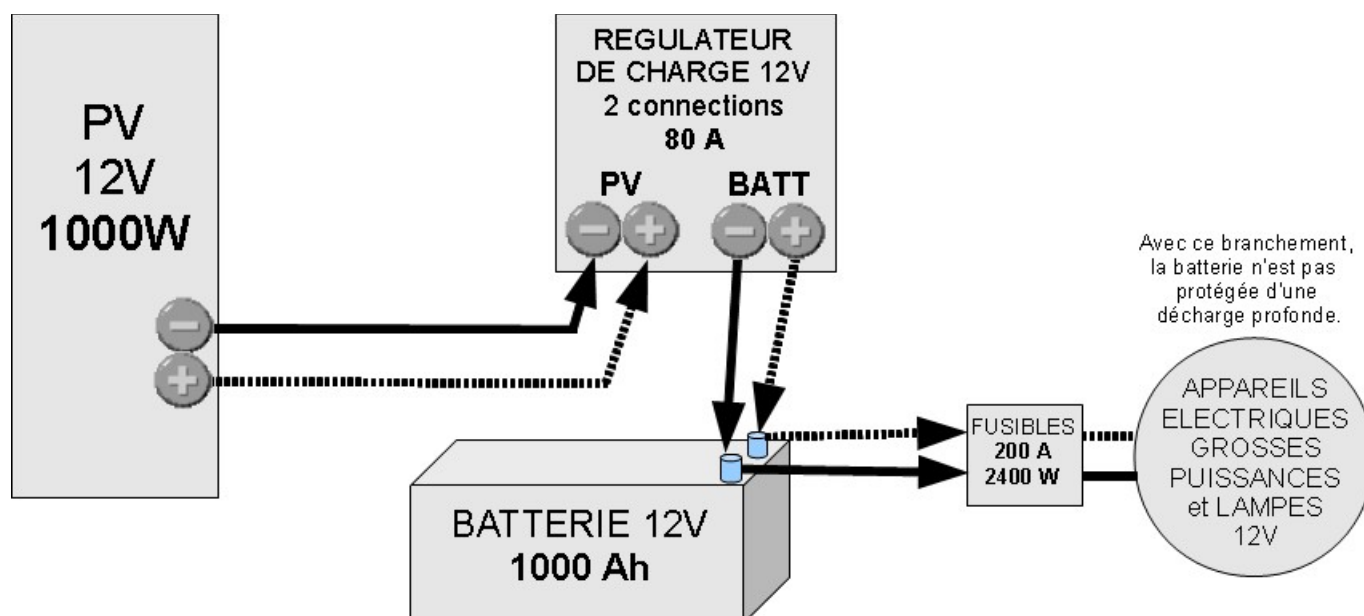
Puissance de charge de 40A pour une batterie de 400Ah

Puissance de charge de 50A pour une batterie de 500Ah

Puissance de charge de 60A pour une batterie de 600Ah

Puissance de charge de 70A pour une batterie de 700Ah

Puissance de charge de 80A pour une batterie de 800Ah ou plus ...



Exemple G : système important avec un total de PV de 1000Wc, régulateur de charge 80A mais à 2 connections et un total de batteries de 1000Ah. (je n'ai pas trouvé de régulateur de cette puissance à 3 connections). L'appareil de grosse puissance de 2400W maximum (onduleur) devra être utilisé pendant un temps assez court pour ne pas détériorer la batterie.

