



L'ÉNERGIE À BORD



UBtUS

> CAHIER SPÉCIAL

Introduction

Les bateaux de plaisance

sont de plus en plus équipés d'électronique et de confort. Cette instrumentation apporte beaucoup sur le plan de la navigation et de la sécurité. Il en est de même du confort. Sur la majorité des bateaux, la cartographie électronique a remplacé la carte papier, le régulateur d'allure, cher au tourdu monde, a pratiquement disparu pour faire place au pilote, le sondeur ne se contente plus de donner la profondeur, il indique le profil et la nature du fond, etc. La liste de cette nouvelle instrumentation est longue et les concepteurs ne cessent de proposer de nouveaux produits pour rendre la navigation plus simple et plus sécurisante.

Le confort n'est pas en reste. Finies les pompes à eau manuelles, elles sont remplacées par des électriques. La glacière a fait place à un réfrigérateur. Sur les bateaux de voyage, les réserves d'eau importantes et lourdes font place à un dessalinisateur. Les lampes à pétrole sont reléguées au rayon antiquités et remplacées par des éclairages halogènes ou à LED. Sur le pont, le guindeau manuel a disparu au profit de l'électrique et, sur les unités importantes, il en est de même pour les winchs et les enrouleurs. Il est évident que tous ces progrès apportent beaucoup, mais ils ont un inconvénient: ils consomment de l'énergie. En effet, sur un bateau, on n'est pas relié au réseau, l'énergie est fournie par des batteries qui ne sont pas une source inépuisable, elles doivent donc être rechargées. La chaîne énergétique est un tout. Nous allons voir dans ce dossier les besoins, en fonction des bateaux et de la navigation, les moyens de recharge les mieux adaptés, ainsi que les moyens de contrôle et de sécurité.



Bateau SOUS pilote © Figaro Nautisme



Guindeau électrique © Figaro Nautisme



Winch électrique © Figaro Nautisme

Connaitre les besoins du bord

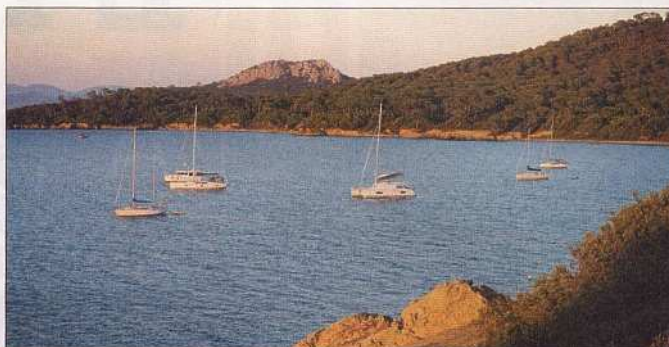
Moyens en énergie et nouvelles technologies

Les moyens de production d'énergie sont-ils adaptés aux nouvelles technologies?

A de rares exceptions qui ne concernent, bien souvent, que les bateaux de voyage, les bateaux modernes ne sont pas, en standard, adaptés pour faire face à la consommation du bord. Cependant, cette affirmation doit être nuancée en fonction de la navigation que Ton envisage.

Sur un bateau moteur qui va de port en port, en navigation, la consommation est compensée par le (ou les) alternateur(s) et au port par les batteries, à condition de disposer d'une borne de quai 230 volts et d'un chargeur de batteries. Le même bateau qui pratique le mouillage forain, s'il souhaite garder le même confort (réfrigérateur, éclairage, etc.) devra régulièrement recharger ses batteries en faisant tourner son moteur ou en utilisant d'autres moyens que nous verrons, tels que: groupe électrogène, panneaux solaires, éolienne, etc. Sur un voilier le raisonnement est différent. En navigation sous voiles, il consomme de l'énergie sans en produire. Si la navigation est courte et la capacité de batterie suffisante, il peut faire face à la consommation. En arrivant au port, les batteries seront remises à niveau par le chargeur à condition de disposer d'une borne de quai 230 volts. Par contre, s'il relâche dans un mouillage, il lui faudra faire appel à des moyens de recharge identiques à ceux cités pour les bateaux moteur.

En clair, chaque bateau est un cas particulier qui est fonction de son équipement de bord et de sa navigation. Le premier point important est de connaître sa consommation et pour cela, on doit en faire le bilan.



Mouillage forain © Figaro Nautisme



Borne de quai 230 volts © Figaro Nautisme

Selon son bateau et son programme de navigation

Pour connaître ses besoins et déterminer la capacité des batteries ainsi que les moyens de recharge, il faut faire le bilan de la consommation électrique du bord. A titre indicatif, nous vous donnons la consommation moyenne pour différents types de bateaux et de navigation.

En sortie à la journée

Pour une sortie de 10 heures à la journée, la consommation moyenne est autour de 50ampères (tableau 1). Le plus gros consommateur reste le réfrigérateur. Suivant la région et la température, il tourne entre 40 et 80% du temps. Sur un bateau moteur qui navigue 2 heures et reste 8heures au mouillage, la consommation est compensée par l'alternateur. Sur un voilier, de moins de 10 mètres qui navigue à la voile et qui ne possède bien souvent qu'une batterie de bord de 75 Ah, il est impératif de recharger la batterie lorsque Ton rentre au port ou de faire des économies d'énergie, par exemple, en barrant.

Au mouillage

Beaucoup de plaisanciers profitent de leurs navigations estivales pour rester au mouillage. Là, il faut gérer sa consommation au mieux. Les instruments de

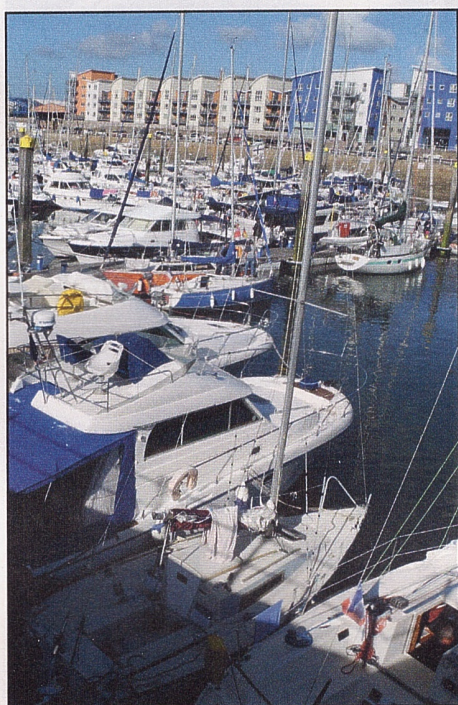
navigation peuvent être partiellement éteints ou en veille, mais d'autres restent actifs comme l'éclairage ou les équipements de loisirs tels que la télévision ou des jeux électroniques sur ordinateur. Le tableau 2 donne une consommation sur une journée et une nuit au mouillage (24heures). Elle est d'environ 93ampères. Dans ce cas, pas d'alternative, si vous ne disposez pas au minimum d'un pare de batteries de 200Ah, il faut avoir un moyen de recharge à bord que nous décrirons ultérieurement.

En navigation hauturière

En navigation hauturière, la consommation journalière est importante. En effet, le pilote, le lecteur de carte ou l'ordinateur et la centrale de navigation sont utilisés en permanence. Côté confort, il en est de même pour le réfrigérateur voire le congélateur. Sur le marché, peu de chantiers proposent des bateaux équipés pour le grand voyage. C'est au propriétaire de le faire. Le premier point est de déterminer sa consommation journalière et d'en déduire la capacité de batteries nécessaire et les moyens de recharge adaptés. Le tableau 3 vous donne une approche de cette consommation. Elle doit être affinée en fonction de votre équipement. Certains opteront, par exemple, pour

Connaître les besoins du bord

un écran multifonction sur lequel on trouvera l'ensemble des instruments : la cartographie, le GPS, le radar, le sondeur et les instruments de navigation. D'autres préféreront s'orienter vers des appareils séparés voire un ordinateur pour la cartographie. Donc, suivant l'équipement du bateau, la consommation sera différente. Celle de 245 ampères correspond à une moyenne. Elle peut être bien supérieure si vous disposez d'écrans couleur déportés dans le cockpit, d'un congélateur, d'un ordinateur, de moyens de communication par satellites, etc. Certains bateaux arrivent à des valeurs journalières de plus de 500 ampères. Il est donc important, pour définir la capacité des batteries et les moyens de recharge, de faire un bilan précis de la consommation de tous les équipements électriques. Relever ce bilan ne pose pas de problèmes particuliers, il suffit soit de mesurer la consommation instantanée de chaque appareil et d'en définir la consommation totale en fonction du temps d'utilisation. Par exemple, un radar consomme 3 ampères, si vous l'utilisez pendant deux heures, il aura prélevé 6 ampères sur les batteries. Cette consommation vous est donnée par un ampèremètre ou un gestionnaire de batteries ; soit vous vous référez à la notice de l'appareil. La consommation est bien souvent donnée en watts, il suffit de la convertir en ampères en divisant cette puissance en watts par sa tension d'alimentation. Par exemple, un radar de 36 watts consomme (36/12) 3 ampères. Si votre bateau est en 24 volts, la consommation est divisée par deux (36/24) soit 1,5 ampères. A titre indicatif, le tableau 4 vous indique la consommation moyenne de quelques équipements.



