

Panneaux solaires

cette page ne traite pas la partie mécanique (portique , orientation , ...) mais uniquement la partie électrique



Les panneaux solaires n'ont pas de pièces mobiles, sont durables, et à bien des égards sont mieux adaptés à un mode de vie vagabond au soleil que les éoliennes.

Remarque : Les panneaux photovoltaïques ont une particularité : **leurs circuits peuvent être court-circuités ou restés ouverts sans dommage.** il est donc inutile de les couvrir lors de l'installation (et lorsqu'ils ne sont pas utilisés).

Vérification du bon fonctionnement:

Mesures de I_{sc} et V_{oc} :

L'intensité fournie par le panneau lorsque celui-ci est en court-circuit **I_{sc}** , en utilisant un ampèremètre ou une pince mesurant les courants continus, (la tension est alors nulle), permet de vérifier le bon fonctionnement du panneau

La tension mesurée, avec un voltmètre en le branchant sur les sorties, circuit ouvert, **V_{oc}** , permet de compléter la vérification du panneau.

La bonne mesure de la Puissance des panneaux solaires :

Puissance crête et puissance utile

La puissance est déterminée par le matériau qui constitue le panneau solaire et par sa surface

La puissance maximale fournie est exprimée en **Watt Crête (W_c)** et correspond à la production électrique sous un ensoleillement maximum ; Si l'ensoleillement est plus faible la puissance fournie par le panneau solaire sera réduite d'autant.

L'intensité maximum produite par le panneau est exprimée en **Ampères (A) : I_{mpp}**

La tension maximum du panneau est exprimée en **Volts (V) : V_{mpp}** .

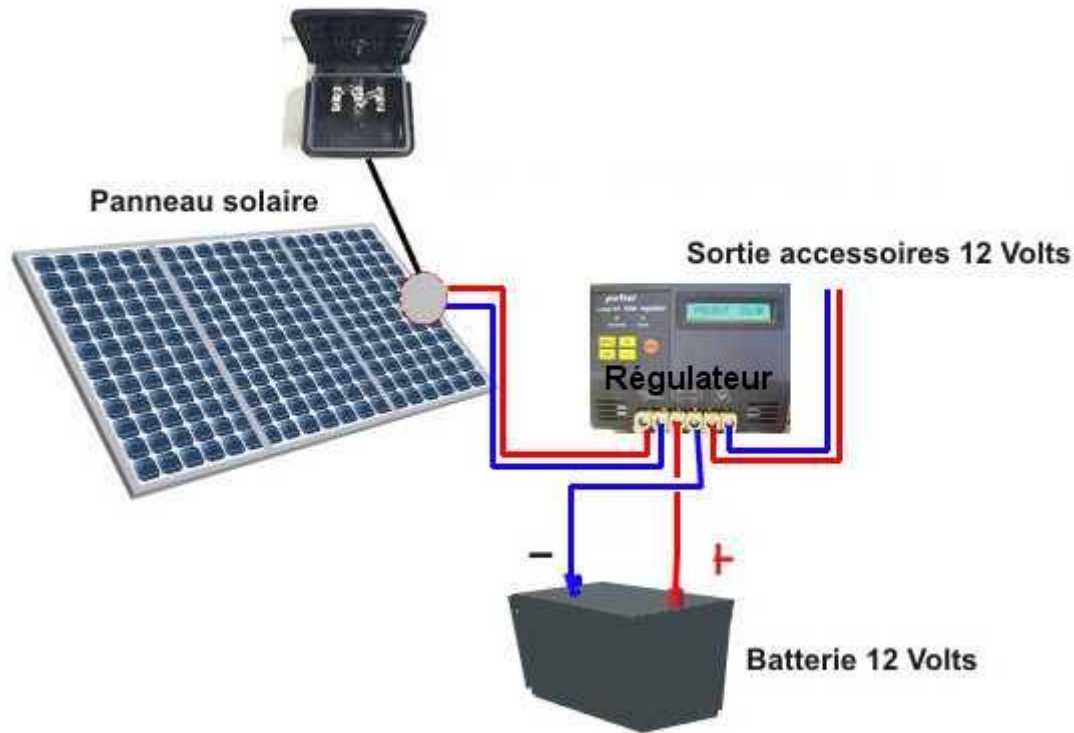
W_c (puissance crête) = $V_{mpp} \times I_{mpp}$ puissance crête **W_c**

Puissance utile:

Les panneaux sont disponibles en 18, 36 Volts, ..., les batteries sur nos bateaux sont en 12, 24 Volts.

