

MOTEURS IN BOARD

L'électrique, c'est chic ?



Les moteurs électriques se sont déjà fait une place dans les salons nautiques, et même sur quelques bateaux. Que faut-il en attendre en termes de confort, de puissance, d'autonomie... d'environnement ? Eh bien, pas tout, du moins pas tout de suite !

Texte : François-Xavier de Crécy, Sébastien Mainguet et Jean-Yves Poirier.



JEAN-MARIE LIOT

REVOLUTION ou miroir aux alouettes ? Moins d'émissions de CO₂, mais aussi moins de bruit et une plus grande efficacité, telles sont les promesses de l'électrique. Mais commençons par préciser le vocabulaire. Première distinction fondamentale : il y a les flux d'énergie naturels (vent, soleil) et les flux d'énergie artificiels (créés par l'homme, avec la combustion des hydrocarbures... ou la bougie, etc.). Dans le premier cas, on parle d'énergie « renouvelable ». Distinguons ensuite l'énergie et les matières premières. Un exemple : le gasoil n'est pas une énergie ni même à proprement parler une source d'énergie, c'est une matière première qui permet de créer un flux d'énergie (artificiel), et par là même de stocker une énergie qui est facilement disponible – il suffit d'initier une réaction de combustion pour obtenir un flux (de chaleur) à la demande. L'énergie, c'est la chaleur ; la source d'énergie, c'est la réaction de combustion ; quant au gasoil, c'est la matière première (et ici le combustible). La propulsion électrique pose un certain nombre de problèmes qui sont étroitement liés entre eux. Tout d'abord, la conversion de l'énergie et son stockage éventuel – sachant

que pour stocker de l'électricité dans une batterie, on procède en fait à une double conversion : à l'entrée, on convertit l'électricité en énergie électrochimique, à la sortie on reconvertit celle-ci en électricité. Ensuite, il faut bien prendre en compte la question de l'intensité énergétique et de la densité d'énergie (voir « Les mots pour le dire »). Or d'une manière générale, les flux d'énergie naturels sont peu intenses par rapport aux flux artificiels.

CONVERTIR, CONCENTRER, STOCKER, AUTANT DE DEFIS

Prenons l'exemple des trimarans solaires Planetsolar et Solar Odyssey, qui se disputent les records sur l'Atlantique : gigantesque (31 m), le premier déplace 95 t et porte 537 m² de panneaux solaires, soit 93 kW qui ne permettent pas de dépasser les 15 nœuds dans les conditions les plus favorables (avec une vitesse de croisière limitée à 8 nœuds) ; plus petit (18 m), le second déplace 5 t et porte 110 m² de panneaux pour une vitesse maximale de 18 nœuds (là encore, la vitesse

de croisière est d'environ 8 nœuds). Autrement dit, avec une surface de panneaux « normale », telle qu'on peut l'envisager pour un voilier, il ne faut pas espérer obtenir directement un flux d'énergie assez intense pour propulser le bateau... à moins bien sûr de stocker l'énergie, de l'accumuler (dans des batteries), pour la libérer ensuite avec une plus forte intensité et donc sur un laps de temps plus court. Même la petite vedette « électro-solaire » Aequus 7.0, avec son grand bimini rigide couvert de panneaux, ne peut être propulsée par le seul flux immédiat des cellules photovoltaïques ; il faut toujours faire appel aux batteries – là encore le moteur consomme plus que les panneaux ne produisent. A noter cependant qu'il existe une bonne marge de progression sur le rendement du photovoltaïque, aujourd'hui limité à 20% environ (20% de l'énergie solaire est convertie en électricité), mais qui devrait à l'avenir être porté à 40%. Le flux d'énergie cinétique porté par le vent n'est pas très dense lui non plus. Mais d'une part les voiles ont un excellent rendement, d'autre part il suffit de déployer des surfaces importantes pour concentrer le flux – de même qu'une centrale solaire thermique concentre le flux électromagnétique en un point grâce à une batterie de miroirs concaves, ou qu'un panneau solaire concentre ce flux (préalablement converti en électricité) via les circuits reliant les différentes cellules. En revanche, pas plus qu'un panneau solaire, une éolienne ne saurait apporter un flux d'énergie

En un coup d'œil, les vices et les vertus des différents systèmes

| Type de système | 100% électrique | diesel-électrique hybride | diesel-électrique parallèle | diesel-électrique série |
|----------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Energie renouvelable | ça dépend... | ça dépend... | non | non |
| Silence | ★★★★ | ★★★ ou ★★ ⁽¹⁾ | ★★★ | ★★★★ |
| Performance | ★★ | ★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| Autonomie | ★ | ★★ | ★★★★ | ★★★★ |

★★★★ Excellent. ★★★ Très bon. ★★ Bof. ★ Non. (1) Selon montage et utilisation, voir l'exemple du Hunter e36.



Ce FastCat 445 est équipé de deux moteurs électriques avec des pods relevables assurant aussi la fonction d'hydrogénérateur.

Les batteries : vive le lithium ?