Bateaux à quai en charge © Figaro Nautisme

EQUIPEMENTS	CONSOMMATION INSTANTANÉE EN AMPÈRES	UTILISATION JOURNALIÈRE HEURES	CONSOMMATION JOURNALIÈRE
CONFORT			
Réfrigération	3,5	6	21
Eau sous pression	6	1	6
Musique	1	2	2
ÉLECTRONIQUE			
Pilote	5	2	10
Lecteur carte GPS	2	3	6
VHF émission	4	0,10	0,7
VHF veille	0,08	10	0,8
Centrale de navigation	2	2	4
Sondeur	1	2	2
CONSOMMATION JOURNALIÈRE			52,5 ampères

tableau - 1

	CONSOMMATION INSTANTANÉE EN AMPÈRES	UTILISATION (H) PAR 24 HEURES	CONSOMMATION PAR 24 HEURES
ÉCLAIRAGE			
Carré	2	4	8
Cabines	2	1	2
Cockpit	2	1	2
Toilettes	2	0,5	1
Mouillage	1	8	8
CONFORT			
Réfrigération	3,5	16	56
Eau sous pression	8	0,5	4
ÉLECTRONIQUE			
VHF veille	0,08	24	2
VHF émission	4	0,15	1
Sondeur	1	1	1
Ordinateur/télé	4	2	8
CONSOMMATION TOTALE			93 ampères

tableau - 2

	CONSOMMATION JOURNALIÈRE EN AMPÈRES
Éclairage intérieur et extérieur	25
Réfrigération et eau sous pression	70
Électronique (pilote, cartographie, VHF, radar, sondeur, centrale)	150
CONSOMMATION TOTALE	245

tableau - 3

APPAREILS	CONSOMMATION EN AMPÈRES	REMARQUES
VHF	0,25	Veille / émission
GPS	0,5	Sans cartographie
Combiné carte/GPS	2 à 4	Suivant taille écran
Radar	2 à 4	Suivant puissance
Centrale	1 à 4	Suivant nombre afficheur
Pilote	4 à 6	Suivant puissance
AIS	0,5	
Ordinateur	2 à 4	Suivant écran
Réfrigérateur	3,5	
Feux de navigation	2	Réduit avec des LED
Projecteur de pont	4	Réduit avec des LED
Eau sous pression	6	
Éclairage	2 à 5	Réduit avec des LED

tableau - 4

Connaître les besoins du bord

Comprendre son installation

Le schéma électrique est rarement fourni avec un bateau neuf. Au mieux, vous avez un plan de câblage électrique qui n'est pas facile à interpréter et ne donne pas d'informations sur la puissance de l'alternateur, la capacité et le type de batterie. Pour l'électronique, s'il en est équipé, on trouve les notices des appareils. Quant au contort, il est rare que Ton ait la marque du groupe de froid, la consommation des éclairages, etc. En résumé, sur un bateau neuf, il faut essayer de se documenter auprès du revendeur ou du chantier.

Sur un bateau d'occasion, tout dépend du précédent propriétaire.

Le minimum que l'on puisse avoir sur un bateau standard (voile ou moteur) est un alternateur attelé au moteur, des batteries, un chargeur de batterie et un tableau de distribution électrique. Si le bateau est équipé en 230 volts, il y aura une prise et un tableau de distribution muni d'un disjoncteur différentiel.

Les alternateurs standards sur les moteurs de 12 CV à 200 CV ont une puissance de 35 à 100 ampères. Si on prend, par exemple, un voilier de 10 mètres équipé d'un moteur de 30 à 40 CV, l'alternateur est un 50 ou 75 ampères. Sur un bateau moteur de 200 CV, il est de 100 ampères.

Quant au chargeur, s'il y en a un à bord, sa puissance est fonction de la capacité des batteries. Pour des questions de sécurité, la majorité des bateaux disposent de deux paires de batteries indépendantes, une pour le bord (servitudes), l'autre pour le moteur. Pour que l'alternateur puisse recharger les deux paires il faut, entre l'alternateur et les batteries, un répartiteur de charge. En résumé, sur un bateau standard, on trouve un alternateur, un chargeur (qui peut être en option) et un ou deux paires de batteries. En navigation au moteur, les batteries sont rechargées par l'alternateur et au port par le chargeur. Jusque-là, rien à redire sur le principe de l'installation. Elle peut tout à fait

convenir si vous vous contentez de naviguer quelques heures de port en port avec, à disposition dans ces derniers, une prise de quai 230 volts. Si vous envisagez de séjourner dans des mouillages forains ou de faire des navigations à la voile avec un minimum de contort, il faut repenser l'installation et les moyens de recharge.



Prise 230V à bord © Figaro Nautisme

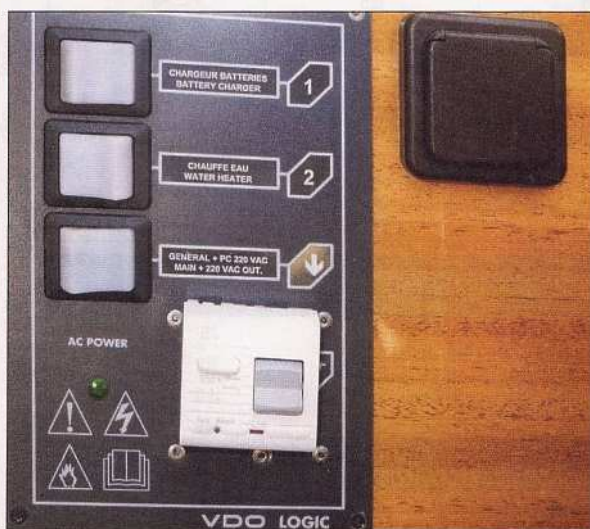


Tableau 230 Volts © Figaro Nautisme

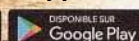


Borne de quai 230 Volts © Figaro Nautisme

**METEO
CONSULT
MARINE**

Rejoignez-nous GRATUITEMENT

sur marine.meteoconsult.fr
et sur nos applis



Tous les amoureux de la mer s'y retrouvent !



Modifier son installation

Les batteries: la réserve d'énergie à bord

Ces dernières années les batteries n'ont cessé d'évoluer. Avec les nouvelles générations, on est loin des modèles à électrolyte liquide avec un bouchon dont le principal inconvénient était l'autodécharge importante qui nécessitait un entretien permanent. Ce type de batterie a pratiquement disparu des bateaux pour faire place aux modèles à électrolyte liquide plomb/calcium, au gel, AGM et Lithium-ion.

Pour éviter une détérioration rapide, il faut éviter les décharges profondes. Une batterie déchargée à plus de 75% de sa capacité ne retrouve jamais sa capacité d'origine. En pratique, moins on décharge une batterie plus sa durée de vie est longue.

Il existe deux grandes familles de batteries, celles dites de traction et celles de démarrage. Une batterie de traction est conçue pour fournir un faible courant pendant un temps long et une de démarrage, un courant important un bref instant. Si on utilise une batterie de traction pour démarrer un moteur puissant, il y a risque de déformation des plaques et usure rapide. À l'inverse, pour une batterie de démarrage, les plaques sont conçues pour éviter la déformation lorsqu'il y a un appel de courant important. Si on leur demande un faible courant, leur durée de vie est réduite. En résumé, sur un bateau on a deux consommateurs: le moteur qui demande un courant important au démarrage et des servitudes (contour, électronique) qui n'en demandent qu'un faible. En toute logique, on devrait avoir deux types de batteries, une de traction pour les servitudes et une de démarrage pour les gros consommateurs (moteur, guindeau, propulseur, etc.). En pratique, les batteries de traction dites stationnaires acceptent mal les mouvements et les chocs. Côté utilisation, les tensions et courants de recharge sont différents de celles de démarrage. Pour pallier ces contraintes, les constructeurs ont développé une technologie dite de semi-traction qui est un compromis entre les deux technologies. Elles peuvent fournir un faible courant sans nuire à leur durée de vie et, dans une certaine limite, un courant important pour les gros consommateurs. Ces batteries répondent à la norme des batteries de démarrage et leur capacité est donnée pour une utilisation sur 20 heures (C20). Sur la batterie, il est mentionné: capacité 105 Ah, courant 800 ampères. Si nous prenons comme exemple un modèle

de 75 Ah, la norme C20 signifie que la décharge est optimisée pour un courant de 3,75 ampères (75/20) par heure pendant 20 heures. Si on demande un courant important, par exemple 75 ampères, elle ne pourra le fournir que pendant 45 minutes soit une perte de 25% de la capacité. Si on ne demande qu'un ampère, on passe à 100 heures (plus 25%). Un autre point qui entre en considération sur la durée de vie des batteries est le cyclage. Les constructeurs donnent le nombre de cycles qu'une batterie peut accepter pendant sa durée de vie, il est compris entre 100 et 300. Cette notion est intimement liée à la décharge de la batterie, plus elle est importante moins on a de cycles. Une recharge à 100% suivie d'une décharge à 80% correspond à un cycle, une décharge à 50% à 0,5 cycle et une à 25% à 0,25 cycle. Prenons un exemple pratique. Vous naviguez 50 jours par an et vous prenez la précaution de ne pas descendre en dessous de 50% de décharge, cela ne représente que 25 cycles soit une durée de vie théorique, si elles sont données pour 200 cycles, de 8 ans. Cette notion est une indication qu'il faut prendre avec réserve. En pratique, pour conserver au maximum la capacité des batteries dans le temps, il faut éviter les décharges profondes et rester dans une fourchette d'utilisation comprise entre 40% et 60% de la capacité. Soit une capacité disponible de 40 à 60 ampères sur une batterie de 100 Ah.

Pour le démarrage du moteur, le constructeur indique, en fonction de sa puissance, la capacité recommandée pour la batterie de démarrage. Elle est en

régie générale de 75 Ah jusqu'à 40 CV, de 100 Ah pour 100 CV et de 150 Ah pour 200 CV. Si vous prenez une batterie de capacité trop faible,

elle aura des difficultés à lancer le moteur, en particulier par temps froid, une capacité supérieure ne

peut en aucun cas endommager le moteur. Pour le cyclage, un démarrage moteur est très bref (quelques secondes), cela ne représente qu'une quantité infime de cycles (moins de 1/1000). C'est une des raisons qui fait qu'une batterie moteur qui est rechargée rapidement par l'alternateur lorsque le moteur est lancé, a une durée de vie beaucoup plus longue que celles des servitudes.



Batterie Vetus ©Vetus

Les différentes technologies

Les constructeurs de bateaux, à ce jour, montent en majorité des batteries dites sans entretien. Elles sont à électrolyte liquide (ouverte ou fermée) ou gélifiée (AGM ou Gel). Les batteries classiques avec bouchons (dites ouvertes) ont pratiquement disparu sauf cas particulier pour le démarrage des moteurs demandant une très forte capacité. Avec les nouvelles générations de batteries bien qu'elles soient toujours à base de plomb, elles utilisent de nouveaux alliages qui permettent de réduire d'une façon importante l'autodécharge qui correspond à la décharge de la batterie lorsqu'on ne l'utilise pas. Avec les anciennes technologies, elle était de 7 à 10% par mois. Cette perte nécessitait, pour éviter une décharge profonde pendant l'hivernage, de les recharger régulièrement. Les nouvelles générations ont un taux d'autodécharge qui n'est que de l'ordre de 2% par mois. On retrouvera une batterie chargée à 80% de sa capacité au bout de 10 mois, donc un entretien inutile pendant l'hivernage. Bien entendu, deux points sont à respecter: recharger la batterie à 100% à

l'hivernage et couper les robinets de batteries pour éviter toute fuite de courant.