La **résistance** interne de la (ou des) batterie(s) va rabaisser le voltage du panneau solaire aux environs de 12-13 Volts (ou 24-26 Volt)s, le voltage de la (ou des) batterie(s). En appliquant la loi d'ohm ($P = UI$), on constate que le panneau solaire de 90 watts (environ 5 Ampères, 18 Volts) ne délivre plus que 60 watts (12 Volts x 5 Ampères)

Schéma de principe



Un peu de technologie

Matériaux constituant les panneaux solaires.

Les matériaux semi-conducteurs ont la propriété de transformer la lumière en électricité. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque. Le silicium, élément très répandu, est le semi-conducteur utilisé dans la quasi-totalité des cellules produites jusqu'à maintenant. Sous trois formes : mono cristallin, polycristallin et amorphe.

Rendement

- **Les cellules au silicium monocristallin offrent le meilleur rendement** : 12 à 20%;
- celles au silicium polycristallin offrent un rendement de 11 à 15%alors que
- celles au silicium amorphe ont un rendement qui ne dépasse pas 5 à 9% et qui diminue sensiblement avec le temps.

L'ennemi du panneau photovoltaïque est la chaleur : certains pour améliorer le rendement de l'installation solaire brumisent de l'eau sur les panneaux , nous n'avons pas encore essayé .

monocristallin

La technologie monocristalline, plus chère, utilise des barres pures de silicium également employées dans la fabrication des puces électroniques. Le silicium monocristallin est une matière première d'une très grande pureté.

polycristallin

Le silicium polycristallin, quant à lui, est obtenu par refonte des chutes de silicium monocristallin ,il est beaucoup moins cher à l'achat.

Transformation de l'énergie solaire en énergie électrique

Une cellule photovoltaïque délivre une tension d'environ 0,5 Volts en transformant l'énergie solaire (les photons) en courant électrique (les électrons). La puissance issue du capteur est proportionnelle à l'intensité lumineuse. Les différentes cellules sont montées en série pour former des modules qui délivrent des tensions normalisées

Régulation

Différents types de régulation :

Le régulateur de charge est nécessaire pour éviter de surcharger les batteries et garantir ainsi leur durée de vie il existe 4 types de régulation :

- **Shunt** : en cas de surcharge ou de décharge trop importante, le régulateur court circuite le circuit; utilisé pour de petites puissances

- **Série** : en cas de surcharge ou de décharge trop importante, le régulateur ouvre le circuit.

- **PWM** : (Pulse width modulation) , on passe de 70 à 100% de charge de la batterie par rapport aux types série ou shunt

- **MPPT** : (Maximum Power Point Tracker) ce type de régulateur, permet en plus d'éviter les pertes de puissance liées au décalage qui peut se créer entre la tension des panneaux solaires et celle des batteries. Il permet d'augmenter la productivité de votre installation photovoltaïque de 20 à 40% par rapport à un régulateur classique. *cette technologie était d'un coût très élevé mais elle devient de plus en plus abordable , au-dessus de 100 Watts c'est une solution intéressante*; Il est possible de mettre en parallèle ces régulateurs ainsi l'ajout de panneaux supplémentaires ne nécessite pas le remplacement du régulateur.

Le régulateur :

C'est un composant électronique qui dans les versions les plus simples (série ou shunt) permet de régler et de maintenir une tension de sortie indépendante de la tension d'entrée , il peut être équipé d'une sonde de température et d'une protection contre les inversions de polarité

L'intensité du régulateur (A) doit être supérieure à l'intensité de court circuit des panneaux solaires

Les régulateurs de charge modernes , plus évolués , (comme les chargeurs de quai ...) , gèrent différents processus de recharge et de régénération périodiques des batteries; ils disposent tous de la technique de la modulation de largeur d'impulsion (**PWM**). Grâce à cette technologie , la fin de charge est optimisée et la dissipation thermique réduite.

Il est indispensable de paramétrer le régulateur en tenant compte des tensions de recharge et de floating. correspondantes au type des batteries utilisées.

Mise en parallèle des panneaux

Pour la mise en parallèle des panneaux, non équipés de diodes anti retour il est recommandé d'utiliser un boîtier de mise en parallèle. Ces boîtiers sont munis de diodes , qui permettent de les isoler en cas de dysfonctionnement.

