



COMPARATIF

20 panneaux sous haute



Banc de test XXL
pour ce comparatif géant
sur le parking de la société
malouine Seatronic.

solaires tension

Rigides, semi-rigides ou souples, les panneaux solaires se retrouvent partout sur nos voiliers. Nous avons soumis 20 modèles à un banc de tests impitoyable pour des résultats probants.

Texte : Paul Gury. Photos : Pierrick Contin.

AUJOURD'HUI, la technologie est devenue accessible, que ce soit en termes de prix, de rentabilité énergétique ou d'installation. C'est pourquoi les panneaux solaires se sont largement démocratisés. Ils se retrouvent sur tout type de voiliers et non plus uniquement sur les grandes unités dédiées à la croisière hauturière. Cette source d'énergie silencieuse, propre (une notion à relativiser puisque les modèles sont majoritairement fabriqués en Chine avec du charbon...) et fiable tend à remplacer l'éolien autrefois très en vogue. Ces dernières années, de nombreuses innovations ont vu le jour en matière de capacité de charge (bien servis il est vrai par la généralisation des régulateurs MPPT, voir encadré), de résistance aux aléas de la navigation et au piétinement, à encore de flexibilité (positionnement possible sur le bateau). Les progrès réalisés engagent donc, à condition d'être raisonnable en matière de consommation électrique, à s'équiper en panneaux solaires sans pour autant perdre trop de cet espace si précieux à bord. Alors, si rentable que ça le solaire ? Et quels modèles choisir face à une offre toujours plus éclectique

et pointue ? Ce comparatif de plusieurs panneaux de technologies différentes, et selon plusieurs modalités de test (production instantanée, cumulée, avec ombre, orientée), est susceptible d'éclaircir le sujet.

LA FIN DU POLYCRISTALLIN

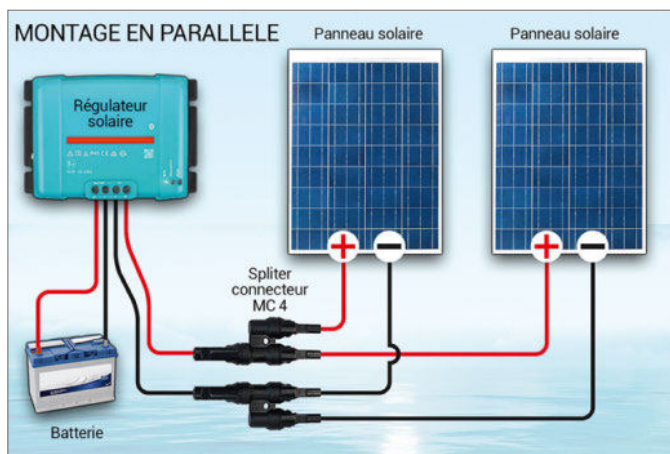
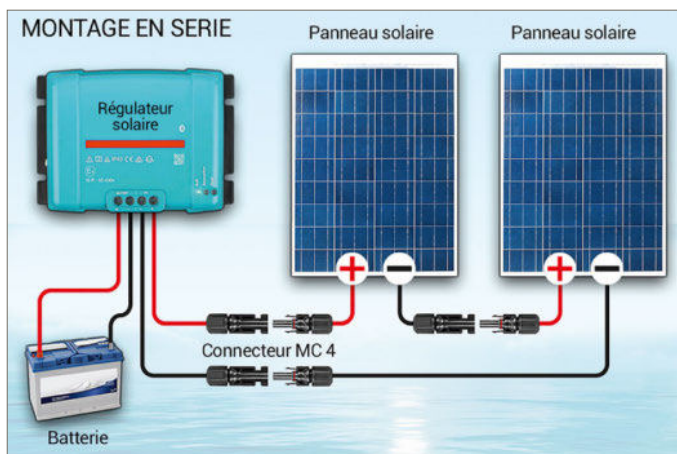
En se basant sur les quatre grandes familles existantes, à savoir les panneaux souples (à partir de 10 % de flexibilité), semi-rigides (de 3 à 10 % de flexibilité), rigides et pliables (nomades), et en se fournissant auprès des grands distributeurs du nautisme, nous avons pu rassembler un échantillonnage assez représentatif de la réalité du marché. Premier constat, les cellules polycristallines ont complètement disparu des catalogues pour des raisons de compétitivité. Elles sont devenues moins intéressantes que les cellules monocristallines dont le prix ne cesse de baisser – les Chinois inondent le marché européen – et qui offrent en plus un rendement supérieur. Les panneaux solaires (toutes familles confondues) « marinisés »

utilisent, eux aussi, des cellules monocristallines : des SunPower, TOPcon, PERC (cellule possédant une couche de passivation qui lui permet de capter un maximum de rayons du soleil) et autres cellules à haut rendement. Elles sont bien adaptées à cet usage car très résistantes et leur rentabilité énergétique est toujours comprise entre 20 et 25 %. Ce pourcentage représente la part du rayonnement solaire transformé en électricité, le reste étant dissipé sous forme de chaleur. Les PERC tournent autour de 20 % tandis que les TOPcon et SunPower, les meilleures du marché, atteignent dans le meilleur des cas 25 % de rentabilité... Ajoutons l'arrivée récente des cellules dites bifaciales commercialisées par la société Marlec. Leur principe est simple : chaque cellule offre un recto et un verso qui permet, par effet d'albédo, une augmentation du rendement (la réverbération du soleil sur la mer est renvoyée sous le panneau). Et cela s'est vérifié lors de nos tests puisque les modèles utilisant ces cellules bifaciales sortent en tête de notre comparatif... Précisons ensuite qu'il existe plusieurs technologies de montage des cellules qui

NOS 20 PANNEAUX SOLAIRES EN UN COUP D'ŒIL

Marque	Uniteck	Galix	Marlec	Marlec	Seatronic	Energie mobile	Energie mobile	Uniteck	Marlec	Uniteck
Modèle	Unisun 100.12 M	Monocellules PERC	Spectra PERC-SST	Spectra Bifacial	Access PERC	PERC 12-110	PERC-HD FLEX (HDFX) 105	Unisun 120.12 BC	Spectralite Foldable RS1	Unisun 100.12 MS
Catégorie	Rigide	Rigide	Rigide	Rigide	Rigide	Rigide	Souple	Rigide	Pliable	Semi-rigide
Flexion maxi	0°	0°	0°	0°	0°	0°	30°	0°	-	5°
Type/technologie de cellules	Monocristallin PERC	Monocristallin PERC	Monocristallin PERC	Monocristallin MBB TOPcon bifacial	Monocristallin PERC	Monocristallin PERC	Monocristallin ERC	Monocristallin SunPower	Monocristallin PERC	Monocristallin
Technologie de montage	Face avant	Face avant	Tuilage (Shingled)	Face avant	Face avant	Tuilage (Shingled)	Tuilage (Shingled)	Back Contact	Face avant	Face avant
Puissance affichée	100 W	100 W	110 W	100 W	125 W	105/110 W	105 W	120 W	100 W	100 W
Tension à puissance maxi	17,8 V	18,6 V	18,3 V	25,28 V	18 V	19,8 V	18,8 V	19,8 V	18 V	20 V
Intensité à puissance maxi	5,68 A	5,38 A	6,01 A	4,35 A	6,94 A	5,3 A	5,32 A	6,06 A	5,5 A	5,0 A
Protection des cellules	Verre trempé	Verre trempé	Verre trempé	Verre trempé	Verre trempé	Verre trempé	ETFE **	Verre trempé	ETFE	ETFE
Résistance au piétinement	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non
Dimensions (long. x largeur x épaisseur)	1050 x 550 x 35 mm	1195 x 541 x 35 mm	942 x 561 x 35 mm	942 x 561 x 35 mm	1060 x 670 x 35 mm	988 x 560 x 35 mm	1210 x 470 x 2 mm	1050 x 550 x 35 mm	597 x 537 x 28 / 1197 x 537 x 13 mm***	1110 x 670 x 20 mm
Poids mesuré	6,5 kg	7,1 kg	6,2 kg	5,7 kg	7,3 kg	6,4 kg	1,4 kg	6,8 kg	4,2 kg	5,2 kg
Pays du bureau d'études	France	France	Royaume-Uni	Royaume-Uni	France	France	France	France	Royaume-Uni	France
Pays de fabrication	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine
Distributeur(s)*	Accastillage Diffusion, Uship	Bigship	Bigship, SEIMI, Uship	Bigship, SEIMI, Uship	Réseau Seatronic	Marine Mobile Diffusion	Marine Mobile Diffusion	Accastillage Diffusion, Uship	Bigship, SEIMI, Uship	Accastillage Diffusion, Uship
Garantie	5 ans	2 ans	15 ans	15 ans	10 ans	10 ans	5 ans	5 ans	3 ans	1 an
Prix TTC	129 €	145 €	196 €	206 €	216 €	239 €	275 €	295 €	329 €	345 €
Rapport qualité/prix	★★★★	★★★	★★★★★	★★★★★	★★★	★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★