Batterie ouverte

La batterie ouverte est toujours à électrolyte liquide et possède des bouchons pour éventuellement refaire le niveau avec de l'eau déminéralisée. En pratique, les bouchons sont là pour vérifier avec un pèse-acide l'état de la batterie. La tension de la batterie et la densité de l'électrolyte sont deux mesures qui donnent avec précision son état. Une batterie chargée à 100% a une tension de 12,65 volts et une densité d'électrolyte de 1,265, déchargée à 50% la tension est de 12,25 volts et la densité de 1,190. Une batterie déchargée à 100% voit sa tension chuter à 11,85 volts pour une densité de 1,120. Ces chiffres montrent que la différence de tension entre une batterie chargée à 100% et une déchargée à 50% n'est que de 0,40 volt et la différence de densité de 0,145. Ces mesures doivent être faites batterie reposée, sans aucun

Modifier son installation

consommateur ou producteur (chargeur) branche. Des différences minimes peuvent être relevées, mais uniquement avec des appareils précis. Nous y reviendrons dans la partie réservée aux moyens de contrôle. Les seuls intérêts de la batterie ouverte sont de pouvoir contrôler son état et de refaire le niveau d'électrolyte. Mais, il faut savoir qu'en utilisation normale, le niveau doit rester constant. Un niveau qui baisse sur un ou plusieurs éléments est synonyme d'une batterie en fin de vie. Les inconvénients sont le dégagement de gaz et le risque de renverser de l'électrolyte (acide) à la gîte. Ce modèle doit être placé dans un bac étanche pour récupérer l'acide en cas de fuite et avoir une prise à l'air libre pour évacuer le dégagement de gaz.

Plomb/calcium: un bon compromis

Ce modèle remplace avantageusement la batterie ouverte. La, pas de bouchons. Pour l'électrolyte, il est toujours liquide, quant aux plaques, elles font appel à du plomb/calcium. Les deux avantages sont: pas de risque de fuite ni de dégagement d'acide. Lorsqu'elle se décharge, le gaz se recombine à l'eau pour recréer de l'électrolyte. On ne peut pas refaire le niveau (couvercle seelie), mais, par construction, la quantité d'électrolyte est suffisante pour la durée de vie de la batterie. Depuis les premiers modèles que nous trouvions sous les marques Freedom, Ac Delco, Delphi, etc., la technologie n'a cessé d'évoluer avec toujours comme base du plomb/calcium. Cette batterie assure la double fonction démarrage et servitudes. Elle possède, bien souvent, un témoin de charge et deux versions de bornes (standard et à tige filetée). Ce modèle n'est pas étanche, il possède des ouïes qui permettent l'évacuation de l'électrolyte et des gaz en cas de problème. Selon la réglementation, elles répondent aux mêmes exigences que les batteries ouvertes.

AGM et Gel: pas de problème de fuite

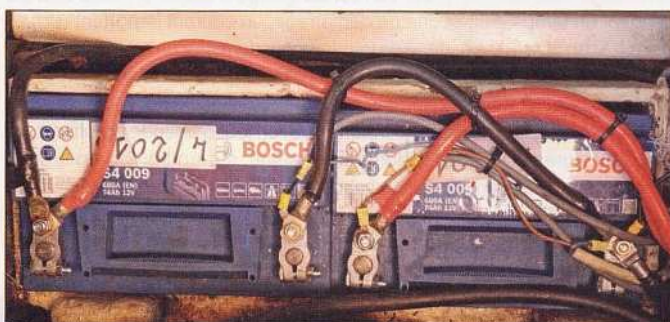
Dans la batterie AGM (Absorbed Glass Matt), l'électrolyte est une solution d'eau et d'acide sulfurique, imprégnée dans des buvards de fibre de verre. Cette technologie permet d'obtenir des modèles étanches avec une bonne résistance mécanique. Elles acceptent un nombre de cycles (charge/décharge) plus important que les plomb/calcium, une décharge plus profonde et ont une durée de vie légèrement supérieure. Les inconvénients sont le prix et le poids. La batterie gel est une variante de l'AGM. L'électrolyte est également une solution d'eau et d'acide sulfurique, mais mélangée à de la silice. Elles répondent aux mêmes normes que les AGM. Pour ces modèles, pas de contrainte de bac étanche, ils peuvent même être installés couchés voire la tête en bas.

Batterie spirale: pour les gros consommateurs

Sur ce modèle gelifié, chaque élément est constitué de plaques (positives et négatives) enroulées. Chaque élément est séparé par de l'électrolyte gelifié. Cette technologie de fabrication permet d'obtenir une surface d'échange entre les plaques très importante. La batterie spirale est compacte, légère et peut fournir, sous une faible capacité, un courant instantané très important. Par exemple, un modèle Optima de 50 Ah peut délivrer sans risque de déformation des plaques un courant instantané de 815 ampères pour un poids de 8,4kg. Pour obtenir les mêmes performances en batterie fermée, il faut un modèle de 90 Ah d'un poids de 24 kg ou une AGM de 115 Ah de 33 kg. Ce modèle est recommandé pour les gros consommateurs tels que le démarrage moteur, le guindeau ou le propulseur. Étant donné son faible encombrement, pour le guindeau et le propulseur, elle peut être installée à l'avant du bateau.



Batteries ouvertes © Figaro Nautisme



Batteries Plomb-Calcium © Figaro Nautisme



Batterie Gel Vetus © Vetus



Batterie spirale © Figaro Nautisme

Modifier son installation

La batterie Lithium-ion est sans doute l'avenir

Elle a comme avantages d'être peu encombrante et légère, gain de 70% par rapport à des modèles standards, et elle permet d'obtenir trois fois plus de

cycles de recharge. Mais, à ce jour, son prix la réserve à des applications spécifiques comme la propulsion électrique.



Batterie Lithium-ion sur un bateau électrique © Figaro Nautisme

La bonne capacité des batteries sur un bateau

La capacité optimum est déterminée par le bilan électrique précis de sa consommation.

Il n'existe pas de standard, chaque bateau est un cas particulier. Les bilans sont bien différents entre un bateau de régate qui ne possède pas de pilote, pas ou peu de contort et qui recherche avant tout la performance avec un minimum de poids embarqué et un bateau moteur qui sort la journée ou un bateau de croisière familiale qui fréquente les mouillages.

Les batteries que Ton installe sur les bateaux sont toujours données en Ah (ampère heure) pour 20 heures d'utilisation. Par exemple une batterie de 100 ampères peut délivrer théoriquement 1 ampère par heure pendant 100 heures ou 100 ampères pendant une heure. Mais revenons à notre bilan. Vous avez mesuré ou calculé que par 24 heures vous consommez en moyenne 100 ampères (4 ampères par heure). De cette valeur va dépendre votre

capacité de batterie. Si vous ne disposez que d'une batterie de 75 Ah pour le bord, comme nous l'avons déjà vu, vous n'avez de disponible, sans nuire à la batterie, que 37 ampères soit au maximum 10 heures. Au-delà de ce temps, vous devez recharger la batterie. Si vous sortez à la journée, cette capacité est suffisante à condition de recharger en rentrant au port. Si vous restez au mouillage pour 24 heures (voilier ou bateau moteur), il vous faut au minimum une batterie de 150 Ah. Ce raisonnement doit être celui que Ton applique quel que soit le bateau, son équipement et son utilisation. Par exemple, sur un bateau de grande croisière qui consomme 250 ampères par 24 heures, la capacité des batteries pour ne pas descendre en dessous de la capacité critique (50%) doit être de 500 ampères. Bien entendu, on peut se contenter de moins, mais il faut recharger plus souvent et avoir les moyens pour le faire à bord.

Compléter ou changer son parc de batteries

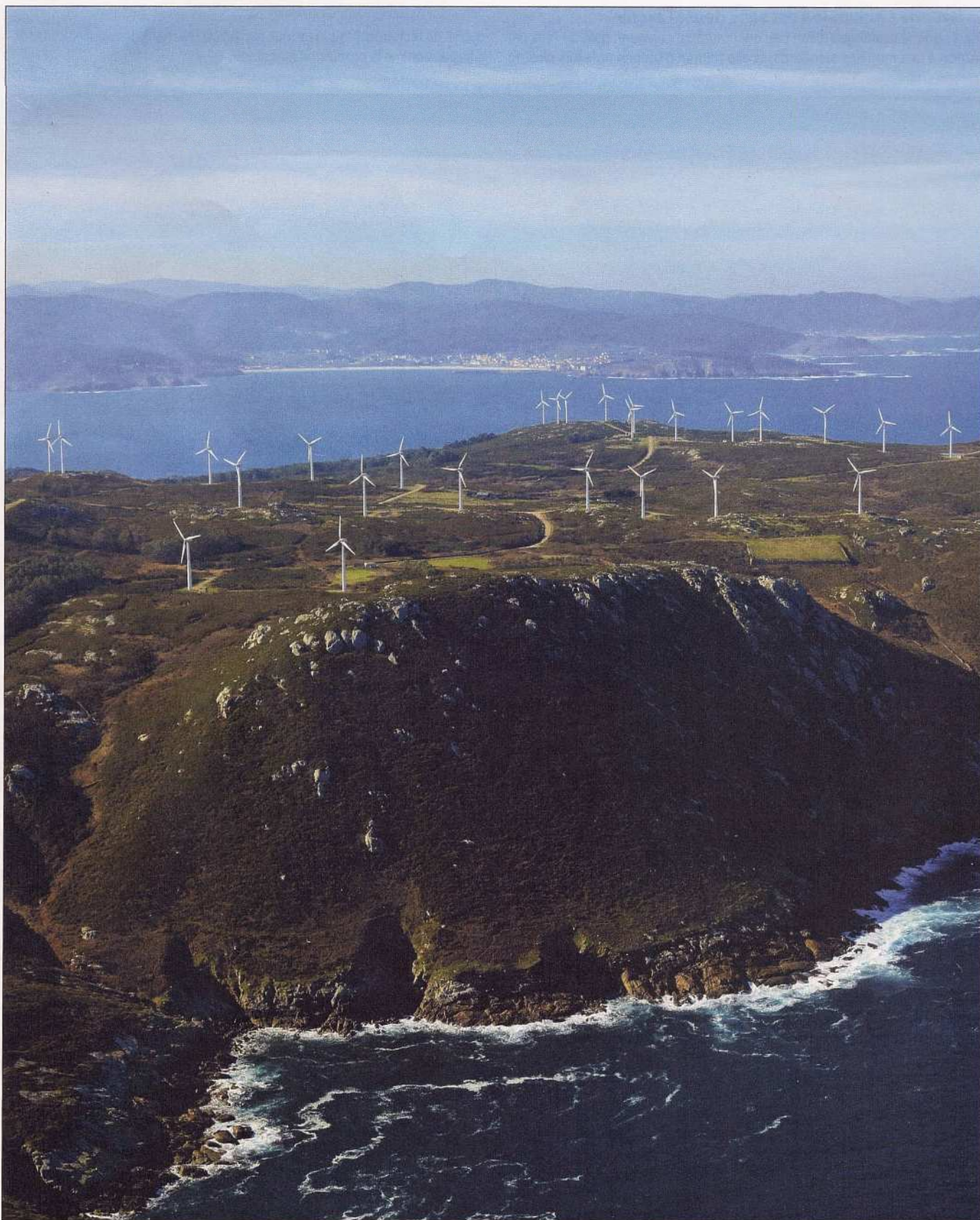
Vous avez fait votre bilan électrique et vous en deduisez que votre parc de batteries est insuffisant pour faire face à votre consommation. Dans ce cas, la solution première qui vous vient à l'esprit, et souvent celle proposée par les professionnels, est de rajouter des batteries. Attention, cette idée à court terme, ne peut qu'aboutir à des problèmes.