L'installation sur notre voilier :

Les Panneaux :

En 2009 lors de la préparation du bateau pour la transat , nous avons installé 2 panneaux de 105 Watts sur le portique.

en 2011 nous avons posé 2 panneaux supplémentaires de 140 Watts.

Le régulateur :

En 2009 nous avons installé un régulateur **CMP24** (24 Ampères max) , documentation en français sur ce produit :



en 2011 nous avons ajouté des panneaux supplémentaires et en 2012 nous avons remplacé notre régulateur par un MPPT de 40A , SOLARMATE CHARGE CONTROLEUR



Ce modèle est équivalent au modèle vendu par Victron (photo ci-dessus) ,



dans notre cas le gain est certainement de 20 % , c' est énorme et nous conseillons vivement ce type de régulation.

Compte tenu du gain apporté par ce nouveau régulateur , nous avons dû remplacer la protection qui était jusque-là assurée par un fusible auto et son porte fusible associé (fusible de 30A mais le porte fusible a fondu !!) , par un porte fusible mieux adapté à une plus grande intensité et son fusible associé de 50 A.

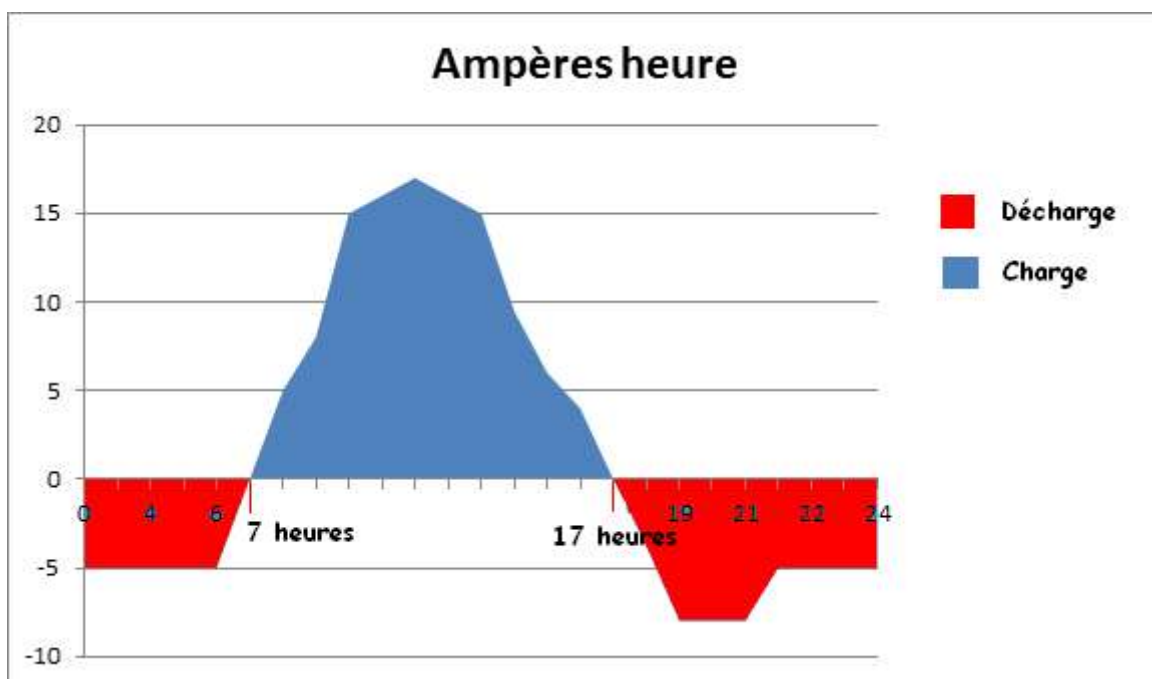
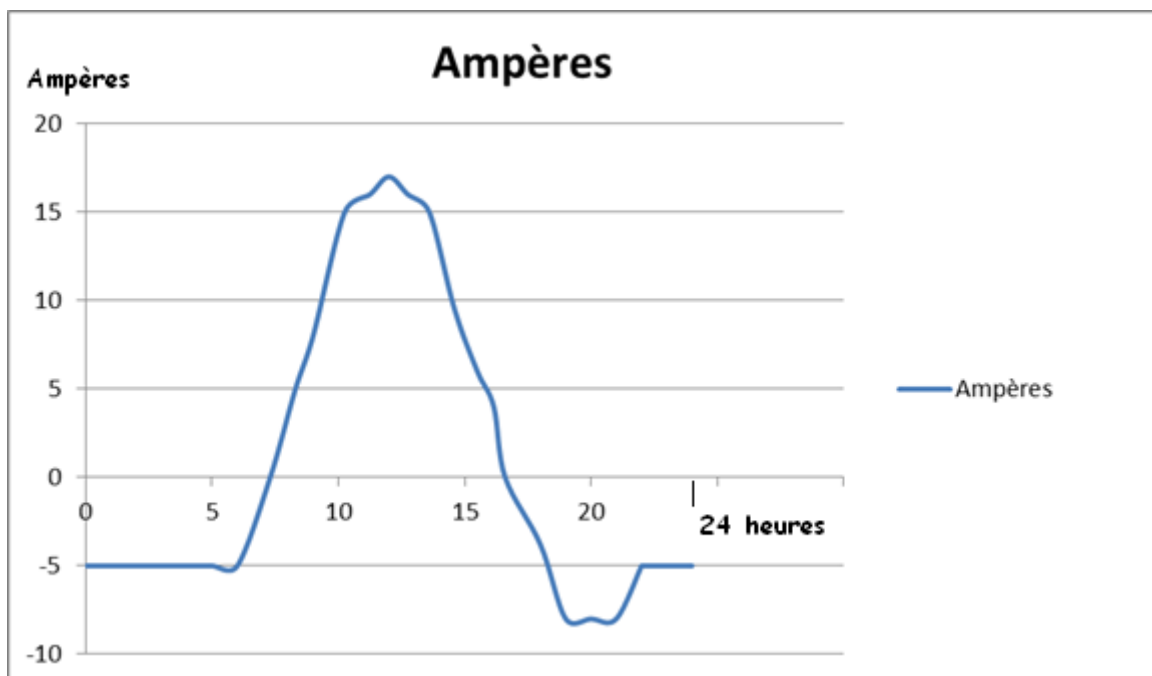