* Non exhaustif. ** Ethylène tétrafluoroéthylène. *** Plié/déplié



▲ Pour un montage en série comme en parallèle, il faut commencer par raccorder la batterie au régulateur MPPT avant de brancher le panneau solaire ou gare au risque de surtension. L'avantage du montage en parallèle, c'est de pouvoir continuer à produire même si l'un des deux panneaux est à l'ombre...

peuvent, elles aussi, influencer sur la production du panneau. Celles montées en Back Contact constituent ainsi une bonne partie des ventes du moment. En effet, leur rendement a été augmenté de 20 % (par rapport à un montage classique en face avant) par une disposition astucieuse de la connectique sur l'arrière du panneau qui permet d'optimiser la surface de silicium exposée et de réduire ainsi la taille

du panneau à puissance égale (le fameux ratio surface exposée-puissance produite). On trouve également la disposition des cellules en tuilage (Shingled). C'est-à-dire qu'elles sont coupées au laser puis collées les unes aux autres avec un adhésif conducteur. Cette technologie autorise une meilleure conductivité électrique tout en limitant la température de fonctionnement qui est l'ennemi de la

production solaire. Elle permet aussi de restreindre la taille du panneau en augmentant le nombre de cellules pour une puissance équivalente. Elle est, en revanche, un peu plus chère à fabriquer... Nos tests ont tendance à démontrer les éléments suivants : à plat, les panneaux rigides (les trois premiers de notre classement dépassent les 50 Ah au m² en production cumulée sur six heures) produisent

NOS 20 PANNEAUX SOLAIRES EN UN COUP D'ŒIL

Marlec	Energie mobile	Seatronic	Seatronic	Seatronic	Marlec	Energie mobile	Energie mobile	Seatronic	Seatronic
Spectralite SemiFlex Bifacial	HP 12-142	Panneau de pont PERC	Premium SunPower Maxeon	Premium SunPower Maxeon	Spectralite SemiFlex Pro	HPP 142	MFX-142	Nomade	Flush deck
Souple	Rigide	Semi-rigide	Rigide	Souple	Souple	Pliable	Souple	Pliable	Semi-rigide
30°	0°	10°	0°	30°	30°	-	30°	-	10°
Monocristallin PERC bifacial	Monocristallin SunPower	Monocristallin PERC	Monocristallin SunPower Maxeon 3	Monocristallin SunPower Maxeon 3	Monocristallin SunPower Maxeon 3	Monocristallin SunPower	Monocristallin SunPower	Monocristallin SunPower	Monocristallin SunPower Maxeon 3
Face avant	Back Contact	Face avant	Back Contact	Back Contact	Back Contact	Back Contact	Back Contact	Back Contact	Back Contact
100 W	142 W	120 W	120 W	120 W	100 W	142 W	142 W	135 W	120 W
18 V	19,8 V	37 V	19,2 V	19,2 V	21 V	22,3 V	22,3 V	21 V	37 V
5,55 A	6,06 A	3,24 A	6,25 A	6,25 A	4,76 A	6,05 A	6,05 A	6,42 A	3,24 A
ETFE	Verre trempé	ETFE	Verre trempé	ETFE	ETFE	ETFE	ETFE	ETFE	ETFE
Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui
1080 x 535 x 1,75 mm	1200 x 540 x 35 mm	1150 x 540 x 3 mm	1060 x 540 x 35 mm	1070 x 540 x 3 mm	1055 x 520 x 4,3 mm	560 x 440 x 20 / 1525 x 560 x 5 mm***	1240 x 535 x 2 mm	560 x 440 x 30 / 1462 x 560 x 10 mm***	1085 x 545 x 3 mm
1,8 kg	7,5 kg	2,9 kg	6,3 kg	1,9 kg	2,2 kg	4,5 kg	2 kg	3,4 kg	2,7 kg
Royaume-Uni	France	France	France	France	Royaume-Uni	France	France	France	France
Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine	Chine
Bigship, SEIMI, Uship	Marine Mobile diffusion	Réseau Seatronic	Réseau Seatronic	Réseau Seatronic, Uship	Bigship, SEIMI, Uship	Marine Mobile Diffusion	Marine Mobile Diffusion	Réseau Seatronic	Réseau Seatronic
3 ans	10 ans	3 ans	10 ans	5 ans	3 ans	5 ans	7 ans	3 ans	5 ans
349 €	378 €	378 €	398 €	399 € / 486 € (avec glissière YKK)	425 €	467 €	479 €	510 €	540 €
★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★	Non noté	★★★	★★★★	★★★

★ : passable ★★ : moyen ★★★ : bien ★★★★ : très bien ★★★★★ : excellent



Les panneaux souples savent se faire oublier sur les toits tout en offrant une belle surface d'exposition.

plus en moyenne que les semi-rigides et les souples pour des technologies de cellules comme de montage identiques. Pourquoi ? Une histoire de revêtement plus ou moins apte à limiter la réflexion solaire. Le verre trempé constitué d'aspérités qui protège les panneaux solaires rigides emmagasine tout simplement mieux le rayonnement solaire. À l'inverse, la couche de composite ETFE qui protège les panneaux souples et semi-rigides entraîne une déperdition non négligeable. Sur les technologies à proprement parler, les panneaux avec des cellules SunPower ou TOPcon montées en Back Contact ou en tuilage caracolent en tête. Et la possibilité d'orienter son panneau solaire a un impact significatif sur la production qui peut aller de 30 à 40 % en fonction du modèle (voir nos résultats).

PLUSIEURS OPTIONS DE MONTAGE

Côté pratique, le montage des panneaux solaires sur un voilier reste une opération assez simple et l'installation d'une grande fiabilité. D'abord, il faut déterminer le lieu de pose du panneau en fonction de ses caractéristiques. D'une manière générale, pour les rigides un portique est le support idéal car il autorise un gain de place sur le pont tout en garantissant une exposition exempte d'ombre. Et il sera possible de les orienter. Les sociétés Seatronic et Uniteck proposent des supports de fixation adaptables au balcon ou au portique efficaces et d'une grande simplicité d'utilisation. Pour les souples et semi-rigides, le pont, le toit voire la plage avant sont souvent les solutions retenues mais il faut une bonne résistance de ces derniers au piétinement et une bonne adaptabilité au milieu salin. Les panneaux souples sont davantage installés sur les biminis, dans

PROCEDURE DE TEST : LE GRAND JEU

Ce test comparatif grand format a nécessité une logistique importante. Il a fallu trouver les bons modèles, pour cela un coup d'œil du côté des catalogues des grands distributeurs du nautisme s'est avéré bien pratique. Neuf panneaux rigides, cinq souples, trois semi-rigides et trois pliables nous ont semblé constituer un panel pertinent de la production proposée dans les rayons des shipchangers. Mais comment faire pour tester ces 20 panneaux en même temps afin de les soumettre strictement aux mêmes conditions d'ensoleillement ? Après quelques tâtonnements, nous avons opté pour une installation à plat (sur le terre-plein de la société malouine Seatronic) – quitte à les incliner à un moment donné sur un angle défini pour s'assurer de leur potentiel –, en série et surtout en plein soleil. Chaque panneau a ensuite été couplé à un régulateur/convertisseur MPPT adapté à la marque ou vendu comme tel pour une optimisation maximale de son rendement et à un gestionnaire dédié (fourni par Seatronic) pour la lecture des informations (intensité, voltage, % de charge, production cumulée en ampères/heure). L'ensemble de l'installation étant reliée à une batterie gel de 200 Ah. Parallèlement, un système de consommation automatique (deux résistances électriques de 1 000 W et un décapeur thermique de 1 800 watts sont installés en dérivation) a été mis en place afin que les panneaux aient toujours à produire au maximum de leurs possibilités (batterie vue comme déchargée). La production des panneaux a été relevée sur une période de six heures (le 18 avril) entre 11 h et 17 h sous une météo globalement ensoleillée avec quelques passages de cumulus congestus. Après des relevés instantanés (en ampères et rapportés à 100 watts) sous le soleil et sous les nuages à 15 h (13 h, heure solaire) nous avons obtenu d'autres mesures en simulant une ombre portée de 20 cm par 20, en disposant du cordage dans la longueur des panneaux et en inclinant chaque panneau à 25°. Enfin, à 17 h, une extraction de production cumulée sur six heures en ampères/heure rapportée à 100 watts (les panneaux de notre comparatif affichant des puissances comprises entre 100 et 142 watts) a été possible ainsi qu'une mesure de production cumulée rapportée au m² (Ah/m²). Ce sont les différents histogrammes à découvrir en exclusivité dans cet article.



▲ Avec l'aide de Margot Lemaire, cheffe produit chez Uship, nous relevons à heures fixes la production des 20 panneaux en test.

LE CHOIX DU REGULATEUR

Cinq régulateurs/convertisseurs solaires MPPT de marques différentes ont été installés lors de notre comparatif. A l'exception du Victron Energy couplé au panneau Galix, tous les autres modèles testés ont été fournis par les distributeurs de panneaux eux-mêmes. On peut donc imaginer que chacun des régulateurs étant spécifiquement adaptés à son panneau, ceux-ci devraient potentiellement produire un maximum d'intensité électrique (un rendement énergétique optimal)... Des analyses à creuser qui pourraient bien faire l'objet d'un futur comparatif !