Une batterie est constituée d'éléments de 2 volts mis en série. Ils déterminent la tension de la batterie tandis que les plaques qui constituent ces éléments en déterminent la capacité. En clair, pour réaliser une batterie de 12 volts 50 Ah, on a 6 éléments parfaitement identiques qui déterminent la tension et la capacité. Pour une batterie de 12 volts 100 Ah, on a toujours 6 éléments mais avec des plaques plus grosses (dimensions, poids et matière active plus importants). Sur une batterie de 24 volts, il y a le double d'éléments.

Lorsque Ton met deux batteries de 100 Ah en parallèle, (+ reliés au + et reliés au -), on double la surface des plaques, on obtient ainsi une batterie 12 volts 200 Ah. De même, si l'on met deux batteries de 12 volts 100 Ah en série (+ relié au + et -), on obtient une batterie de 24 volts 100 Ah. Lorsque l'on met des éléments de batteries en série ou en parallèle, on peut doubler la capacité et la tension. Mais cette pratique ne peut être réalisée qu'avec des batteries de même technologie et de même capacité. C'est-à-dire des batteries neuves. Si vous mettez une batterie neuve en parallèle (ou en série) avec une batterie usagée, quel que soit son état, elle va imposer un courant de charge à la batterie neuve qui va rapidement entraîner la détérioration de cette dernière.

Une batterie a une durée de vie limitée dans le temps. On estime, si elle est normalement entretenue, sans décharges profondes, qu'elle perd

Modifier son installation



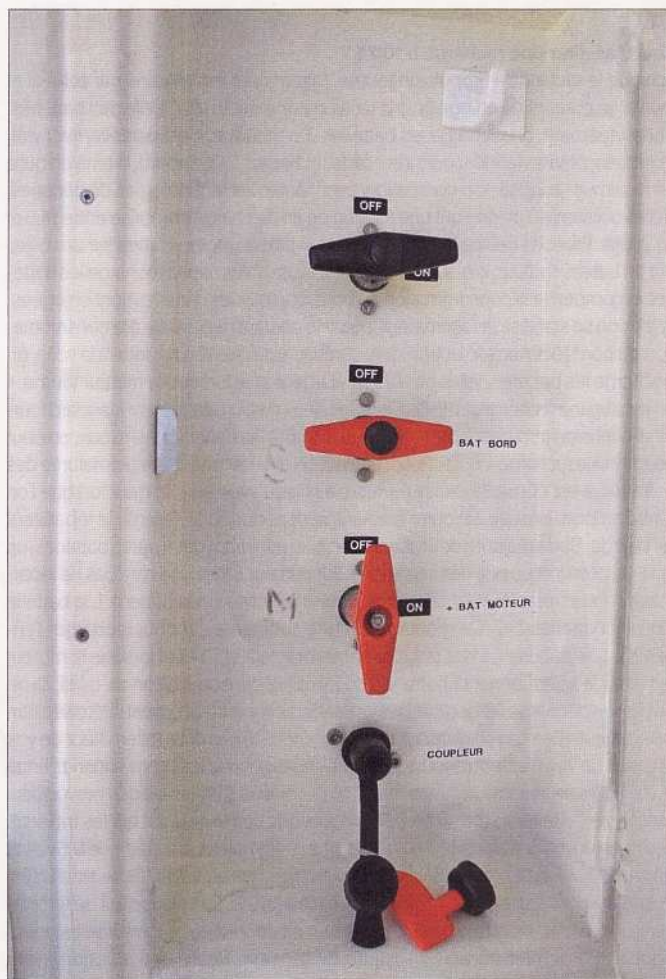
Parc éolien ©FredericHedelin

Modifier son installation

annuellement entre 5 et 8% de sa capacité. Par exemple sur une batterie de 100 Ah, il ne restera qu'entre 60 et 75% de capacité au bout de 5 ans. Il est difficile d'évaluer la capacité restante dans une batterie. Le seul indice est le temps de recharge pour une même consommation. Si une année vous estimez qu'il vous faut par exemple deux heures pour recharger vos batteries, que l'année suivante, pour une même consommation vous mettez 3 heures, il est évident que vos batteries sont en mauvais état et ce phénomène (temps de recharge) va s'accroître rapidement. Certains garagistes testent les batteries avec une pince ayant une forte résistance. Cette mesure a pour but de connaître le courant instantané que peut fournir la batterie. En fait, cet électrochoc n'est pas recommandé.

Quels sont les éléments importants à changer ?

Si vous estimez que votre parc de batteries est insuffisant ou que le moment est venu de les changer, bien souvent, on est contraint de partir sur les mêmes modèles pour des raisons d'emplacement. Même modèle en dimensions et en disposition des bornes, ne signifie pas nécessairement même technologie. On trouve sur le marché des batteries fermées (plomb calcium), AGM ou gel qui ont les mêmes dimensions que les anciennes batteries ouvertes. Profitez de ce remplacement pour partir sur des modèles présentant de meilleures performances que vos batteries précédentes. Deux autres points sont à vérifier : l'état des câbles et des robinets de batteries. Les câbles de cuivre vieillissent avec le temps, charbonnent et deviennent moins bons conducteurs. Des câbles de bonne qualité ont une durée de vie beaucoup plus longue que les batteries, mais si votre bateau a quelques dizaines d'années n'hésitez pas à les changer. En général, pour relier les batteries entre elles, on utilise du câble souple (spécial batterie) de 35 mm². Sur un bateau, le câble le plus sollicité est celui qui va de la batterie moteur au démarreur. La moindre fuite sur ce dernier et le moteur a du mal à démarrer. Pour les robinets, la législation impose d'en avoir un sur la ligne négative, souvent commune aux batteries de servitude et de service et un sur la ligne positive. Tout comme le câble, ces robinets vieillissent et peuvent présenter de mauvais contacts. Si vous devez les manipuler plusieurs fois pour que le contact s'établisse, n'hésitez pas à les remplacer.



Robinetts © Figaro Nautisme

Les moyens de recharge

L'alternateur standard

Tous les moteurs in-bord possèdent un alternateur. Il en est de même sur les hors-bords à partir d'une certaine puissance. Cet alternateur a pour fonction de recharger les batteries lorsque le moteur est en service. Un alternateur est entraîné par une courroie attelée au moteur. Cet élément mécanique équipé d'enroulements fixes et mobiles (stator et rotor) transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Il est défini par deux données : sa puissance (courant maximum qu'il peut délivrer) et sa tension compatible avec celles des batteries. Sur les modèles standards, le courant est compris entre 45 et 115 ampères suivant la puissance du moteur et une tension de l'ordre de 14,2 volts. La valeur du courant et de la tension maximum sont imposées par construction et ne peuvent être réglées par l'utilisateur. Elles sont régulées en fonction de l'état des batteries. Cette régulation est effectuée par un régulateur interne à l'alternateur.

Un alternateur commence à fournir du courant à une vitesse d'environ 1200/min et donne son maximum de courant entre 3000 et 4000/min. Le rapport poulies alternateur/moteur est compris entre 2 et 3. Un moteur qui tourne entre 1200 et 1500 t/min permet à l'alternateur de fournir son maximum. Inutile de faire tourner le moteur plus vite, on ne recharge pas plus. Le courant fourni par un alternateur est fonction de sa puissance. Un alternateur de 70 ampères peut fournir au maximum ce courant. Par exemple pour un guindeau qui demande 100 ampères, 70 sont fournis par l'alternateur et 30 prélevés sur les batteries, inutile de faire tourner plus vite le moteur, il ne fournira pas plus de courant.



Alternateur standard © Figaro Nautisme

Les moyens de recharge

Peut-il assurer une recharge à 100% ?

Lorsque le moteur de propulsion tourne, l'alternateur est entraîné par celui-ci et fournit un courant de charge et une tension compatible avec celle des batteries. Théoriquement, on recharge les batteries. En pratique, c'est partiellement vrai, mais deux points viennent perturber cette recharge. Tout d'abord, la tension qui a un maximum impose non compatible avec toutes les technologies de batteries. Celles utilisées en marine ont une tension de fin de charge comprise entre 14,6 et 15,2 volts. Prenons deux exemples, l'un sur un bateau moteur, l'autre sur un voilier. Sur un bateau moteur, lorsque le bateau fait route, l'alternateur recharge les batteries et compense la consommation du bord. Lorsque les batteries sont chargées, la tension se stabilise et l'alternateur fournit le courant nécessaire à la consommation du bord (éclairage, électronique, confort). Lorsque Ton navigue à la voile, on décharge les batteries, elles ne sont rechargées que lorsque le moteur tourne, il en résulte une recharge partielle. Dans les deux cas, un alternateur standard fournit une tension trop basse pour recharger à 100% les batteries. Au mieux, on peut espérer une recharge à 80%. Pour cette raison et éviter une usure prématurée des batteries, il est conseillé de les remettre à niveau avec un chargeur lorsque Ton rentre au port. Ensuite, un autre élément vient perturber la charge: le répartiteur de charge. Sur la majorité des bateaux, on a au minimum deux paires batteries, un pour le moteur et un pour les servitudes. Sur certains bateaux, il n'y a pas de répartiteur mais un rotacteur qui permet de choisir à l'utilisation la batterie 1, la batterie 2 ou les batteries 1+2. Ce montage est une contrainte car pour recharger l'ensemble des batteries, il faut positionner le rotacteur sur 1+2 et lorsque le moteur est à l'arrêt sélectionner la batterie 1 ou 2 pour la consommation du bord. Si on oublie, on décharge l'ensemble des batteries. Le répartiteur qui est intercalé entre l'alternateur et les batteries, assure deux fonctions: il permet à l'alternateur de voir du point de vue électrique, toutes les batteries et d'isoler les paires batteries entre eux. Séduisant comme principe mais il a un point négatif, les diodes provoquent une chute de tension d'environ 0,6 volt quel que soit le courant qui les traverse. Une tension maximum de 14,2 volts en sortie d'alternateur, une perte de 0,6 volt et on se retrouve avec moins de 14 volts aux bornes des batteries. Cette tension est trop faible pour assurer une recharge efficace à 100%. La solution est de remplacer le répartiteur standard par un répartiteur électronique. Le montage est identique et ce dernier n'a aucune chute de tension. Reste une solution avant d'envisager de changer d'alternateur: remplacer son régulateur par un régulateur évolué. Un tel régulateur mesure en permanence l'état de charge des batteries et délivre un courant qui est fonction de cet état. Il travaille comme un chargeur (cf. chargeur): au départ, il fournit un courant important lorsqu'il considère les batteries chargées, il passe en mode égalisation pour les stabiliser puis en mode floating lorsque le processus de charge est terminé. Dans ce mode, il ne fournit que le courant demandé par les consommateurs du bord.