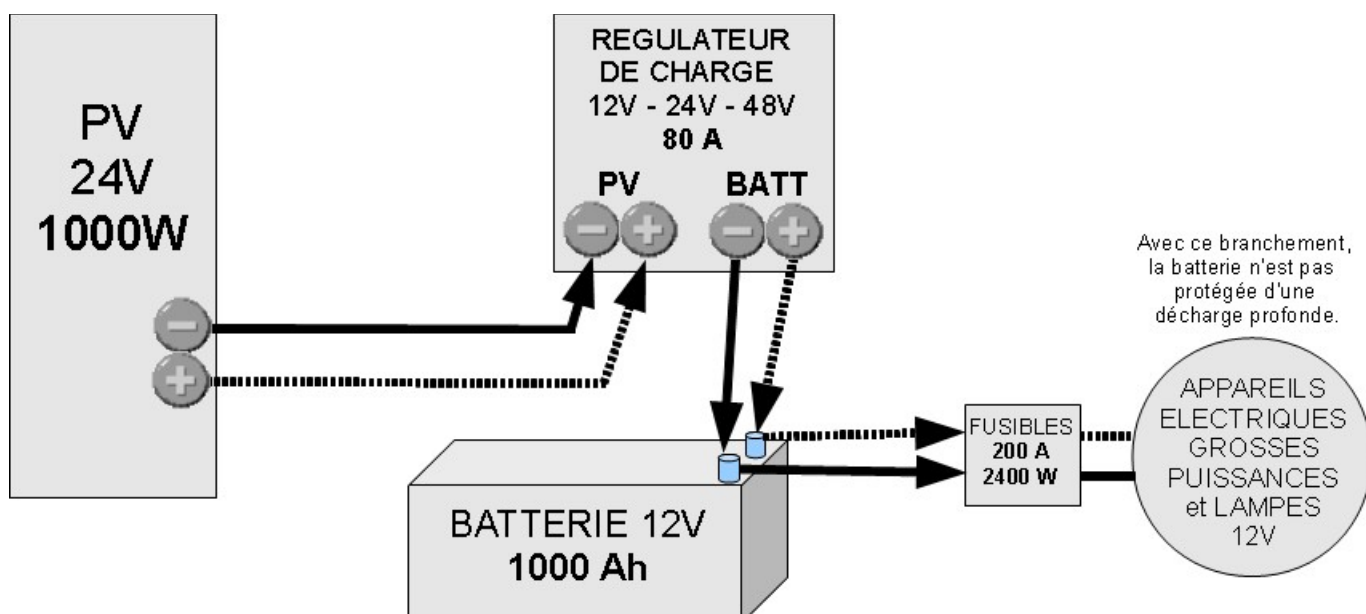
Ce montage permettra d'avoir 10 jours d'autonomie sans soleil en consommant 1000Wh par jour uniquement sur la batterie. Cette configuration suffit largement pour une maison ou un mobile-home. Bien sûr, par un beau soleil d'été il sera possible de consommer plus de 1000Wh par jour si les appareils sont allumés pendant les heures d'ensoleillement, donc sans tirer sur les batteries. Les mois de Décembre et Janvier, la production moyenne en Bretagne sera sans doute aux environs de 500Wh par jour, guère plus.

Mais de Février à Novembre, la production augmentera nettement et dépassera largement les 1000Wh par jour du printemps à l'automne, ce qui permettra largement d'utiliser un petit réfrigérateur 12V qui pourrait consommer jusqu'à 500Wh par jour.

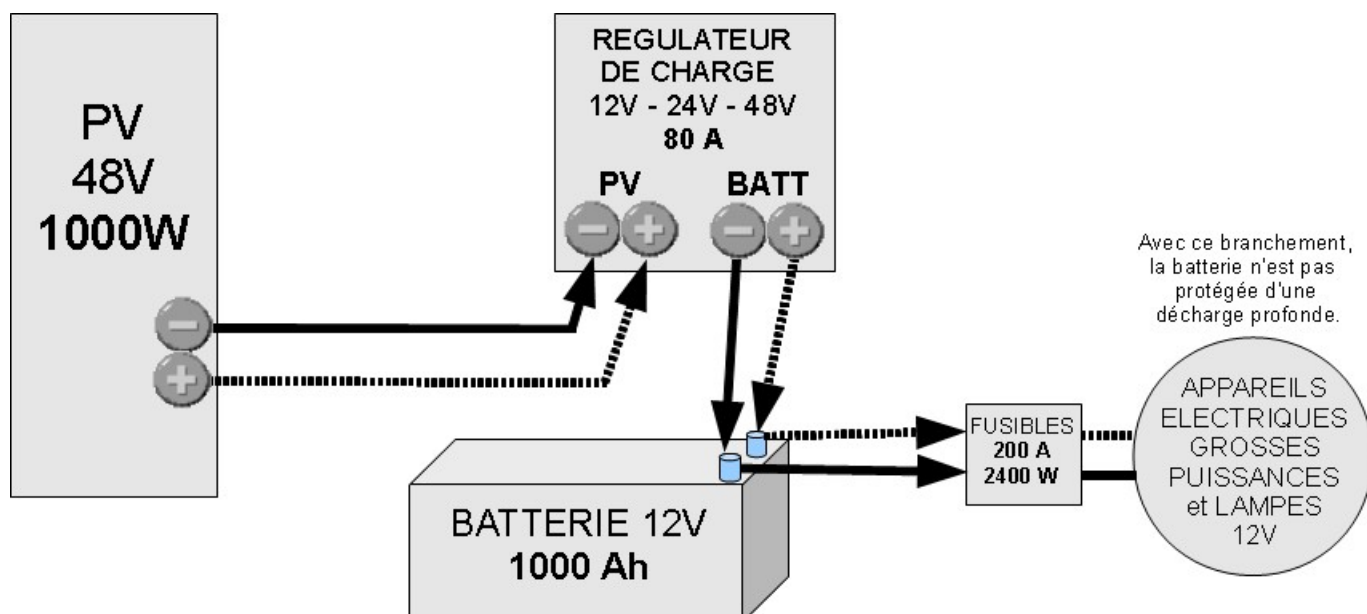
Cette configuration correspond à peu près à ce que j'ai installé chez moi en Bretagne depuis 2011 et il n'y a que l'hiver où je suis un peu juste avec ma production de 500Wh par jour en moyenne.