Beaucoup plus légères, beaucoup plus efficaces... et beaucoup plus chères, les batteries au lithium ont tout de même d'autres défauts que leur coût. Mais rappelons tout d'abord les principales distinctions à opérer. Il existe deux grandes familles de batteries. D'un côté, les batteries au plomb. Leur électrolyte peut être liquide (c'est l'entrée de gamme) ou solide – gélifié, ou absorbé par un mat de verre (technologie AGM pour Absorbed Glass Mat). Les batteries au gel ou AGM sont plus chères que celles à électrolyte liquide, mais elles ont aussi une meilleure densité d'énergie (moins de poids à capacité égale), une meilleure capacité de décharge profonde, et elles sont aussi bien plus robustes puisqu'elles sont scellées, donc étanches, et que leur électrolyte ne risque pas de couler à la gîte – on peut d'ailleurs les placer dans n'importe quelle position. Pour une motorisation diesel-électrique hybride, 100 % électrique ou diesel-électrique parallèle, il est fortement recommandé d'opter au minimum pour ce type de batteries, ou mieux encore pour des batteries au lithium. Celles-ci peuvent être déchargées jusqu'à 90 % (contre 50 % pour des batteries au plomb), elles sont censées durer deux à quatre fois longtemps (jusqu'à 2 000 cycles au lieu de 500 pour une batterie AGM), et surtout elles ont une densité d'énergie deux fois supérieure à celle des batteries AGM – deux fois moins de poids à capacité égale. Mais il faut compter de 20 à 30 € l'ampère-heure, soit près de dix fois plus qu'une batterie AGM ! En outre le lithium est un métal assez instable, explosif, qui a la fâcheuse idée de s'enflammer... au contact de l'eau. Une batterie au lithium est constituée d'un assemblage de cellules. Il n'existe dans le monde qu'une poignée de fabricants de cellules ; les fabricants de batteries se chargent de l'assemblage des cellules et surtout de leur régulation



A gauche, une batterie AGM. La construction en spirale limite l'encombrement. A droite, une batterie lithium.

– car afin de prévenir les risques d'incendie, chaque cellule doit être régulée individuellement par une carte électronique. Deuxième difficulté soulevée par le lithium, sa rareté – qui explique le coût des batteries, avec la complexité de la mise en œuvre. Une pénurie se profilant à l'horizon, les prix ne sont sans doute pas près de baisser. Troisième difficulté, qui aggrave la précédente : si le recyclage est techniquement possible, la filière n'est pas bien en place – alors que celles des batteries au plomb est bien rodée. En bref, on n'a pas encore la solution pour stocker l'électricité de manière satisfaisante. Mais les choses évolueront. L'avenir immédiat, c'est sans doute les supercondensateurs – avec eux, l'équivalent d'un parc de trente ou quarante batteries lithium peut tenir dans une grosse valise ; mais cette technologie ne devrait pas toucher le grand public avant quelques années.

assez intense pour propulser directement un voilier. Le rendement de l'hydrogénérateur est déjà bien meilleur. Si l'on s'intéresse maintenant à la densité d'énergie, la comparaison entre les batteries et le gasoil donne toute la mesure du problème. Avec des batteries, on est limité à environ 0,04 kWh/kg pour du plomb et 0,08 kWh/kg pour du lithium – ce qui limite non seulement l'autonomie, mais aussi l'intensité énergétique, d'autant qu'il est difficile d'aller très haut dans le voltage. La densité d'énergie du gasoil (environ 10 kWh/kg) est plus de cent fois supérieure à celle d'une batterie au lithium... De quoi produire un flux bien plus intense et pendant une durée bien plus importante. Et cette énergie est disponible à la demande. Ces écarts d'intensité énergétique (entre la lumière du soleil et la combustion du gasoil) et de densité d'énergie (entre les batteries et le gasoil) sont trop importants pour être compensés par le très bon rendement énergétique du moteur électrique lui-même – celui-ci convertit en effet 90% de l'énergie en force propulsive, au lieu de 30% pour un moteur thermique (le reste part en chaleur). Partant de là, nous pouvons distinguer les différents types de motorisation électrique. Soyons clairs, la solution la plus intéressante est le diesel-électrique série. On peut s'étonner que les fabricants ne s'y intéressent pas davantage. Fischer Panda avait développé un prototype très convaincant, mais le fabricant a renoncé à ce projet. On devine un problème de marketing : si on peut tourner sur batteries, le moteur est censé être « vert » ; alors que si l'on est obligé de brûler du gasoil, ça pollue...