Les 3 points qu'il faut retenir sur un alternateur standard:

1. Préférer le répartiteur de charge au rotacteur.



Rotacteur © Figaro Nautisme

2. Prendre un répartiteur électronique qui assure une meilleure recharge que le standard.
3. Remplacer le régulateur standard par un système évolué pour une recharge optimum.

Changer d'alternateur

Si vous estimez que votre alternateur est trop faible pour recharger vos batteries, la solution est de le changer. Vous pouvez prendre un alternateur plus puissant qui délivre un courant plus important. Ce qui aura pour conséquence un début de charge plus rapide et un courant qui permet de mieux compenser les gros consommateurs (guindeau ou propulseur). Ce sont les seuls points positifs, car en fait il y a peu de gain sur la charge, ce qui est le but recherché. Pour optimiser la charge, la solution est de s'orienter vers un alternateur spécifique plus puissant que votre alternateur standard. Celui-ci est équipé d'un régulateur à micro-processeur qui travaille comme un chargeur en trois phases: boost, absorption et floating. Chaque phase peut être réglée indépendamment en fonction de la capacité des batteries et de leur technologie. On retrouve sur ces alternateurs le même principe que celui que nous avons évoqué sur le régulateur évolué. Avec un tel alternateur, on peut estimer que le gain de temps sur la charge est de l'ordre de 50% et qu'il est possible de recharger les batteries pratiquement à 100% (fonction du temps de fonctionnement).

Le bon fonctionnement de l'alternateur

Sur le tableau de contrôle, on trouve un voyant de charge. Lorsque le moteur est sous tension et ne tourne pas il doit être rouge, lorsqu'il tourne il s'éteint. Si ce voyant s'allume sans raison, il faut vérifier en premier sa courroie d'entraînement, elle peut être cassée ou détendue. Attention, cette courroie entraîne bien souvent la pompe à eau de refroidissement du moteur. Donc pour éviter une surchauffe du moteur, il faut l'arrêter rapidement. Si la cause ne provient pas de la courroie, elle est liée à l'alternateur. Il faut vérifier en premier ses connexions. C'est bien souvent un fil qui est desserré ou une cosse débranchée. Certains bateaux sont équipés d'ampèremètre et de voltmètre (voire d'un gestionnaire de batterie) qui permet de vérifier le bon fonctionnement de l'alternateur. Le voltmètre doit indiquer une tension voisine de 14 volts et l'ampèremètre, le courant de charge. Lorsque les batteries sont chargées, il tend vers zéro mais ne doit jamais passer en négatif. Pour la maintenance, il faut au minimum une courroie de rechange. Pour une grande traversée, il faut prévoir un kit de maintenance (régulateur, charbons, voyant de charge, etc.).

Le chargeur de batterie

C'est l'équipement indispensable à partir du moment où Ton a des batteries. C'est le seul moyen efficace pour les recharger: au port lorsque Ton dispose d'une borne de quai 230 volts et à bord sur les bateaux équipés d'un groupe électrogène.

Les premiers modèles spécifiques marins sont apparus dans les années 80. Avant, on utilisait des chargeurs terrestres développés principalement pour l'automobile.



Répartiteur © Figaro Nautisme

Les moyens de recharge

Terrestre ou marin : ce qui explique la différence de prix

Lorsque l'on regarde les prix d'un chargeur chez un équipementier automobile et ceux chez un accastilleur, la différence de prix peut atteindre un rapport 10. Est-ce justifié? Oui, si l'on recherche du matériel de qualité répondant à des spécifications précises dont on a besoin sur un bateau. Schématiquement, le modèle de base proposé en terrestre est constitué d'un transformateur qui transforme le 230volts alternatif en 12 volts. Cette tension est ensuite redressée avec des diodes pour la rendre compatible avec celle des batteries. Lorsque l'on utilise un tel chargeur, la batterie doit être isolée du circuit (bornes déconnectées) et l'on doit surveiller la charge. Sur certains modèles, lorsque la batterie est considérée comme chargée, le chargeur coupe automatiquement la charge.

Les premiers chargeurs marins, que l'on trouve encore sur de nombreux bateaux, ont repris ce principe de base (transformateur/redresseur), mais en se fixant cinq critères.

Le chargeur doit :

- rester branché à demeure sur les batteries,
- assurer la recharge de plusieurs paires,
- s'adapter aux différentes technologies de batteries,
- assurer la pleine charge des batteries
- se couper en fin de charge.

Pour ce faire après redressement et transformation en 12 volts, on trouve un circuit de régulation électronique. Ce circuit permet de programmer la tension de sortie en fonction de la technologie des batteries. Il est également équipé d'un répartiteur de charge qui permet de recharger plusieurs paires de batteries. Les premiers modèles disposaient d'un régulateur de tension qui coupait automatiquement la charge lorsque les batteries étaient chargées et ne la reprenaient que lorsqu'elles étaient déchargées de 30 à 40%. Le principal inconvénient de cet automatisme était que lorsque l'on quittait le bateau, en coupant l'alimentation, on n'avait pas la certitude que les batteries étaient chargées à 100%. La deuxième génération a porté sur un automatisme complet. Le chargeur se transforme en alimentation électrique du bord. Il reste branché en permanence aux bornes des batteries, recharge ces dernières et fournit le courant nécessaire à l'alimentation des appareils électriques du bord. Par exemple, vous êtes au port, le chargeur est branché sur la borne de quai et vous consommez du courant (éclairage, électronique, confort). Le chargeur assure deux fonctions : la recharge des batteries et l'alimentation du bord, dans la limite de ses possibilités. Lorsque ces dernières sont rechargées à 100%, le courant délivré par le chargeur sert uniquement à l'alimentation du bord. Si vous demandez un courant supérieur à sa puissance, par exemple 50 ampères, il en fournira 40 et l'excédent sera prélevé sur les batteries. La courbe de charge de ces modèles à transformateur n'est pas décroissante comme sur les modèles basiques car il travaille en trois phases : boost, égalisation et floating. Au départ le chargeur délivre un courant maximum et une tension relativement basse (12,5 à 13 volts) c'est la phase de boost. En fonction de la charge de la batterie, le courant décroît doucement et inversement, la tension augmente pour atteindre le maximum programmé en fonction de sa technologie. On arrive à l'équilibre courant/tension : c'est la phase d'égalisation où le chargeur effectue la fin de charge. Une fois celle-ci obtenue, il passe en mode floating et délivre un petit courant d'entretien. Pendant le boost, la batterie est rechargée à environ 80%, l'égalisation complète la charge. Un cycle complet dure suivant les modèles entre 8 et 10 heures.

Les limites des chargeurs à transformateur

La première est la sensibilité à la tension secteur. Le transformateur d'entrée comme son nom l'indique transforme la tension 230volts en 12 volts. Si la tension secteur est inférieure à 230volts, ce qui est souvent le cas sur les bornes de quai, la tension de sortie est inférieure à 12 volts. De ce fait, le courant délivré est inférieur à celui prévu. Un modèle conçu pour délivrer 40 ampères n'en délivrera que 30 s'il est alimenté sous 200volts. La deuxième limite concerne la fréquence. En Europe, elle est de 50 hertz : le transformateur est calculé pour cette dernière. Si vous naviguez dans les pays où la fréquence est de 60 hertz, pas de problème. Si vous allez

dans ceux où elle est de 60 hertz, comme aux États-Unis, le transformateur va vibrer et chauffer, il aura un mauvais rendement. Certains pays fournissent une tension de 115 volts. Si vous êtes amené à les fréquenter prenez un modèle bitemps 230/115volts.

La dernière génération : le découpage

Le chargeur que nous venons de décrire est simple, facile à réparer, mais il a ses limites. Pour y remédier, les constructeurs se sont tournés vers une autre technique : le découpage. Là, plus de transformateur lourd et sensible à la tension et à la fréquence mais un système électronique dérivé des alimentations conçues pour l'informatique. Le principe de charge en trois phases et la possibilité de régler la courbe de sortie en fonction de la technologie des batteries restent les mêmes. Ce qu'ils apportent en plus c'est l'insensibilité à la tension secteur et à la fréquence. Les toutes dernières générations admettent une tension d'entrée comprise entre 90 et 265volts dans une fourchette de fréquence de 47 à 65 hertz avec une détection tension/fréquence automatique. Suivant les marques, les dernières innovations techniques portent également sur la courbe de charge qui s'adapte à toutes les générations de batteries du plomb ouvert au lithium-ion et qui reprend la charge là où elle a été interrompue. Cette interruption peut être volontaire, on quitte le bateau et on coupe le chargeur, ou accidentelle, due à une coupure secteur, fréquente sur un ponton. Dans ces cas de coupure, le chargeur garde en mémoire l'état de charge et reprend celle-ci où elle avait été interrompue sans reprendre le cycle complet boost/égalisation/floating.

Le découpage : que des avantages ?