REGULATEUR MPPT COMPACT

Proposé en 20, 30, 40 ou 50 ampères (en fonction de la puissance totale de votre installation solaire), le régulateur Compact vendu par Seatronic dispose d'un cycle de charge en trois phases avec compensation de température pour accroître le rendement énergétique du panneau solaire auquel il est relié. Son paramétrage nous a paru assez intuitif et le suivi plutôt simpliste grâce à ce système de trois LED permettant de connaître l'état de charge des batteries. En outre, quatre cycles de charge sont disponibles dont un spécifique aux batteries lithium. Enfin, les ailettes latérales pré-percées simplifient sa fixation tandis que sa petite taille (150 x 105,6 x 61,5 mm pour le modèle de 20 A) lui garantit de trouver sa place à bord. Précisons qu'il est possible de suivre toutes les informations de ce régulateur grâce à une application Bluetooth.

Prix : à partir de 104 € (modèle 20 A).



REGULATEUR UniMPPT

Le régulateur d'Uniteck est conçu et fabriqué en France avec une gamme qui s'échelonne de l'UniMPPT 10 A (puissance maxi du panneau à 150 W) au 40 A (puissance maxi du panneau à 600 W). Ils intègrent un algorithme de charge, ALGOTECK 6, qui teste votre batterie, la recharge à 100 %, la désulfate, la destratifie, maintient sa charge et améliore sa durée de vie tout en prenant en considération la température ambiante pour ajuster les seuils de tension (capteur de température intégré). De conception massive, le modèle de 10 A mesure quand même 205 x 150 x 50 mm, les UniMPPT proposent en revanche une interface constituée d'un écran LCD intuitif et complet : production panneaux, charge batterie, consommation électrique via sa sortie contrôlée 12/24 V. Absence d'une application Bluetooth.

Prix : à partir de 90 € (UniMPPT 60/10.24L).

REGULATEUR SPECTRA MPPT

Vendus par la société britannique Marlec, les Spectra MPPT se limitent à trois modèles pour des intensités allant de 10 A (panneau maxi de 130 W) à 40 A en passant par 20 A. Précisons que seuls les deux derniers produits proposent une compatibilité avec les batteries lithium en plus des classiques plomb, gel et AGM. Ces régulateurs intègrent, eux aussi, un algorithme de charge pour optimiser leur rendement avec à la clef quatre cycles de charge : MPPT, boost, égalisation et floating. L'écran LCD est lisible tandis que les différentes options de suivi toujours faciles à interpréter. Un bémol toutefois, les fixations sont difficilement accessibles car positionnées derrière la façade du régulateur. Présence d'une application de suivi Bluetooth « Solarlife » très complète.

Prix : 174 € (Spectra MPPT 20A).



REGULATEUR MPPT IP

Energie Mobile met sur le marché une gamme de régulateurs solaires IP comprenant trois modèles (MPPT1212, MPPT201224 et MPPT251224) pour des puissances comprises entre 12 et 25 A qui ont la particularité d'être précâblés pour garantir leur étanchéité. Très compact, le IP de 12 A (puissance maxi du panneau de 175 W), affiche des dimensions minimalistes : 81 x 86 x 231 mm pour un poids de seulement 260 g. Ils sont en outre adaptables à tout type de batterie. Une application « Solarlife » Bluetooth est disponible qui, en plus des paramètres courants de suivi, offre un historique à 60 jours. Un modèle original et très pratique, dit à duo pour double sortie batterie, était également de la partie lors de notre comparatif. Distribué par Uship, le régulateur MPPT Duo 12A (puissance maxi du panneau à 165 W), propose effectivement une deuxième sortie dédiée au maintien de charge de la batterie moteur. Elle distribue en mode « floating » une intensité de 1 Ah.

Prix : 105 € (MPPT Duo 12A).

REGULATEUR MPPT SMARTSOLAR

Le régulateur distribué par Victron Energy, le SmartSolar 75V/10A, fait lui aussi dans le minimalisme avec sa taille franchement réduite. Sa fonction de sortie de charge intelligente évite les risques de dommages causés par l'utilisation de batteries « à plat » puisqu'il est possible de configurer la tension à laquelle le SmartSolar déconnectera une charge si nécessaire. Quant à la fonction BatteryLife, elle permet, en cas de mauvais temps sur plusieurs jours, d'augmenter la tension de déconnexion, quotidiennement, jusqu'à la recharge complète. Enfin, tous les modèles SmartSolar intègrent la fonction Bluetooth pour configurer, surveiller et mettre à jour le contrôleur en utilisant des téléphones Apple et Android, des tablettes ou d'autres appareils.

Prix : à partir de 71 € (SmartSolar MPPT 12/24V - 75V/10A).



les filières via les œillets de fixation à poste sur les panneaux ou simplement sortis au mouillage. Avantage de notre dernière famille, les pliables, eux, s'installent partout et se rangent en un rien de temps...

BRANCHEMENT FACILE EN CONNECTIQUE MC4

Ensuite, une fois la meilleure place choisie, le montage électrique des panneaux solaires à proprement dit ne demande pas un travail d'une trop grande complexité mais nécessite un minimum de compétences en électricité. Trois éléments sont nécessaires à cette installation (voir schéma) : le ou les panneaux solaires, bien évidemment, qui devront répondre en termes de puissance à la consommation estimée du bord (voir notre bilan énergétique), les câbles de connexion – la grande majorité des panneaux sont fournis avec des connectiques MC4 mâle et femelle, le régulateur, dont le rôle principal est d'éviter de surcharger les batteries et garantir leur durée de vie, et enfin un parc batteries pour le stockage et la distribution de l'énergie. Vous l'aurez compris, le sujet est vaste et plutôt technique, mais ces tests devraient vous permettre d'y voir plus clair afin de mieux choisir... On vous dévoile tout !

Remerciements

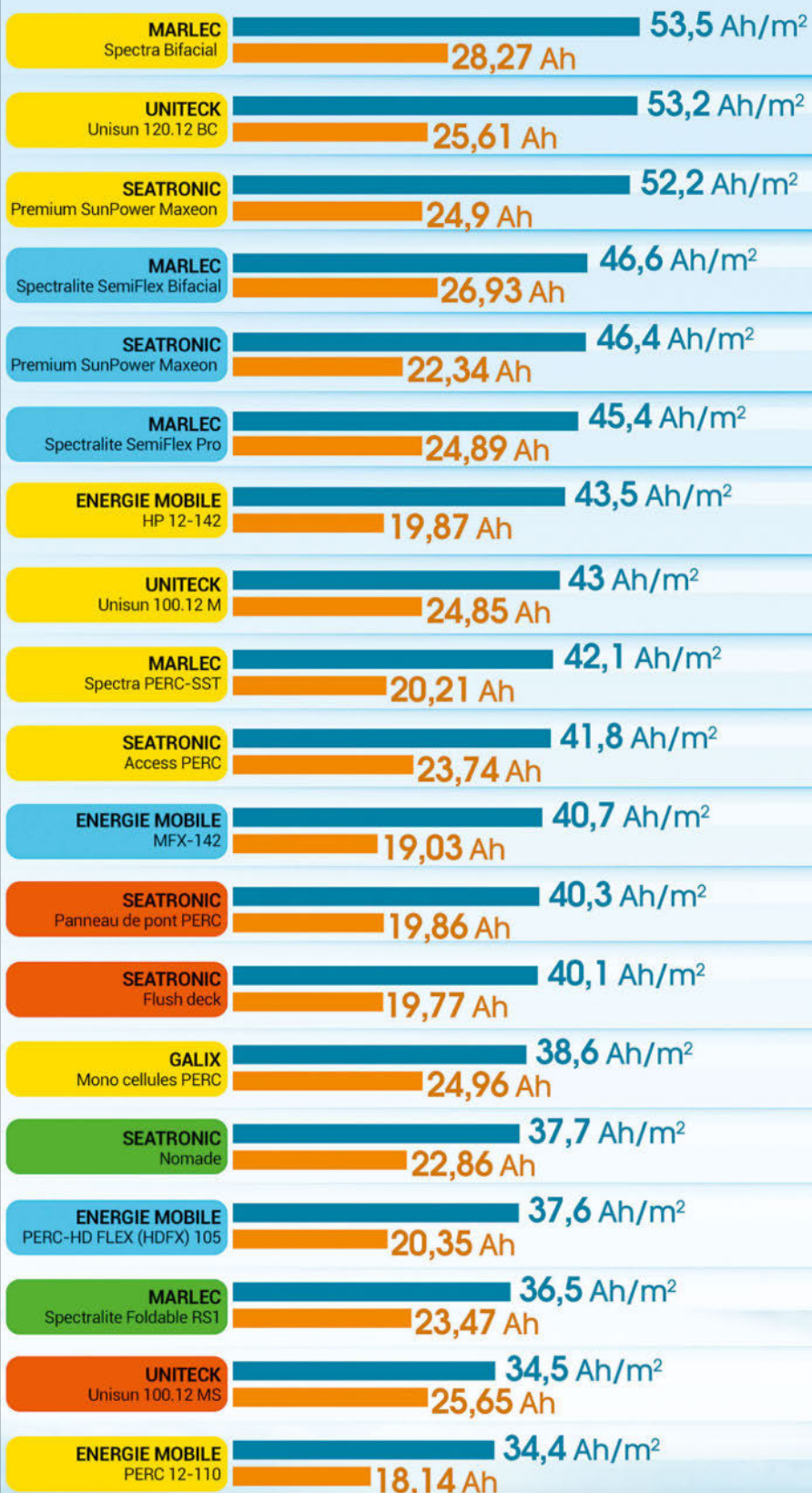
Sans la disponibilité et le professionnalisme de la société