Le régulateur permet également de protéger les batteries contre la décharge profonde mais cette fonction est difficilement utilisable sur un voilier.

La bonne puissance à installer : pour être autonome au mouillage .

En navigation il faudra tenir compte de la consommation du pilote (non négligeable) ; dans notre cas , le bateau est équipé d'un frigo boat et l' alternateur moteur d' un [régulateur STERLING](#) , aussi lors d'une longue traversée , si il est nécessaire d' avoir un appoint d'énergie nous préférons utiliser le moteur une heure tous les 2 jours ou tous les jours si nécessaire plutôt que d' investir dans du matériel qui sera peu utilisé .(la solution Groupe électrogène-chargeur est beaucoup moins intéressante car elle demande de nombreuses heures pour un même résultat .)

Aux Antilles nous avons relevé la courbe de charge de notre consommation-production d'électricité pendant 24 heures ; la production est assurée uniquement par les panneaux solaires et varie suivant l'heure de la journée (le 18/11/2013 , une journée normale avec du soleil et des nuages) ;



Résultat :

On s'aperçoit vite que la charge n'est optimale que pendant 3 heures 30 minutes (de 10H15 à 13H45) ;

Les 2 panneaux de 105 Watts fournissent chacun 5,6 A max et les 2 panneaux de 140 Watts 7,6 A max (c'est l'intensité de crête dans des conditions idéales d'ensoleillement comme il est expliqué plus haut) soit 26,4 A max ; en instantanée nous obtenons souvent cette intensité entre 10H et 14 H (lorsque les compresseurs de nos 2 frigos sont à l'arrêt) , c' est grâce à notre régulateur MPPT).

Les panneaux ont fournis ce jour-là , entre 7H et 17H : 160 Ah. (95A de recharge batterie + 65 A de consommation soit un ratio Puissance /Consommation d' environ 3 (490 W/160Ah) ; ce ratio peut servir de base pour une installation après avoir évalué la consommation.

Notre consommation journalière : entre 130 et 140 Ampères Heures :

- 2 frigos
- auto radio
- pompes diverses
- électronique (alarme mouillage,AIS,ordinateur..)
- feu mouillage , éclairage, ventilateurs.
- cafetière électrique et grille-pain sur convertisseur 12/230 Volts.(un luxe que nous pouvons nous permettre grâce aux panneaux).

le pic de consommation le soir est du à l'écran lcd sur lequel nous regardons des films (3A en moyenne par heure)

Les jours d'ensoleillement nos batteries sont complètement rechargées vers midi-13 heures mais les jours nuageux , nous pouvons être /en déficit mais il sera résorbé les jours suivants.