Nous avons cité tous les avantages par rapport au chargeur traditionnel à transformateur que ce soit sur l'insensibilité secteur, les réglages automatiques, le gain de poids important et toutes les dernières innovations. Le seul point négatif est la maintenance. Sur un chargeur traditionnel, l'on pouvait changer le transformateur, les diodes, la ou les cartes de régulation. Dans le découpage, tous les composants sont intégrés sur une seule plaque. En cas de problème, il faut la remplacer comme c'est le cas sur pratiquement tous les appareils électroniques et informatiques.

S'équiper à bord

Le chargeur doit être dimensionné en fonction du pare de batteries. Avec les anciennes générations, on avait comme règle de prendre un modèle égal à 10% de la capacité des batteries. Avec la nouvelle génération à découpage qui règle en fonction de la capacité des batteries, on peut aller jusqu'à 15% à 20%. Par exemple, pour un pare batteries de 200 Ah, on s'oriente vers un chargeur de 30 à 40 ampères. Tous les chargeurs possèdent au minimum deux sorties, plus une dédiée à la batterie moteur. À bord, le chargeur doit être à poste fixe, au plus près des batteries. Son alimentation 230volts doit être protégée par un disjoncteur différentiel. Sur le marché, il existe de nombreux modèles. N'hésitez pas à vous adresser à un revendeur qui saura vous conseiller sur le produit qui convient le mieux pour votre bateau. Orientez-vous vers un produit de marque connue, fabriqué ou représenté en France et conçu pour une utilisation marine.

L'alternateur d'arbre

Cette solution qui consiste à entraîner un alternateur via l'arbre d'hélice est séduisante. On navigue sous voile, l'hélice tourne librement et entraîne via une courroie, un alternateur. Ce système est intéressant mais pas toujours réalisable, en particulier, sur les voiliers modernes. Les quatre critères pour pouvoir l'installer sont :

1. Le moteur doit posséder une ligne d'arbre (pas de saildrive). Bien que certains chantiers (comme Amel) aient adapté un système pour saildrive.
2. Le dégagement sous l'arbre doit être au minimum de 14cm (beaucoup de bateaux n'ont pas ce dégagement).
3. L'hélice doit tourner avec suffisamment de couple (pas de modèle bee de canard ou de mise en drapeau), l'idéal est une tripale.
4. L'inverseur doit pouvoir tourner à vide (certains modèles hydrauliques sont lubrifiés par le moteur et il n'est pas conseillé de les faire tourner à vide).

Les moyens de recharge

Si vous remplissez tous ces critères, l'alternateur d'arbre est une solution en navigation. Il compense une bonne partie de la consommation du bord. Pour pouvoir fournir du courant, l'alternateur doit tourner suffisamment vite. Pour cette raison, le modèle retenu est dit à bas-amorpage. Il commence à fournir du courant à partir de 300t/min et peut délivrer un courant maximum de 25 ampères. Pour obtenir une rotation rapide, le rapport entre la poulie placée sur l'arbre et celle de l'alternateur doit être au minimum de 4 (20 cm sur l'arbre, 5 cm sur l'alternateur). Sur les bateaux qui répondent à tous les critères mécaniques, l'apport d'énergie est loin d'être négligeable, il peut atteindre 10 à 15 ampères à 8 noeuds. Mais, attention, l'installation mécanique n'est pas évidente.

Alternateur traîné, une variante de l'alternateur d'arbre

On retrouve le même type d'alternateur bas-amorpage que pour l'alternateur d'arbre, mais cette fois il n'est pas entraîné par l'hélice de propulsion du bateau mais par une hélice traînée derrière le bateau. Elle est placée à l'extrémité d'un cordage solidaire de l'alternateur. Ce système simple présente toutefois quelques contraintes et limites d'utilisation. La première est son usage. Il est bien adapté pour une grande traversée lorsque l'on tire de grands bords sur une même amure. Ensuite, la longueur du cordage entre l'alternateur et l'hélice n'est pas standard. Elle dépend de la hauteur du tableau arrière ou du balcon où est fixé l'alternateur (en moyenne entre 12 et 18 m). Par contre, si la mise à l'eau de l'hélice lorsque le bateau fait route est simple, sa remontée est plus délicate car on doit stopper le bateau. L'alternateur, pour éviter les coups de rappel du cordage et les différences de hauteur en fonction de la houle, ne doit pas être installé rigidement. Les solutions retenues sont soit sur un cardan qui est fourni soit avec un cordage. Côté électrique, la sortie de l'alternateur (deux fils) est directement reliée sur les batteries ou par l'intermédiaire d'un répartiteur. Le courant délivré est lié à la puissance de l'alternateur et à la vitesse du bateau. En moyenne, on peut l'évaluer à l'ampère par noeud au-dessus de 5 noeuds soit 6 ampères à 6 noeuds donc une production loin d'être négligeable.

A noter qu'une société anglaise propose une éolienne qui peut se transformer en alternateur traîné.

L'hydrogénérateur, le préféré des coureurs

Les récentes courses au large ont redonné une nouvelle jeunesse à l'hydrogénérateur, système qui avait vu le jour dans les années 80. Plusieurs sociétés en proposent y compris certaines comme *Save Marine*, spécialisée dans les générateurs



Alternateur d'arbre © Figaro Nautisme

électriques hydroliens et éoliens. Le principe est simple: un alternateur, entraîné par la force de l'eau, produit de l'énergie électrique. On est proche de l'alternateur d'arbre traîné. Deux techniques ont été retenues: un entraînement mécanique de l'alternateur ou une turbine immergée. Cette deuxième solution apparue depuis peu sur le marché ne manque pas d'intérêt. La turbine, les aimants et les bobines sont noyés dans une résine composite, ce qui leur assure une étanchéité totale.



3, rue des Arts & Métiers
38000 Grenoble
France

Service Commercial

Tél.: +33 (0)6 46 82 29 31

Email: contact@save-marine.com

L'hydrogénérateur Save Marine H240

Une électricité propre et disponible
à bord de votre voilier

www.save-marine.com



Les moyens de recharge



Mise en place hydrogénérateur © Figaro Nautisme

De ce fait, le générateur n'a pas besoin d'être étanche. Le carénage particulier de la turbine (diamètre 335 mm) assure un effet Venturi qui engendre une accélération du flux de l'eau, en le perturbant au minimum tout en diminuant la traînée. Reste le traitement de la tension fournie par l'alternateur. Là, les nouvelles technologies comme celles développées pour les chargeurs à découpage, sont utilisées. Un boîtier électronique permet d'entrer le type de batteries (AGM, plomb calcium, gel, etc.) ainsi que la tension (12 ou 24volts), il ajuste alors la courbe de charge la mieux adaptée en fonction de l'état des batteries et du courant demandé. Et la fixation se fait sur le tableau arrière, pour mettre en place le système et le retirer. Bien souvent, pour les constructeurs c'est plus simple de gérer l'électronique que la mécanique. Avant de concrétiser un achat, il faut vous renseigner avec précision sur ces points en fonction de votre bateau en particulier de son tableau arrière. Un produit adapté à un bateau de course ne l'est pas nécessairement à un bateau de plaisance. Ce ne sont ni les mêmes budgets ni les mêmes contraintes, mais les performances obtenues sont loin d'être négligeables comme nous avons pu le juger lors de nos essais.

Les panneaux solaires: pour rester branché

Le solaire est très tendance, on l'utilise dans de nombreux domaines. Cela va de l'éclairage public aux maisons individuelles. Le nautisme ne pouvait pas échapper à cette mode et ce d'autant plus que la technologie évolue et que les prix sont revus à la baisse. Mais, le tout solaire, à moins de disposer d'un pont de plusieurs dizaines de m² ou être très modeste en consommation, n'est pas encore envisageable.

Comment ça marche?

Une cellule solaire est constituée de deux plaques de silicium, l'une dans laquelle on a introduit un corps positif, et dans l'autre un négatif. À l'équilibre, il n'y a pas de tension à la jonction entre les deux plaques. Si Ton éclaire cette cellule, on modifie l'équilibre et une tension apparaît. Elle est toujours comprise entre 0,5 et 0,6 volt. Pour réaliser un panneau solaire de 12 volts, on met en série, comme pour des éléments de batteries, entre 30 et 36 cellules.

Les trois grandes familles

Plusieurs techniques sont employées pour réaliser un panneau. Elles portent le nom d'amorphe, monocristallin et polycristallin. Le panneau amorphe a pratiquement disparu du marché. Le polycristallin qui a été longtemps le plus répandu à cause de son prix de revient moins élevé que le monocristallin est maintenant



Turbine immergée © Figaro Nautisme



Panneau solaire © Figaro Nautisme



Panneau solaire © Figaro Nautisme

supplante par ce dernier qui a de meilleures performances et un prix équivalent.

Ces panneaux peuvent être souples (maximum 30% de flexibilité), semi-rigides (maximum 2 à 8% de flexibilité) ou rigides. On reconnaît un panneau à son apparence. Un amorphe est de couleur brun clair, un monocristallin a une surface brillante de couleur bleue, mais qui peut être recouverte d'un revêtement noir et, sur le polycristallin, on remarque les reflets des cristaux de silicium.

Que peut-on attendre d'un panneau solaire?

Le développement des panneaux monocristallins a permis d'obtenir un rendement acceptable. Non seulement les cellules sont plus performantes mais leur disposition avec le câblage sur l'arrière du panneau a permis d'optimiser la surface active. Les données des constructeurs s'appliquent pour des conditions optimales: mesure à midi, panneau orienté face au soleil et incliné à la latitude du lieu. Des conditions difficilement réalisables sur un bateau. En règle générale, sur les panneaux de la dernière génération (monocristallin), le rendement théorique est

Les moyens de recharge

de l'ordre de 75%. Si on prend par exemple un modèle de 100 watts, s'il est installé dans de bonnes conditions, on peut estimer une production moyennée sur 24 heures, de 40 ampères. Cela compense la consommation d'un réfrigérateur.

L'installation sur un bateau

C'est le point le plus délicat. Si vous en avez la possibilité, le meilleur emplacement est sur un portique ou un matereau à l'arrière du bateau. L'idéal, est de pouvoir orienter le panneau. Pour cette installation, on s'oriente vers des panneaux rigides. Pour une installation sur le rout, à plat pont ou sur le panneau de descente, il faut, suivant la courbure du pont, s'orienter vers des panneaux semi-rigides ou souples. Mais attention, il faut des modèles sur lesquels on puisse marcher et certains modèles ne peuvent pas être collés directement sur le pont à cause de la dissipation de chaleur. Quel que soit le modèle retenu, il faut qu'il soit conçu pour une utilisation en milieu salin (traitement en particulier de la connectique). Tout comme les batteries, les panneaux peuvent être montés en série pour doubler la tension ou en parallèle, pour, à tension égale, doubler la puissance. Entre les panneaux et les batteries, il faut installer un régulateur pour éviter les surcharges. Les dernières générations MPPT sont celles qui donnent les meilleures performances.