Seatronic, ce comparatif géant n'aurait pas pu avoir lieu. En plus d'avoir mis à notre disposition leur terrain,

participé à la fabrication du banc d'essai et de nous avoir prêté 20 gestionnaires de batterie, l'équipe a répondu à toutes nos sollicitations et demandes de conseils techniques... Des gestionnaires justement, indispensables pour exploiter les données de nos tests, qui viennent d'être commercialisés via le réseau Seatronic et le distributeur Uship. Il se présente sous une forme ronde de 34 mm par 23 – un gain de place appréciable à la table à cartes – et donne accès à toutes les informations utiles pour suivre précisément l'état du système électrique. Il calcule la capacité résiduelle et donne une visibilité sur la tension et le courant du parc de service. Un système ergonomique basé sur trois boutons permet un accès rapide à l'ensemble des informations utiles. Garanti deux ans, il est fourni avec un Shunt de 100 A, un câble de liaison shunt/gestionnaire 5m, un porte-fusible et ses fusibles. Prix : 94,80 €.



LES RESULTATS DE NOS TESTS



LÉGENDE

■ Production cumulée sur 6 h (de 11 à 17 h, en Ampère-heure par m²)

■ Production cumulée sur 6 h (de 11 h à 17 h, en Ampère-heure, mesure rapportée à 100 W)



RIGIDE



SOUPLE



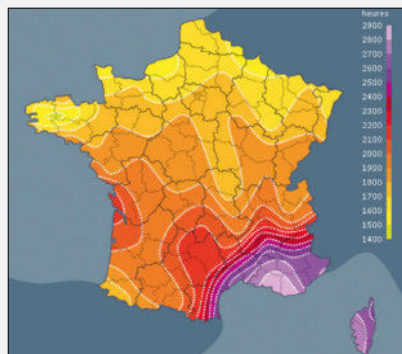
PLIABLE



SEMI-RIGIDE

DES PANNEAUX SOLAIRES, POUR QUOI FAIRE ?

Le soleil ne brillant pas avec la même intensité en fonction de l'heure, de la zone géographique et de la saison à laquelle navigue le voilier, la rentabilité des panneaux solaires est fluctuante. Mais il est possible d'intervenir sur certains paramètres pour maximiser leur rendement. On évite les pertes d'électricité en installant des câbles d'un diamètre suffisant et en prévoyant une légère pente pour que le panneau ne soit pas recouvert d'eau. L'achat d'un régulateur d'un modèle récent et de bonne qualité (le prix et la marque jouent beaucoup) est aussi un bon gage de rentabilité énergétique. On peut estimer qu'un panneau de 100 W (voir tableau de production) compensera pratiquement la consommation du frigo en été (compter de 40 à 64 Ah par jour en fonction de la qualité d'isolation et de la puissance du groupe froid et de sa technologie) et pourra sans problème maintenir les batteries chargées pendant la saison hivernale. Pour une autonomie complète au mouillage comme en navigation, un kit solaire de 220 W sera en général suffisant si, en plus du frigo et du pilote en mer, on utilise un ordinateur. A noter que les différences de production entre le nord et le sud de la France sur les mois d'été ne sont pas significatives (25 % d'écart entre Dunkerque et Toulon), ce qui tend à confirmer la pertinence d'équiper son voilier en panneaux solaires, même pour des croisières réputées peu ensoleillées. En outre, les productions hivernales peuvent être doublées si le panneau est incliné à 35° vers le sud. Les systèmes permettant d'orienter complètement le panneau sur trois axes autorisent des gains de 10 à 40 % de production d'énergie en fonction de la saison. En effet, lors des tests, nous avons constaté des différences importantes entre panneau à l'horizontal et panneau incliné pouvant aller jusqu'à 35 % de production supplémentaire (la production étant passée à 16 h de 4,5 A à plat à 6,1 A en mode incliné pour le modèle rigide Uniteck Back Contact). Un écart qui peut justifier le choix du panneau rigide au détriment du souple qui, par définition, est moins pratique à incliner. Enfin, rappelons que l'inclinaison est sensiblement plus efficace qu'un positionnement du panneau à l'horizontale lors des journées avec ensoleillement et non lorsque le ciel est couvert avec une lumière diffuse. Dans ce cas-là, l'augmentation de la production dépasse rarement les 15 %.



▲ Plus de 2 500 heures de soleil par an dans le sud de la France contre moins de 1 600 dans le Cotentin.



Pour étaler nos consommations électriques toujours croissantes, les panneaux solaires font bien le job en journée...

PRODUCTION ATTENDUE POUR UN PANNEAU DE 100 W*

Lieu / période	Novembre, décembre, janvier	Février, mars, septembre et octobre	Du mois d'avril au mois d'août
Dunkerque	8 Ah	20 Ah	38 Ah
Saint-Malo	10 Ah	21 Ah	38 Ah
Lorient	12 Ah	25 Ah	40 Ah
La Rochelle	12 Ah	29 Ah	45 Ah
Marseille	14 Ah	32 Ah	48 Ah
Pointe-à-Pitre	34 Ah	44 Ah	50 Ah

* Cellules haut rendement ≥ 23 % et production moyenne

CONSOMMATION EN NAVIGATION

Consommateur	Besoins		Confort		Optimisé	
	Consommation*	Temps d'utilisation	Conso sur 24 heures	Temps d'utilisation	Conso sur 24 heures	
Pilote	3 ampères	24 heures	72 ampères	14 heures	42 ampères	
Instruments	1 ampère	24 heures	24 ampères	24 heures	24 ampères	
PC Actif	5 ampères	4 heures	20 ampères	2 heures	10 ampères	
PC en mode veille	0,8 ampère	14 heures	11,2 ampères	18 heures	14,4 ampères	
VHF veille	0,2 ampère	24 heures	4,8 ampères	24 heures	4,8 ampères	
VHF émission	4 ampères	0,5 heure	2 ampères	0,2 heure	0,8 ampère	
Hifi	1,25 ampère	8 heures	10 ampères	3 heures	3,75 ampères	
Groupe eau douce	8 ampères	1 heure	8 ampères	0,5 heure	4 ampères	
Réfrigérateur	4 ampères	16 heures	64 ampères	10 heures	40 ampères	
Recharge téléphone	0,2 ampère	2 heures	0,4 ampère	1 heure	0,2 ampère	
Recharge tablette	0,5 ampère	4 heures	2 ampères	2 heures	1 ampère	
Feux de navigation (LED)	0,2 ampère	12 heures	2,4 ampères	12 heures	2,4 ampères	
Eclairages intérieurs (LED)	2,5 ampères	4 heures	10 ampères	2 heures	5 ampères	
Total			230,8 ampères		152,35 ampères	

*Données moyennes

CONSOMMATION AU MOUILLAGE

Consommateur	Besoins		Confort		Optimisé	
	Consommation*	Temps d'utilisation	Conso sur 24 heures	Temps d'utilisation	Conso sur 24 heures	
PC Actif	5 ampères	3 heures	15 ampères	1h30	7,5 ampères	
PC en mode veille	0,8 ampère	21 heures	16,8 ampères	12 heures	9,6 ampères	
VHF veille	0,2 ampère	24 heures	4,8 ampères	24 heures	4,8 ampères	
VHF émission	4 ampères	0,25 heure	1 ampère	0,1 heure	0,4 ampère	
Hifi	1,25 ampère	7 heures	8,75 ampères	3 heures	3,75 ampères	
Groupe eau douce	8 ampères	2 heures	16 ampères	0,5 heure	4 ampères	
Réfrigérateur	4 ampères	16 heures	64 ampères	12 heures	48 ampères	
Recharge téléphone	0,2 ampère	2 heures	0,4 ampère	1 heure	0,2 ampère	
Recharge tablette	0,5 ampère	3 heures	1,5 ampère	2 heures	3 ampères	
Feu de mouillage LED	1 ampère	12 heures	12 ampères	10 heures	10 ampères	
Eclairages intérieurs LED	2,5 ampères	5 heures	12,5 ampères	3 heures	7,5 ampères	
Total			152,75 ampères		98,75 ampères	

*Données moyennes

DES DETAILS ET DES CHIFFRES

La consolidation des résultats de nos tests sous forme d'histogrammes par panneau solaire est assez éclairante. Ils sont classés par ordre de prix.