J'envisage d'augmenter ma puissance de PV pour arriver à 1500Wc et en changeant de voltage pour ne pas dépasser les 80A en entrée de régulateur qui correspond à 960Wc en 12V, 1920Wc en 24V ou 3840Wc en 48V.

Je vais donc modifier le branchement de mes PV en les connectant 2 par 2 en série pour avoir 24V, je pourrai ainsi atteindre 1920Wc en entrée du régulateur. 1000Ah de batterie 12V étant largement suffisant pour moi, et le régulateur de charge que j'utilise me permettant de régler la puissance de charge maximale à n'importe quelle valeur en dessous ou égal à 80A maximum pour des batteries de 12V, je ne risque donc pas de surcharger mes batteries ni la sortie de mon régulateur. Je pourrai aussi déconnecter quelques PV du printemps à l'automne et leur trouver une autre utilisation pendant cette période alors que l'hiver les 1500Wc seront entièrement utilisés et me permettront de produire aux environs de 700Wh par jour en moyenne pour les mois de Décembre et Janvier.



Voici, pour l'exemple, une variante possible avec PV en 24V pour charger une batterie 12V. C'est pour bien montrer que la tension PV peut être différente de la tension batterie. Tous les régulateurs n'acceptent pas une tension de PV différente de la tension batterie, mais en regardant bien les fiches techniques, vous en trouverez qui ont des réglages manuels ou automatiques des tensions d'entrée, et ils sont souvent capables de détecter automatiquement la tension de la batterie. Dans cet exemple, l'intérêt des PV 24V est de pouvoir utiliser des câbles moins gros et donc éventuellement plus longs sans avoir trop de perte dans les câbles.



Dernier exemple avec PV en 48V pour charger une batterie 12V, pour bien montrer que la tension PV peut être différente de la tension batterie. Tous les régulateurs n'acceptent pas une tension de PV différente de la tension batterie, mais en regardant bien les fiches techniques, vous en trouverez qui ont des réglages manuels ou automatiques des tensions d'entrée, et ils sont souvent capables de détecter automatiquement la tension de la batterie. Dans cet exemple, l'intérêt des PV 48V est de pouvoir utiliser des câbles encore moins gros et donc nettement plus longs sans avoir trop de perte dans les câbles.

(on aurait aussi pu utiliser des PV 36V à la place des 48V ou 24V ou encore augmenter la puissance des PV, surtout si le régulateur de charge permet de limiter le courant de charge de la batterie).

CONCLUSION

J'avoue humblement que je n'étais pas si fier que ça en 2009, quand je suis venu vivre définitivement dans ma maison « potentiellement » autonome en eau et en électricité.

Mais finalement, j'ai très vite compris que les choses étaient bien plus faciles que je ne me l'étais imaginé.

Ce que j'ai le plus de difficulté à transmettre est le niveau de sérénité que j'ai pu atteindre grâce à cette autonomie. Déjà, quand j'explique aux gens que je n'ai pas de facture d'eau ni d'électricité, et que je n'aurai bientôt plus de facture de chauffage (actuellement j'utilise seulement une demi-corde de bois par an et j'ai beaucoup de mal à descendre au dessous de 23° car la maison est très isolée), je sens que ça les fait réfléchir, mais, si le savoir peut se transmettre assez facilement, l'expérience ne se transmet pas...

Depuis 2009, il m'est arrivé de faire un peu attention à ma consommation d'électricité en Décembre et Janvier, mais rien de grave et c'était au début, depuis j'ai rajouté quelques PV.

Tout être humain raisonnable est capable de se limiter volontairement de temps en temps, surtout si en échange il ressent un bien être immense de se sentir autonome, donc libre !

Comme maintenant j'ai envie de transmettre, j'interviens pour des stages de formation et des conférences sur tout ce qui touche à l'autonomie. (n'hésitez pas à me contacter).

Ce petit manuel devrait évoluer au fur et à mesure de vos commentaires et suggestions et, bien sûr, de mes expériences et recherches futures ainsi que des échanges lors des stages et conférences.

On me demande souvent de donner le prix d'une installation, mais comme les tarifs changent très souvent et que chaque système est différent, je préfère m'abstenir...