Panneau solaire © Figaro Nautisme

Les éoliennes une énergie dans le vent

L'éolienne est comme le panneau solaire, un producteur qui fournit de l'énergie aussi bien en navigation qu'au mouillage.

Un principe bien connu

L'éolienne la plus répandue est à axe horizontal bien que sur le marché, on trouve un modèle de faible puissance à axe vertical. Son principe est simple, une hélice constituée de trois à cinq pales entraîne un alternateur. La puissance délivrée dépend du diamètre balayé par les pales. Plus il est important, plus la puissance est élevée. Les données des constructeurs donnent en moyenne une puissance voisine de 50 watts (4 ampères) pour les petits modèles de 60 cm pour atteindre 120 W (10 ampères) pour les plus grandes. Pour un même vent de 15 nœuds, on obtient sur un modèle de 60 cm une puissance voisine de 10 watts et pour un modèle de 120 cm, 80 watts. La puissance augmente avec la vitesse du vent, mais le rendement reste lié aux nombres de pales. Sur un modèle trois pales, il est de 30% alors qu'il ne dépasse pas 25% sur une cinq pales. Les performances sont un compromis entre production à faible vitesse, nombres de pales et puissance maximale.

Les nuisances sonores

Elles ne sont pas uniquement liées aux nombres de pales. En principe, une cinq pales est plus silencieuse qu'une trois mais il faut tenir compte de l'équilibrage des pales. Certains modèles ont du mal à rester dans le vent. Elles tournent sur elles-mêmes, s'arrêtent et repartent. Le bruit qu'elles produisent peut, dans ce cas, être important. Un bon conseil, observez les éoliennes dans un port, vous aurez une bonne idée du bruit qu'elles engendrent.

L'installation

Il suffit de regarder les réalisations sur les bateaux. Cela va du matereau à l'arceau en passant par des montages sur le mât. Le point le plus important est qu'elles soient suffisamment hautes pour éviter les accidents, montées si possible sur des amortisseurs (silentbloc) pour réduire les vibrations et dans un endroit où l'écoulement de l'air n'est pas perturbé. Les meilleures solutions sont le matereau ou le portique.

Côté électrique, l'éolienne est reliée aux batteries via un régulateur. Il existe sur le marché des régulateurs à deux entrées, l'une pour les panneaux solaires, l'autre pour l'éolienne.



Éolienne sur mât © Figaro Nautisme



Éolienne à axe horizontal © Figaro Nautisme

Les moyens de recharge



Éolienne à axe vertical © Figaro Nautisme



Éolienne sur arceau © Figaro Nautisme

La pile à combustible

Un principe proche de la batterie

Dans la pile à combustible, on retrouve un générateur de courant continu (comme dans une batterie) qui produit de l'électricité par réaction chimique entre l'hydrogène et l'oxygène. Mais, à l'inverse de la pile traditionnelle, voire de la batterie, elle ne se décharge pas. Elle produit de l'énergie tant qu'il y a apport de combustible. Elle est constituée d'une anode et d'une cathode séparées par de l'électrolyte. L'anode est alimentée en combustible et la cathode en oxygène (de l'air). Le combustible doit être riche en hydrogène, c'est pourquoi le méthanol a été retenu. Ce carburant a l'avantage d'être liquide à température normale. Il est un des rares carburants réactifs (avec l'hydrogène) à pouvoir être utilisé à température moyenne (de l'ordre de 65°C). L'utilisation de ce carburant oblige à employer non pas du plomb comme dans une batterie standard, mais un métal qui s'oxyde à basse température. Il faut donc se tourner vers un métal rare. A ce jour, celui qui a été choisi est le platine. Pour l'électrolyte, ce n'est pas du liquide comme dans une batterie standard mais des membranes polymères plus faciles à mettre en œuvre. Cependant avec un inconvénient: avec le temps elles perdent de leur efficacité à cause de l'encrassement de l'élément réactif. En pratique, dès qu'une pile à combustible est mise en service, elle se détériore doucement, mais pour l'utilisateur la tension finale est constante.

Une consommation raisonnable mais un coût élevé

Pour que le cycle de production de courant démarre, quelques gouttes de méthanol sont portées à une température de 60° par une résistance alimentée par la batterie du bord. A partir de là, la réaction entre l'hydrogène (contenu dans le

méthanol) et l'oxygène est active et la pile fournit du courant. Côté méthanol, comptez une consommation d'environ 1,2 litre par 24 heures. A ce jour, sont proposés trois produits ayant des puissances de 40, 72 et 105 watts ce qui représente un courant disponible de 3,3 à 8,8 ampères soit de 60 à 210 Ah. En clair, si vous consommez 200 ampères par 24 heures (8 ampères par heure), le modèle 105 watts est à même de maintenir vos batteries chargées et de compenser votre consommation d'énergie. Les avantages par rapport aux autres équipements (groupe, éolienne, hydrogénérateur, etc.) sont la facilité de mise en œuvre, le poids (8 kg pour le modèle 210 Ah) et la faible consommation de carburant (1,2 l/24 heures). Restent deux points négatifs: le prix d'achat, le méthanol pas toujours évident à trouver et cher.



Pile à combustible © Figaro Nautisme

DÉCOUVREZ LA COLLECTION BLOC MARINE

Méditerranée, Manche / Atlantique, Antilles et Espagne & Portugal

En vente chez tous les professionnels du nautisme



Les moyens de recharge

Le groupe électrogène

Produisez votre 230 volts

Le groupe électrogène reste la solution la plus efficace pour disposer du 230volts à bord. Il existe en deux versions: le portable et le fixe. Le portable est un modèle conçu à l'origine pour le terrestre. Sa puissance limitée et le carburant utilisé (essence) demandent certaines précautions d'utilisation et limitent son utilisation à des tâches ponctuelles. Le fixe marinisé est proche du moteur de propulsion (diesel) entraînant une génératrice. Son installation est à demeure sur le bateau et il peut fonctionner quelles que soient les conditions.



Groupe électrogène © Vetus

Le groupe portable

Pour une utilisation d'appoint

Comme pour le moteur hors-bord, il existe avec un moteur deux temps ou quatre temps. Le deux temps qui utilise comme carburant du mélange (essence/huile), cède progressivement la place au quatre temps. Celui-ci est légèrement plus lourd mais a comme avantage de fonctionner avec de l'essence, il est moins bruyant et ne demande comme entretien périodique qu'une vidange d'huile.

La bonne puissance

Certains modèles délivrent une tension sous une fréquence de 50 et 60 Hz. Attention, celle en 50 hz que nous utilisons pour nos appareils est 25% moins élevée. En fait, un groupe de 1500 watts 60 hz ne fait que 1200 watts sous 50 hz. La puissance est donnée selon trois critères: maximal, nominal et continu. La puissance maximale ne peut être utilisée qu'au maximum pendant 30 minutes, la nominale moins de deux heures. Au-delà, il ne faut utiliser que 60% de la puissance. Donc si on utilise un groupe 1500 watts (50 hz) au-delà de 2 heures, on n'aura que 900 watts de disponibles.

Les contraintes d'utilisation

Le dégagement de gaz (monoxyde de carbone) oblige à utiliser le groupe en extérieur (sur le pont ou dans la jupe). Cette contrainte limite son utilisation lorsqu'on est au mouillage. En navigation, à moins que le temps soit clément et qu'il soit bien arrimé, l'utilisation n'est pas conseillée. A bord, sa principale utilisation sera de recharger les batteries. Dans ce cas, deux solutions: utiliser sa sortie 12 volts ou alimenter le chargeur de batteries. Comme la sortie 12 volts n'est pas régulée, elle ne recharge pas efficacement. Il vaut mieux passer par le chargeur du bateau. Attention, bien choisir un groupe qui délivre la bonne puissance pour l'alimenter!

Un groupe portable est conçu pour une utilisation terrestre. Sur un bateau, il faut éviter les projections d'eau et le ranger dans un endroit sec, à plat et bien arrimé.



Groupe électrogène portable © Figaro Nautisme

Les moyens de recharge

Le groupe fixe

La solution sur un bateau de croisière

Nous avons là un produit spécifique pour une utilisation marine. S'il est bien adapté, c'est un moyen efficace pour fournir de l'énergie à bord. Contrairement aux idées reçues, il trouve sa place sur des unités à partir de 10 mètres.

Principe d'un groupe

À l'inverse du moteur de propulsion qu'il n'est pas conseillé de faire tourner à vide et qui ne produit du courant que par l'intermédiaire de son alternateur, un groupe est conçu pour fonctionner à une vitesse fixe (1500 ou 3000 t/mn). Il entraîne une génératrice, qui, selon sa puissance peut délivrer un courant important sous 230 volts.

Différents modèles

La puissance du groupe détermine le type de son moteur. Pour des puissances inférieures à 4000 watts, il est bien souvent monocylindre avec un refroidissement direct de l'eau de mer et tourne à une vitesse de 3000 t/mn. Au-delà, ce sont des deux, trois, quatre ou six cylindres, à refroidissement indirect. Quant à la vitesse de rotation, elle est de 1500 t/min.

Les convertisseurs

Le convertisseur, encore appelé onduleur, est un appareil qui transforme une tension continue comme celle des batteries en alternatif. À noter qu'il existe également des convertisseurs continu/continu qui transforment le 12 volts en 24 volts ou inversement et des convertisseurs pour isoler deux circuits.

S'équiper d'un convertisseur

Généralement, c'est pour une application ponctuelle lorsque l'on ne dispose pas de 230 volts à bord. Les applications les plus courantes sont la recharge des accu (téléphone portable, appareil photo, etc.), l'utilisation des ordinateurs portables voire les VHF qui sont livrées bien souvent avec un chargeur 230 volts. Pour ces applications qui demandent peu de puissance, on peut se contenter d'un modèle 250 watts. Pour les gros consommateurs, tels qu'un four à micro-ondes, il faut s'orienter vers un modèle de 1500 watts.

Quel modèle choisir ?

Il existe sur le marché deux types de convertisseurs :

- les sinusoïdaux qui délivrent une tension parfaitement sinusoïdale comme celle du secteur.