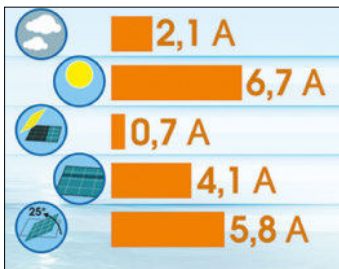
	Mesure à 15 h (nuageux, 13 h UTC, en Ampère, rapportée à 100 W)
	Mesure à 15 h (soleil, 13 h UTC, en Ampère, rapportée à 100 W)
	Mesure de simulation d'ombre portée à 15 h 15 (13 h 15 UTC, en Ampère, rapportée à 100 W)
	Mesure de simulation d'ombre de cordage dans la longueur à 15 h 45 (13 h 45 UTC, en Ampère, rapportée à 100 W)
	Mesure avec panneaux inclinés à 25° à 16 h (14 h UTC, en Ampère, rapportée à 100 W)

► UNITECK - UNISUN 100.12 M RIGIDE 100 W

Bonne entrée de gamme

129 €

L'ENTREE DE GAMME de la marque française Uniteck – cellules monocristallines PERC à 20,6 % de rendement, montage en face avant – présente bien grâce à son design



recherché Black Backsheet (fond noir).

L'Unisun 100.12, pour une puissance de

100 W, affiche les meilleures performances en production cumulée au m² de

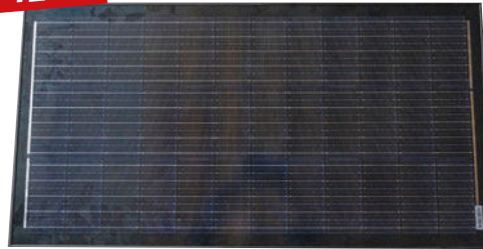
sa famille de technologie (43 Ah/m² en PERC rigide). Son prix sous les 130 € est en plus franchement attractif !

Plutôt à l'aise sur les mesures instantanées en plein soleil (6,7 A), il est en revanche moins à son avantage

dès qu'il y a de l'ombre malgré son système anti « Hot-spot » (des diodes de contournement) : 0,7 ampère

en simulation d'ombre portée et 4,1 ampères avec un cordage positionné dans la longueur du panneau.

Ce modèle est adaptable aux kits de fixation balcon et portique proposés en option par Uniteck.



▲ Le montage en face avant est solide mais moins performant.

► GALIX - MONO CELLULES PERC RIGIDE 100 W

145 €

Toujours dans le match

D'ASPECT CLASSIQUE avec son montage en face avant et ses cellules PERC, le modèle Galix distribué par Bigship a pratiquement la même taille que le 142 W vendu par Energie Mobile pour une puissance de seulement 100 W. Sans surprise sa production cumulée en m² n'est donc pas remarquable pour un panneau rigide avec seulement 38,6 Ah/m². Son rendement



en plein soleil à l'horizontale (à 15 h) reste cependant

assez élevé puisque l'on atteint les 6,8 ampères. En mode

incliné, il donne même la pleine mesure de ses capacités

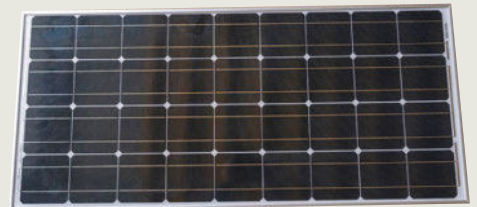
avec un score parmi les plus élevés lors du test. Une diode

by-pass est incorporée pour une meilleure protection

contre les effets de point chaud lors d'occultation partielle.

Enfin, son cadre robuste en aluminium anodisé est

compatible avec un grand nombre de structures de montage du marché.



Ce modèle est vendu avec deux mètres de câbles MC4. ►

► MARLEC - SPECTRA PERC-SST RIGIDE 110 W

196 €

Un ratio taille/puissance intéressant

LA GAMME SPECTRA utilise la technologie de montage dite du tuilage – les cellules sont collées les unes sur les autres avec un adhésif – qui permet d'optimiser la surface de rendement énergétique.

En conséquent il propose une taille imbattable (942 x 561 x 35 mm) pour une puissance affichée

de 110 W. En revanche, en termes d'efficacité, les cellules de technologie PERC qui l'équipent

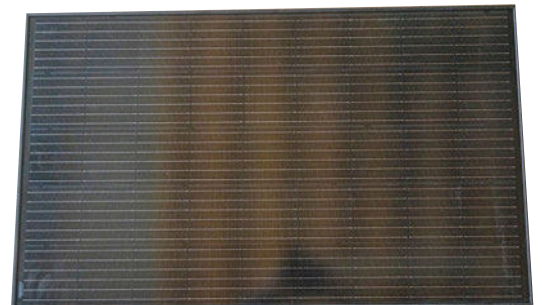
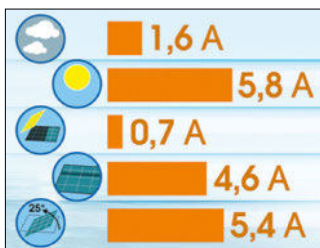
ont une production moindre : 5,4 ampères en

instantané avec le panneau incliné à 25° (en plein soleil à 16 h) et 20,21 Ah cumulées sur 6 heures même si, rapportée au m², sa production reste

très honnête (42,1 Ah). Avantage, son prix raisonnable qui reste sous les 200 € pour un 110 W. Précisons que ce panneau est équipé de deux diodes

by-pass censées limiter l'impact de l'ombre sur le rendement des cellules. Pourtant, lors de notre test d'ombre portée, la production a chuté

sous 0,8 ampère, ce qui est paradoxalement l'un des plus mauvais scores de ce comparatif...



► MARLEC - SPECTRA BIFACIAL RIGIDE 100 W

Le top du rendement

C'EST LE CHAMPION de notre comparatif toutes catégories confondues. Sa technologie de cellule, des monocristallines TOPcon haut rendement en bifacial – c'est-à-dire montés en recto verso pour récupérer en plus

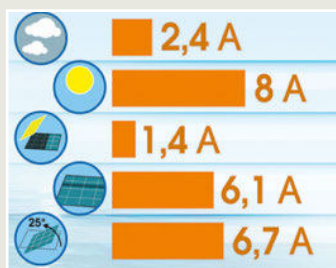
de l'énergie solaire sous le panneau – s'est avérée payante. Rapportée à la superficie de ce panneau, l'une des plus petites de notre test, la production cumulée sur 6 heures (en Ah/m²) dépasse les 53 Ah. Que ce soit sous les nuages, en plein soleil, en simulation d'ombre portée ou incliné, la production instantanée du Spectra Bifacial est toujours excellente. Enfin, son cadre en aluminium anodisé de bonne qualité avec présence de plusieurs trous devrait faciliter son montage sur un portique. Notons qu'une seconde génération offrant un montage des cellules en tuilage, donc normalement encore plus puissante, sera disponible en 110, 150 et 400 W dès l'été 2024...



206 €



Le dessous du panneau est lui aussi constitué de cellules (bifaciales). ►

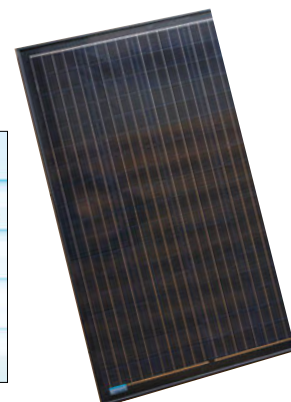
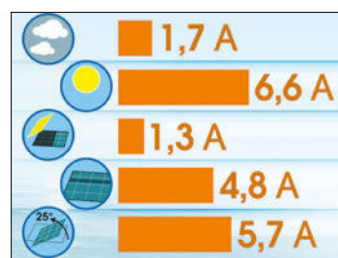


► SEATRONIC - ACCESS PERC RIGIDE 125 W

216 €

Une valeur sûre, une production honnête

ENCORE UN MODELE de panneau utilisant des cellules PERC avec un montage en face avant qui explique son prix maîtrisé malgré une puissance affichée de 125 W. Son comportement est honnête dans toutes les situations (soleil, nuageux, incliné) et en production cumulée, il dépasse les 40 Ah/m², ce qui le met pratiquement à égalité avec ses concurrents directs, l'Unisun 100.12 M et le Marlec Spectra PERC. Son poids de 7,3 kg, un peu supérieur à ses petits camarades, s'explique par la présence d'un cadre en aluminium anodisé robuste. Il est livré avec 0,90 m de câble 2 x 2,5 mm² terminé par des connecteurs MC4 (comme la grande majorité des panneaux essayés lors de ce comparatif).