N'hésitez pas à m'envoyer un mail à : manuelautonomie@gmail.com

Également pas mal d'infos et quelques vidéos sur mon Blog, ainsi que les prochaines corrections et ajouts à ce manuel qui seront disponibles gratuitement, en attendant d'être inclus dans une prochaine édition: <http://www.maisonautonome.com>
(vous pouvez laisser un commentaire sur le blog)

REMERCIEMENTS

D'abord merci aux personnes qui ont postés des commentaires d'encouragement sur mon blog, ainsi que celles qui m'ont envoyé un mail avec toujours les mêmes questions sur l'électricité en 12V, c'est grâce à elles, ou à cause d'elles, que je me suis décidé à écrire ce « petit manuel ».

Un très grand merci aussi à toutes celles et ceux qui m'ont aidé par leurs commentaires et leurs encouragements, ainsi que par la relecture du manuscrit.

LIENS et ADRESSES UTILES

Un blog qui recense plein de projets autonome.

<http://www.habitation-autonome.com>

L'association APPER SOLAIRE qui concerne plus le solaire thermique, mais qui organise parfois des groupements d'achat de PV à des prix imbattables.

<http://www.apper-solaire.org>

ELECTRICITE et ELECTRONIQUE :

Beaucoup de choix en solaire et ampoules Led, même si les leds 12V que j'ai achetées chez eux se mettent toutes à clignoter au bout de quelques mois, je leur ai téléphoné et on m'a répondu que ça n'était pas garanti...

<http://www.energiedouce.fr/>

Grand choix d'ampoules Led, celles là ne clignotent pas !

<http://www.ampoule-leds.com/>

Modules et composants électroniques (ventilateurs 12V, adaptateurs 12V-19V,etc...)

<http://www.gotronic.fr>

<http://www.conrad.fr>

<http://www.lextronic.fr>

<http://www.electronique-diffusion.fr>

SOLAIRE :

J'ai acheté mes batteries solaires de 230Ah à un prix intéressant chez:

ARMOR BATTERIE à RENNES Tél: 02 99 59 22 51 Mr LE PRADO

Également à côté de Lorient, des bonnes batteries et des onduleurs :

BATTERIES CONSEIL www.batteriesconseil.fr

Un créateur génial de véhicules à pédales et à assistance électrique (Quimperlé / Finistère)

<http://troisrouesetplus.com>

Le site des voitures à air comprimé qu'on attend depuis si longtemps ...

<http://www.mdi.lu>

Le Web évolue tellement vite, que vous pourrez trouver vous-même d'autres sites tous plus intéressants les uns que les autres...

PETIT MANUEL D'AUTONOMIE ELECTRIQUE
Panneaux photovoltaïques et batteries 12 volts
Pour les bricoleurs qui ne connaissent pas grand chose à l'électricité



Je m'appelle Marc GIRONCE et je suis originaire de Lanester en Bretagne. Depuis le temps que ça me trottait dans la tête, je me suis lancé en 2006 dans un projet de maison totalement autonome. J'ai fait pas mal de stages en tout genre ainsi que des chantiers participatif. Depuis 2012 j'ai commencé à intervenir comme formateur pour des stages d'installation photovoltaïque 12V autonome ainsi que des conférences sur ma maison écologique. Étant autonome en eau et en électricité depuis 2009 sans être raccordé au réseau, je m'investis beaucoup dans la recherche d'indépendance énergétique, alimentaire et ... intellectuelle ! J'ai réalisé une installation photovoltaïque cohérente en 12 volts sur batteries sans avoir besoin de faire trop de calculs savants, ce qui m'a permis de tester mes capacités d'autonomie électrique.

Pour être très clair, l'autonomie coûte assez cher et est difficilement amortissable au tarif actuel de l'électricité et du matériel nécessaire, ça n'est donc pas pour faire des économies ou pour réaliser un placement financier rentable que j'ai fait ce choix.

Le bonheur est-il rentable, la sérénité est-elle amortissable ?

Si, comme moi, vous avez envie d'aller dans cette voie, sachez que la liberté demande un petit effort, mais quelle sérénité au bout du compte...

Si les différents systèmes sont correctement dimensionnés, la nature nous offre généreusement tout ce dont nous avons besoin sans rien sacrifier au confort moderne. Ma maison est agréable, j'ai plusieurs ordinateurs portables et internet avec un grand écran pour regarder des vidéos, une chaîne hi-fi, un réfrigérateur, une machine à laver, une machine à faire du pain, et de la lumière partout avec des télécommandes et quelques automatismes.

Quel plaisir de ne plus avoir de facture d'électricité !

<http://www.maisonautonome.com>

Marc GIRONCE

manuelautonomie@gmail.com

1604-3.0