Si le mauvais temps devait durer longtemps , nous utiliserions le groupe électrogène pour le café et le grille-pain du matin , pour regarder le film du soir (le chargeur rechargeant ainsi les batteries).

Important : pour un rechargement efficace , il faut utiliser le moteur ou le groupe électrogène la nuit (quand les panneaux solaires ne fournissent plus d' énergie) et quand les batteries sont bien déchargées ; l' idéal serait le matin avant le lever du soleil (pour les lève tôt ou l' homme de quart en longue navigation)

De nombreux bateaux utilisent des groupes électrogènes portables dans la journée ensoleillée : ils ne rechargent rien et font du bruit) (faites l' essai en regardant votre questionnaire d' énergie)

Conclusion :

Les courbes , indépendamment de la puissance installée seront très similaires à celles que nous avons relevées ;

pour évaluer la bonne puissance à installer :

- avec le questionnaire d' énergie ,au mouillage ou au port mais non raccordé au quai , mesurer la consommation (en Ah) entre 18H et 6H le lendemain sans vouloir économiser (au port rajouter la conso du feu de mouillage), la multiplier par 2 pour obtenir la consommation journalière .Si une éolienne est installée , choisir une nuit avec une petite brise pour tenir compte de cette énergie fournie.

- corriger cette valeur en ajoutant des besoins de jour supplémentaires (utilisation d' un micro-onde , cafetière électrique et grille pain du petit déjeuner par exemple , négliger les pompes et broyeurs,...utilisés très peu de temps leurs consommations ne seront pas plus importantes que celle du feu de mouillage.,)

- multiplier le résultat par 3 pour obtenir la puissance idéale à installer.

Câblage

Sur les panneaux solaires de 105 Watt le constructeur préconise un raccordement en 4 mm² ; cette section peut convenir si le régulateur est installé près de batteries. Si ce n'est pas le cas comme sur notre bateau , il est nécessaire de faire une liaison régulateur-batteries avec une section plus importante , au minimum en 16 mm² afin que la tension des batteries vue par le régulateur soit la plus proche possible de la réalité (pour calculer la chute de tension, se reporter au [programme de calcul des chutes de tension](#) inclus dans la page consacrée à l'installation électrique)).

Sur certains régulateurs , un fil pilote entre les batteries et le régulateur évite d' effectuer une liaison de forte section; le régulateur mesure ainsi en permanence la vraie tension des batteries.

Cohabitation avec une éolienne :

où installer l'éolienne ?

Nous ne parlerons peu de l' implantation de l'éolienne mais avec des panneaux solaires , il faut éviter de leur faire de l'ombre aussi aux caraïbes l' éolienne devra être installé sur un portiqueà **bâbord** (les bateaux au mouillage font face à l'est , le soleil est toujours sur tribord).

Pour ceux qui possèdent un mat d' artimon , c' est le meilleur endroit pour l' éolienne.

Régulation :

L' idéal c'est d' utiliser un seul régulateur MPTT pour les panneaux solaires et l' éolienne (Ce contrôleur hybride rend le générateur d'éolienne plus sûr et plus fiable car il freine l'éolienne en cas de surintensité et de survitesse; contrairement aux panneaux solaires qui peuvent être en circuit ouvert , une éolienne , comme l'alternateur du moteur ne doit pas avoir son circuit de charge ouvert.)



Si cette solution est difficile à mettre en œuvre, surtout pour une question de coût, et ***si la capacité du parc Batteries de servitude le permet, il vaut mieux déconnecter le régulateur de l'éolienne*** :

Les batteries au plomb acceptent sans dommage 2,5% de leur capacité ; par exemple, un parc complètement chargé de 500 Ah(assez courant sur les bateaux de voyage) accepte une charge permanente de 12,5 A en moyenne soit 300 Ah par jour !!!; dans la majorité des cas il est possible de supprimer le régulateur ou de forcer la régulation à son maximum (+ de 16 volts).

Sinon les régulateur MPPT peuvent être mis en parallèle il suffit donc d'installer un MPPT solaire + un MPPT éolien.

maj 11 oct 2011
 maj 31 /05/2012 modif mppt
 maj 19/11/2013 courbe de charge panneaux
 maj 07/02/2018 responsive mobile