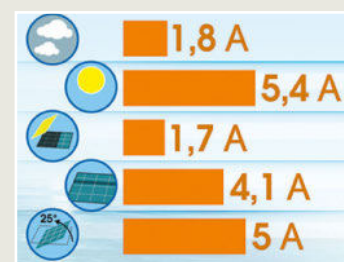


► ENERGIE MOBILE - PERC 12-110 RIGIDE 110 W

239 €

La question du tuilage

SI LES CELLULES PERC ont une rentabilité inférieure aux TOPcon et autres SunPower, il n'en demeure pas moins que ce modèle n'a pas été à la hauteur de sa technologie en tuilage qui devait lui apporter un rendement supérieur. Rendement entraperçu lors de la simulation d'ombre portée (1,7 A) mais qui est resté trop faible lors des autres mises en situation... Il se classe bon dernier de notre test avec une production cumulée de seulement 18,14 Ah (rapportée à 100 W) et de 34,4 Ah au m² en six heures. S'agit-il d'un produit de fin de chaîne pour lequel les cellules étaient de grade inférieure comme cela arrive parfois dans les usines chinoises ou est-ce la qualité des connexions qui est en cause ? Le mystère demeure...

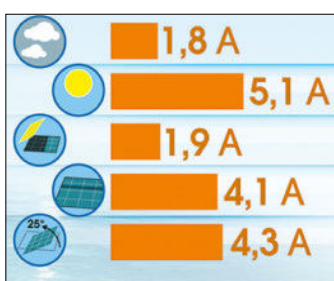


► ENERGIE MOBILE - PERC-HD FLEX 105 SOUPLE 105 W

275 €

Une sacrée ergonomie

CARACTÉRISÉ par sa légèreté (1,4 kg tout mouillé) et sa forme tout en longueur pour une largeur de 47 cm, le PERC-HD FLEX 105 est idéal pour une application sur le toit ou le pont. Garanti 5 ans, il est constitué d'un revêtement renforcé polymère qui assure une haute résistance aux abrasions, aux rayures légères et à l'environnement salin tout en garantissant une bonne adhérence. On a aussi apprécié la boîte de jonction précâblée MC4 extra-plate. Monté en tuilage avec des cellules PERC, il a produit 37,7 Ah au m² et 20,35 Ah rapporté à 100 W, ce qui le classe dans la moyenne des panneaux souples. Le tout à un prix plutôt compétitif pour un panneau souple de 105 W...

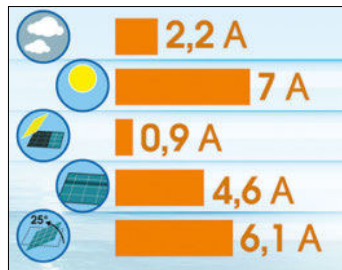


On a apprécié la boîte de jonction précâblée MC4 extra-plate. ►

► **UNITECK - UNISUN 120.12 BC RIGIDE 120 W** **295 €**

De la puissance à revendre

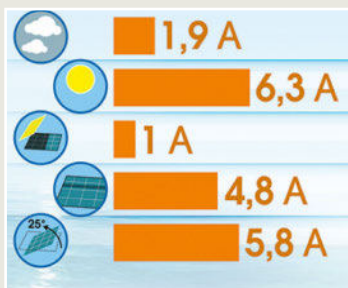
LA VERSION Back Contact du modèle Unisun se classe deuxième de ce comparatif en production cumulée avec 53 Ah/m² tout en affichant des dimensions assez compactes (1050 x 550 x 35 mm) pour un panneau d'une puissance de 120 W. Plus cher que les autres modèles rigides de même acabit et d'aspect costaud avec son verre trempé de 3,2 mm de diamètre qui autorise une meilleure dissipation thermique, il a su exploiter au mieux ses cellules monocristallines SunPower haut rendement (presque 24 %). En plein soleil à 15 h, il délivre 7 ampères, sous les nuages 2,2 ampères et 6,1 ampères lorsqu'il est incliné à 25° à 16 h. Seul bémol, sa capacité à produire en cas d'ombre portée avec une production instantanée limitée à 0,9 ampère. On prendra donc garde à lui faire une belle place au soleil, ce qui sera d'autant plus facile qu'il est, lui aussi, adaptable au module de fixation (portique ou balcon) vendu par Uniteck.



► **MARLEC - SPECTRALITE FOLDABLE RS1 Pliable 100 W** **329 €**

Le pliable ultra pratique

CETTE FAMILLE de panneaux solaires pliables ou nomades est utile au mouillage uniquement en complément d'une installation existante ou sur les petites unités pour lesquelles la place est comptée. Transportable comme une petite valise toute plate, le Spectralite RS1 s'ouvre en deux parties pour atteindre 1197 x 537 x 13 mm en mode déplié. Ses cellules PERC lui assurent un rendement certes minimaliste, 23,47 Ah en production cumulée sur six heures (on atteint 6,3 ampères en plein soleil à 15 h en mesure instantanée), mais suffisant pour recharger les portables via trois prises USB ou un ordinateur (voire une batterie volante de servitude) via son raccord mâle.

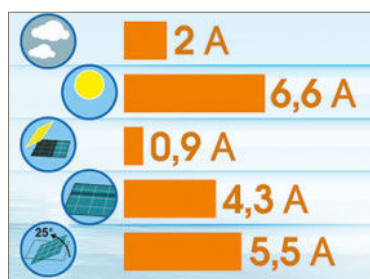


▲ On retrouve plusieurs prises USB sur le haut de la poignée.

► **UNITECK - UNISUN 100.12 MS** **345 €**

Un flexible costaud

LA VERSION semi-rigide de la gamme Unisun en impose par ses dimensions (1110 x 670 x 20 mm) et son poids dépassant les 5 kg, ce qui est peu courant pour ce type de panneau. En revanche, la solidité est au rendez-vous avec ce revêtement multi-couche composé en surface d'un matériau haute qualité (ETFE) et au dos d'une plaque en fibre de verre. Une densité de protection et une superficie qui peuvent expliquer son rendement moyen puisqu'il atteint 34,5 Ah/m². A l'inverse, avec 25,65 Ah en production cumulée rapportée à 100 W sur six heures, il affiche le troisième meilleur résultat de ce comparatif. Ajoutons que ce modèle peut être posé ou fixé à l'aide de bouts ou de sandow grâce à ses œillets (diam.10) présents aux quatre coins.



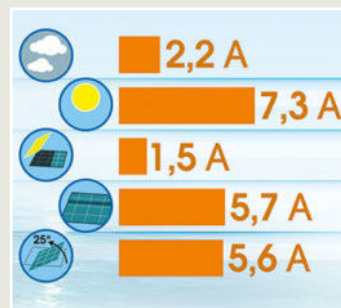
▲ Les œillets de fixation de qualité inspirent confiance.



► MARLEC - SPECTRALITE SEMIFLEX BIFACIAL SOUPLE 100 W **349 €**

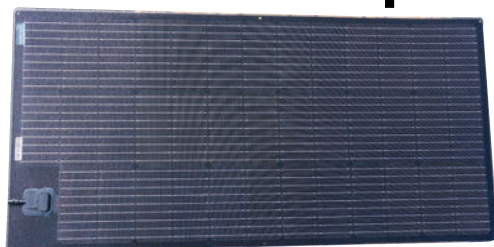
Le champion du panneau souple

ENCORE UN TRES BON produit conçu par Marlec qui décidément, avec sa technologie de montage des cellules (ici des PERC) en bifacial, a fait des étincelles sur ce comparatif géant (46,6 Ah/m² en production cumulée et 7,3 ampères en mesure instantanée à 15 h). Très intéressante pour les panneaux rigides, cette technologie pourrait cependant s'avérer moins rentable pour un panneau mobile souvent destiné à produire à plat. Sa boîte de jonction comprend deux diodes by-pass qui se sont avérées efficaces lors de nos mesures à l'ombre : 2,2 ampères sous les nuages, 1,5 ampère sous une ombre portée et 5,7 ampères avec l'ombre d'un cordage dans le sens de la longueur. Fourni avec quatre œillets de fixation et une garantie de trois ans.



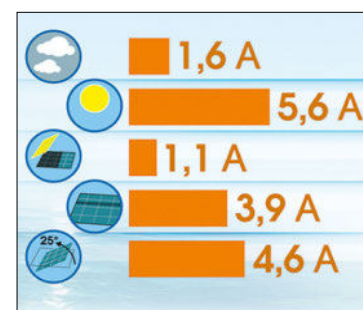
► SEATRONIC - PANNEAU DE PONT PERC SEMI-RIGIDE 120 W **378 €**

Du solide sur le pont



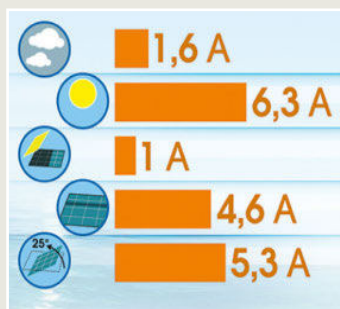
L'ENTREE DE GAMME du panneau semi-rigide (flexion maxi de 10°) de chez Seatronic, en cellules PERC au rendement inférieur à 20 % et montage en face avant, propose une boîte de jonction de petite taille bien adaptée à son programme, à savoir se faire discret à bord par collage sur le pont ou le toit. Ses résultats restent honnêtes pour ce type de technologie avec 40,3 Ah au m², ce qui le positionne pas loin des panneaux rigides les moins performants de notre comparatif. Il est livré avec 3 m de câble marinisé

2 x 0,75 mm² mais sans raccords MC4. Pour le protéger du piétinement, il est recouvert d'un revêtement ETFE avec une couche de composite supplémentaire.