Les besoins à bord

La puissance du groupe est définie en fonction des besoins du bord, de la place disponible et de son budget. Il faut prendre en compte tous les appareils fonctionnant sous 230 volts (chargeur, dessalinisateur, plaque de cuisson, four, chauffage, machine à laver, climatisation, etc.). Bien souvent, il faut faire un compromis entre puissance et utilisation. On trouve des modèles de 3000 à 4000 watts 3000 t/min sur des bateaux de moins de 12 mètres. Ce type de groupe est conçu pour une utilisation journalière de 3 à 5 heures. À titre indicatif, un modèle monocylindre (3000 t/mn) pèse moins de 80 kg et son encombrement en cocon n'est que de 50 x 50 x 35 cm. Il trouve aisément sa place dans un coffre. Il peut alimenter sans problème en même temps des chargeurs et un dessalinisateur. Pour la même puissance, un 1500 t/min a un poids deux fois supérieur. Sur les bateaux équipés de climatisation, de cuisine tout électrique ou encore de machine à laver, le modèle retenu par les chantiers a une puissance comprise entre 6000 et 9000 watts, tourne à 1500 t/min et est équipé d'un moteur de 4 cylindres. Un tel groupe est conçu pour tourner en continu.

- Et les pseudo-sinus ou quasi sinus qui délivrent une tension trapézoïdale.

Pour les appareils peu sensibles tels que l'électroménager, l'outillage ou encore le four à micro-ondes, on peut se contenter d'un pseudo-sinus beaucoup moins onéreux que le pur sinus. Pour les applications telles que la télévision, le caméscope ou la hi-fi où il y a risque de déformation de l'image ou du son, il faut s'orienter vers un sinusoïdal. Il en sera de même pour l'informatique.

Attention à l'installation

Un convertisseur est un gros consommateur de courant. Par exemple, un 250 watts prélève théoriquement, à pleine charge, sur la batterie de 12 volts (250/12) 20 ampères mais compte tenu de son rendement, il faut compter au minimum 25 ampères. Pour un 1500 watts, c'est 130 ampères. Pour cette raison, il doit être installé au plus près des batteries.

LA VERSION NUMÉRIQUE DU BLOC MARINE, LA RÉFÉRENCE DEPUIS 53 ANS !

GUIDES ESCALES
DU BLOC MARINE

Toutes les informations
indispensables à vos navigations



22 ZONES CÔTIÈRES FRANÇAISES

Les moyens de contrôle de sécurité

Le contrôleur de batterie

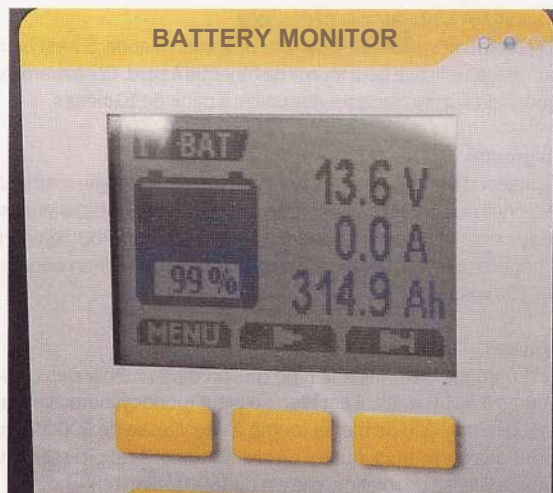
Encore appelé gestionnaire de batterie, il permet de gérer efficacement l'énergie du bord.

Ce que Ton trouve sur les bateaux

Il est rarement installé en série. Sur un bateau, le minimum est un voyant de charge qui indique le bon fonctionnement de l'alternateur, un voltmètre pour la tension et un ampèremètre pour le courant (produit et consommé). Ces instruments donnent une indication, ils ne gèrent pas l'énergie avec précision. Par exemple, le voltmètre n'est pas assez précis pour indiquer la tension d'une batterie chargée (12,65 volts) et déchargée à 50% (12,25 volts). De même, l'ampèremètre peut difficilement indiquer le courant fort produit par un alternateur et un courant faible provenant d'un panneau solaire. Un contrôleur travaille différemment, il donne des mesures précises sur l'énergie produite quelle que soit la source (alternateur, chargeur, éolienne, panneaux solaires, etc.), sur la consommation du bord et indique en permanence l'état des batteries.

Une installation simple

Il est constitué d'une résistance de faible valeur (shunt) et de haute précision, placée entre les batteries et les circuits électriques. Le passage du courant (consomme ou produit) dans ce shunt (photo 44) provoque une petite chute de tension. Cette tension est envoyée vers le contrôleur qui calcule en permanence la différence entre le courant entrant dans la batterie et le courant sortant et affiche toutes les informations. Pour installation, il suffit de placer le shunt en série dans la ligne; d'un côté, il est relié à la borne positive ou négative (suivant marque) de la batterie, de l'autre aux différents producteurs (alternateur, chargeur, solaire, etc.) et consommateurs (tableau électrique). Tous les courants produits et consommés passent par ce shunt. Un câble type informatique le relie au contrôleur. Simple d'installation, peu onéreux, il reste le seul moyen pour gérer avec précision votre énergie.



Contrôleur de batterie © Figaro Nautisme



Shunt © Figaro Nautisme

Rejoignez-nous **GRATUITEMENT**
sur marine.meteoconsult.fr



Windsurf Mouillages Navigation



Surf



Kitesurf

**METEO
CONSULT
MARINE**

**SITE
&
APPLIS**

Tous les amoureux de la mer s'y retrouvent

Disponibilité dans l'App Store | Google Play

Les moyens de contrôle de sécurité

La distribution électrique

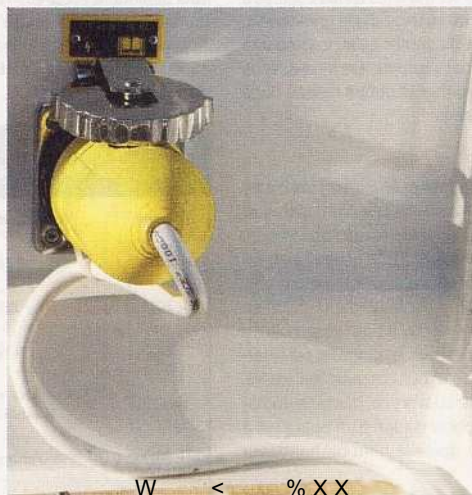
Elle est effectuée à partir d'un tableau électrique. Celui-ci peut être équipé de fusibles ou de disjoncteurs. Si vous devez rajouter un tableau ou le remplacer, pas d'hésitation, prenez un modèle avec disjoncteurs. En cas de problème sur une ligne de distribution, il disjuncte. Il suffit de le reenclore pour rétablir le courant. Un fusible, il faut le changer et le bon modèle n'est pas toujours à bord. Sur les dernières générations de bateaux, on commence à utiliser un bus multiplex (NavyBus) pour la distribution électrique, les commandes (guindeaux, winchs, etc.) et la gestion (eaux, carburant, électricité, etc.). Ce système offre beaucoup d'avantages pour la conception et la réalisation de l'électricité à bord. Encore peu répandu, il devrait se généraliser dans les années à venir.

Le 230 volts à bord

La majorité des bateaux disposent d'une ligne 230 volts. La plus simple ne sert que pour alimenter le chargeur. Elle peut également distribuer ce courant vers des prises électriques, des points d'éclairage, un chauffe-eau, etc.

Les dangers du 230 volts

Beaucoup d'accidents par électrocution pourraient être évités par une meilleure connaissance des risques qu'implique l'utilisation du 220volts dans les milieux humides. Dans la majorité des ports, les bornes électriques de quai sont sécurisées. Mais, leur nombre insuffisant et leur puissance réduite amènent les utilisateurs à réaliser des câblages à la limite de la sécurité. Pour minimiser les risques, il faut que la rallonge entre la borne de quai et le bateau soit d'un seul tenant. Son câble doit être du type trois conducteurs double isolant (minimum 2,5mm²) avec côté borne une prise mâle étanche et côté bateau une prise étanche femelle. Sur le bateau, on doit avoir une embase mâle fixe étanche. Au plus près de cette prise, à l'intérieur du bateau un disjoncteur différentiel (30 mA/16 A) est obligatoire. Il assure la protection des personnes en cas de faible fuite de courant (30 mA) et de la ligne si on consomme plus de 16ampères. Un tableau de distribution dispatche le courant vers les prises et les appareils fixes (chauffe-eau, chargeur, éclairage, chauffage, etc.). Le câble utilisé doit être souple, trois conducteurs (phase, neutre, terre) et être séparé des autres câbles (antennes, sondeur, bus, etc.). Les appareils mobiles que Ton branche sur les prises doivent avoir une double isolation. Si vous utilisez un petit chauffage d'appoint, prenez un modèle conçu pour salle de bain (type céramique), protégé en cas de projection d'eau et de renversement.



Prise 230V à bord © Figaro Nautisme

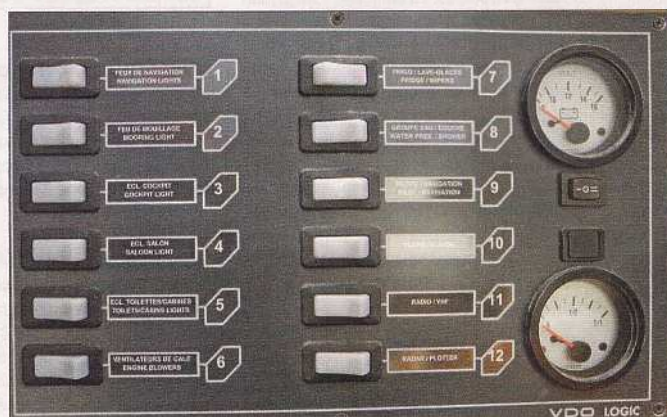


Tableau électrique © Figaro Nautisme

Faites des économies d'énergie

On peut réduire sa consommation en faisant des économies d'énergie. Par exemple, sur l'éclairage en remplaçant les ampoules traditionnelles (halogènes) par des LED. Une ampoule de 25 watts traditionnelle demande 2 ampères, une LED équivalente ne consomme que 2 watts soit plus de 12 fois moins.

Un pilote in-bord peut barrer tout le temps, mais l'énergie demandée est importante si le bateau est mal réglé. Pour la réduire, il faut régulièrement, sur un voilier, reprendre la barre pour régler au mieux les voiles. En reprenant chaque consommateur, de l'éclairage à l'électronique en passant par le confort, on peut économiser jusqu'à 25% d'énergie.