► ENERGIE MOBILE - RIGIDE HP 12-142 W **378 €**

Parfait pour un portique



CE PANNEAU RIGIDE équipé de cellules SunPower (24 % de rendement) offre une capacité théorique de 142 W. Son montage en Back Contact, gage de performance même par temps peu ensoleillé (1 ampère en simulation d'ombre portée et 1,6 ampère sous les nuages), lui permet d'afficher des dimensions raisonnables (1200 x 540 x 35 mm et 7,5 kg) alors même qu'il est le modèle le plus puissant de notre comparatif. En production cumulée, il a fourni sur 6 heures, 43,5 Ah/m². Il est fourni avec une boîte de jonction et des câbles MC4 de bonne longueur (2 m en 4 mm²) mais son cadre en aluminium gris anodisé n'est pas pré-percé pour un éventuel montage. Les cellules sont encapsulées dans un film « tedlar » blanc et protégées par un verre trempé de bonne qualité. Garanti 10 ans, le HP 12-142 sera une valeur sûre sur le portique de votre voilier !



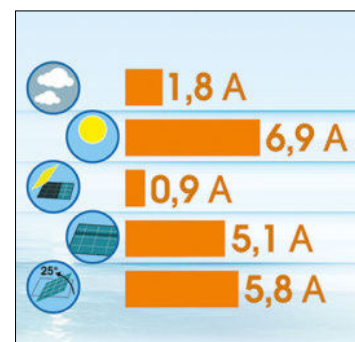
► SEATRONIC - PREMIUM SUNPOWER MAXEON RIGIDE 120 W **398 €**

Des cellules SunPower dernière génération



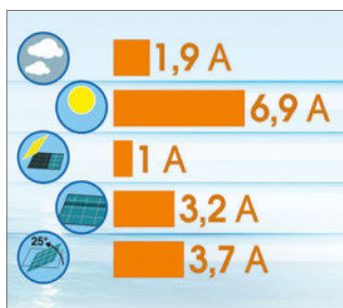
PRODUIT PHARE de la société malouine, le modèle rigide de 120 W en cellules SunPower de dernière génération (Maxeon 3) monté en Back Contact n'a pas déçu ! Avec 52,2 Ah/m² en production cumulée sur 6 h, il termine à la troisième place de notre comparatif et affiche en production nette rapportée à 100 W un score qui tutoie les 25 Ah. Le rendement est très bon, quelles que soient les conditions météo : 1,8 A sous les nuages, 6,9 A sous le soleil lors de notre relevé de 15 h et 6 A incliné à 25°

une heure plus tard. Fabriqué pour durer, normé ISO 9001 et 14001 et garanti 10 ans, ce panneau fait clairement dans le haut de gamme. Léger (6,3 kg) et compact (1060 x 540 x 35 mm), il trouvera sa place sans difficulté à bord.



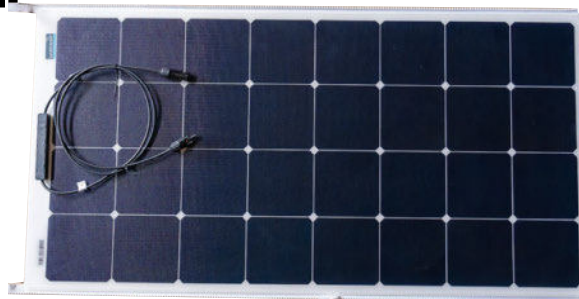
► SEATRONIC - PREMIUM SUNPOWER MAXEON SOUPLE 120 W
Haut rendement, adaptable au bimini

Prix : 399 €/486 €.



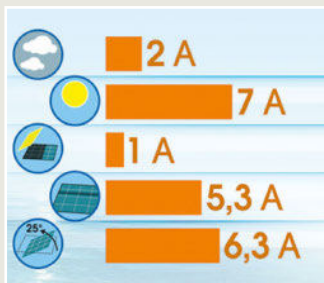
LA SPECIFICITE de ce produit réside dans la possibilité de choisir ou non l'option fermeture à glissière YKK intégrée. Ce dispositif s'avère très bien adapté au positionnement sur bimini (voir photo). Construit avec des cellules SunPower de dernière génération et monté en Back Contact, ce panneau souple de 120 W se classe parmi les meilleurs de notre test : 46,4 Ah de rendement au m², 6,9 ampères en relevé

instantané à 15 h et pratiquement 2 ampères sous les nuages à la même heure. Ces modèles sont spécifiquement adaptés aux surfaces où l'air circule sous le support tel que les capotes, bimini ou en mode mobile (quatre œillets sont prévus dans la version classique sans YKK). Pour un collage sur le pont, il faudra vous orienter vers la gamme dite Panneaux de pont ou Flush deck.

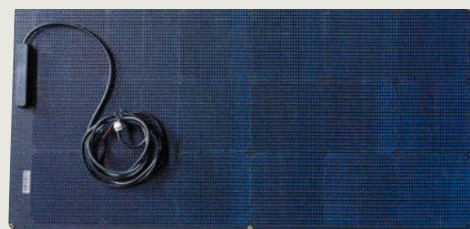


La glissière YKK permet une installation optimisée sur le toit du bimini.

► MARLEC - SPECTRALITE SEMIFLEX PRO SOUPLE 100 W **425 €**
Très à l'aise à l'ombre...



CONÇU AVEC DES CELLULES SunPower et un montage en Back Contact, ce panneau solaire souple de 100 W se veut très résistant avec son revêtement polymère ETFE made in DuPont de Nemours. Présence de deux diodes by-pass dans la boîte de jonction pour un meilleur rendement à l'ombre. Et cela s'est vu puisqu'en mesure de simulation de cordage, il continue de fournir plus de 5 A en instantané. Revers de la médaille, la boîte de jonction est imposante... Son rendement en plein soleil est bon avec une production cumulée sur 6 heures de 24,89 Ah et 45,4 Ah rapportée au m². Pour le montage à bord, on retrouve six œillets de fixation de bonne qualité.



Le revêtement en ETFE de bonne qualité doit pouvoir résister au piétinement. ►



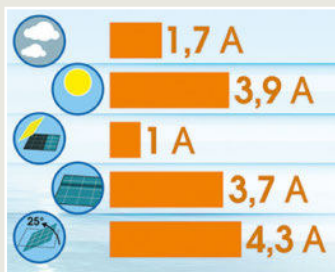
► ENERGIE MOBILE - HPP 142 PLIABLE 142 W **467 €**
Une manipulation intuitive

NOUS AVONS DU SORTIR ce panneau pliable de notre test pour cause de souci de raccordement sur notre banc de test (toutes nos excuses au fabricant...) qui ont rendu les résultats inexploitable. Quoi qu'il en soit, la manipulation de ce modèle s'est avérée intuitive et pratique grâce à son système de trépied intégré et au câble d'une longueur de 5 m précâblé MC4. D'une puissance de 142 W et composé de cinq modules de cellules SunPower montés en Back Contact, ce modèle nomade devrait avoir une bonne production à plat. Des œillets sont là pour le fixer si besoin dans les filières. Garantie portée à cinq ans.

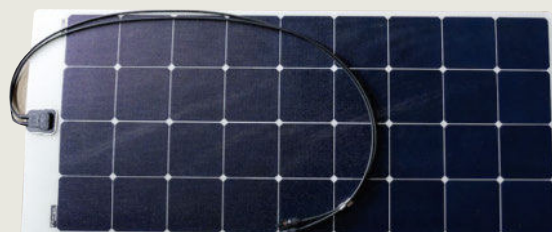


▲ Bien vus les petits œillets textiles pour une fixation dans les filières.

► ENERGIE MOBILE - MFX-142 SOUPLE 142 W **479€**
Un souple garanti 7 ans !



CE PANNEAU SOUPLE de 142 W est doté de la technologie Back Contact à cellules SunPower. Avec ses 2 kg, il fait partie des modèles les plus légers de notre test. En termes de résultats, il dépasse les 40 Ah au m² (et 1,7 ampère en mesure instantanée sous les nuages à 15 h) mais aurait pu faire mieux au vu de ses caractéristiques... Bien vue en revanche, la combinaison du revêtement extra-souple de la boîte de jonction précâblée MC4 extra-plate qui facilite son installation à bord. Idem pour son film de protection ETFE doublé polymère pour résister dans le temps et aux agressions salines. Enfin, son prix rapporté à sa puissance théorique affichée en fait un bon compromis. Il manque des œillets de fixation...

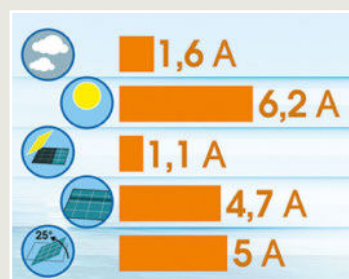


Le portique reste idéal pour installer des panneaux rigides.



► SEATRONIC – NOMADE PLIABLE 135 W **510 €**

Le pliable qui a la pêche



CE NOMADE PLIABLE de 135 W cellules SunPower et montage en Back Contact se présente dans une petite sacoche. Il se déploie en trois parties avec possibilité de l'orienter grâce à trois trépieds intégrés. L'extrémité du panneau est raccordée à une prise de pont étanche et l'autre partie de la prise est mise en place sur le bateau. Précisons que l'ensemble du câblage/connectique solaire est livré

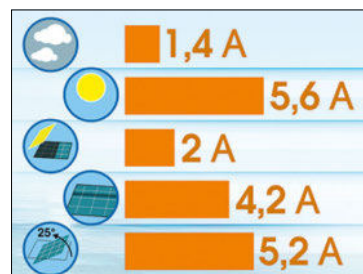


avec le panneau. Sa production cumulée sur six heures a atteint les 37,7 Ah au m² avec des pointes à 6,2 A en plein soleil à 15 h. Incliné à 25° à 16 h, il dépasse les 5 A en mesure instantanée. Existe en pack comprenant un régulateur MPPT de 20 A.

Tout tient dans cette petite sacoche précâblée... ►

► SEATRONIC - FLUSH DECK SEMI-RIGIDE 120 W **540 €**

La performance sur le pont



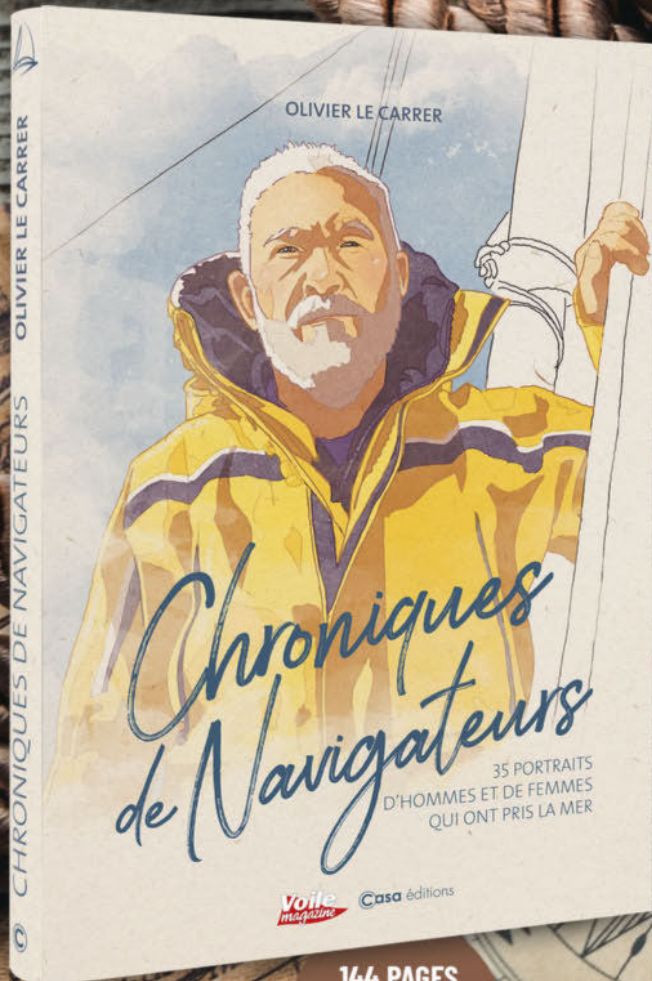
ORIGINAL et bien pensé, ce panneau solaire semi-rigide – sa flexion est limitée à 10° – qui s'adapte parfaitement au pont ou rouf d'un voilier. Le support en fibre de verre doit assurer une résistance au piétinement et la structure ETFE offre une surface antidérapante. Un bon point également pour sa connectique située à l'arrière qui facilite grandement son installation et ne laisse rien dépasser sur le pont. Pour diminuer les conséquences de l'ombre, souvent présente avec

ce type de modèle, pensez à rajouter des diodes by-pass directement sur le circuit électrique en aval de la connectique (vendues en option). Côté performance, notons justement sa belle capacité à produire même avec une ombre portée (2 ampères lors de notre mesure). Enfin, en production cumulée sur six heures, ce modèle dépasse les 40 Ah/m², ce qui s'explique par la présence de cellules SunPower. Son prix élevé risque toutefois de dissuader les petits budgets...

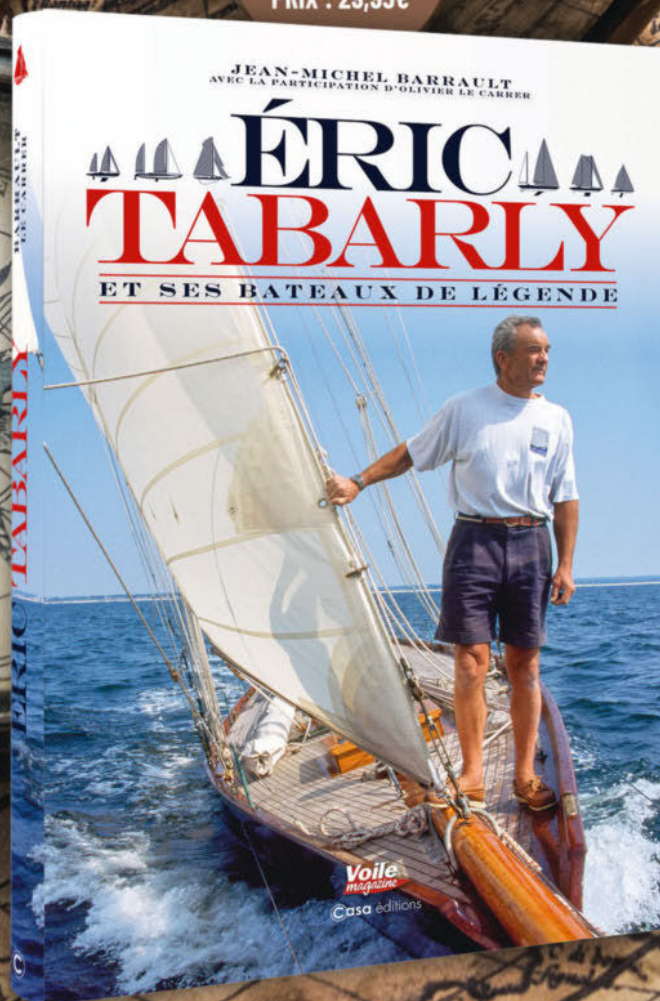


Pour garantir un panneau vraiment flush deck, la connectique se trouve sur l'arrière du modèle : pratique. ►

BOUTIQUELARIVIERE.FR



144 PAGES
FORMAT :
21X28 CM
PRIX : 29,95€



176 PAGES
FORMAT :
23,5X31 CM
PRIX : 29,95€



SIMPLIFIEZ-VOUS
LA VIE
COMMANDEZ
EN UN FLASH

BON DE COMMANDE

Bulletin à renvoyer avec votre règlement à : **CASA ÉDITIONS**
Service VPC - 45 avenue Général Leclerc - 60643 Chantilly cedex

OUI, JE COMMANDE :

- Pour les paniers inférieurs à 35 euros, participation au frais de port - Prix : 3 €
- Chroniques de navigateurs
PRIX : 29,95€ - REF : 69949
- Éric Tabarly et ses bateaux de légende
PRIX : 29,95€ - REF : 69457

► Je choisis de régler par :

- Chèque bancaire à l'ordre des **EDITIONS LARIVIERE**

Pour régler par carte bancaire,
reportez vous au flash code ci-dessus

MES COORDONNÉES :

CASAPAGE23

Nom :

Prénom :

Adresse :

CP :

Ville :

Tél :

Email (majuscules) :

- Cochez cette case pour ne pas être informé des offres promotionnelles des partenaires.

*Tarif France métropolitaine 2023. DOM-TOM, Etranger, nous consulter au + 33 3 44 62 43 79 ou par email : abo.lariviere@edis.fr

Ces informations sont destinées à la société Editions Larivière. elles sont collectées et utilisées à des fins de traitement de votre abonnement. Le cas échéant, votre adresse mail sera utilisée pour suivre votre abonnement et vous envoyer les communications dont vous bénéficiez en tant qu'abonné. En application de la réglementation applicable, vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'effacement, d'opposition, à la portabilité des données et à la limitation des traitements. Pour exercer vos droits, veuillez contacter les Editions Larivière par courrier à Editions Larivière service abonnements 9 allée Jean Prouvé 92587 Clchy cedex, en justifiant de votre identité. Pour toute information complémentaire, consultez notre Politique de Confidentialité sur boutique.lariviere.com.