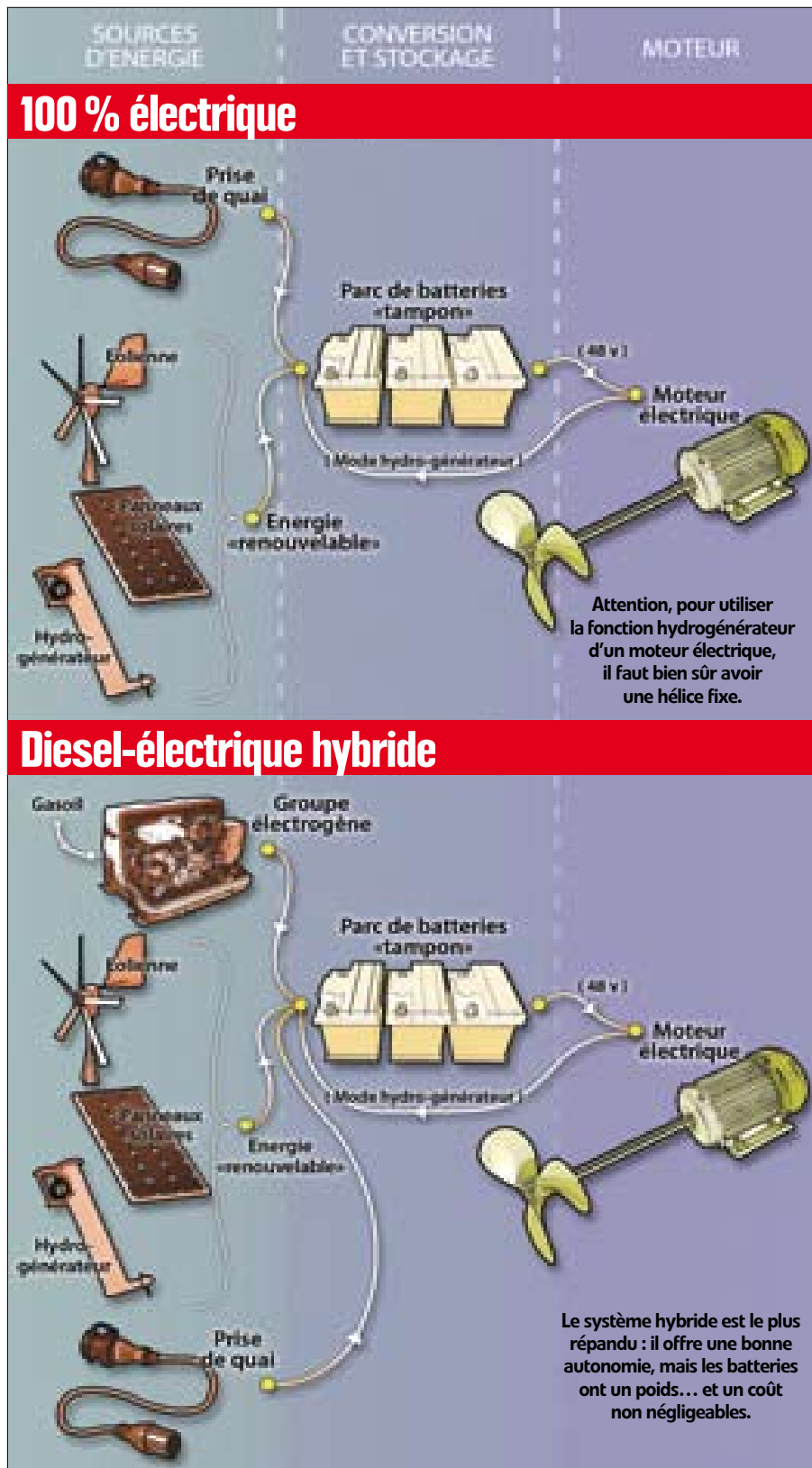
LES QUATRE TYPES DE PROPULSION ELECTRIQUE

1/ Le 100% électrique

Ce premier concept vise le 100% électrique, voire le 100% renouvelable. Le moteur est alimenté par des batteries elles-mêmes alimentées par des panneaux solaires, par une éolienne, par un hydrogénérateur... ou par une prise de quai...

2/ Le diesel-électrique hybride

C'est une variante du système précédent (ne pas confondre avec le diesel-électrique série). Seule différence, on fait appel en amont à un groupe électrogène diesel qui alimente les batteries. Autrement dit, entre le groupe électrogène et le moteur électrique, il y a là encore les batteries tampons qui peuvent être alimentées aussi bien par le groupe que par d'autres sources (prise de quai, éolienne, panneaux solaires, hydrogénérateur, etc.). On règle ainsi le problème de la densité énergétique, au moins pour ce qui est de l'autonomie – car le problème de l'intensité énergétique demeure. La limite de l'hybride (et celle du 100% électrique), ce sont en effet les batteries tampons, puisqu'à moins d'utiliser un



câble absolument monstrueux et/ou d'empiler des dizaines de batteries pour atteindre un voltage suffisant, on ne peut guère dépasser les 20 kW à la sortie (ce qui toutefois est bien suffisant pour un petit voilier). Par ailleurs les batteries en elles-mêmes soulèvent un tas de problèmes (de coût et autres, voir encadré page précédente), et elles ne sont pas forcément d'une verdeur exemplaire. En revanche, grâce à l'excellent rendement énergétique du moteur électrique, ce système hybride est très efficace en terme d'autonomie (le Hunter e36 que nous avons essayé peut ainsi faire 800 milles avec un plein !). Et le groupe permet d'avoir du 220 V à bord...

3/ Le diesel-électrique parallèle

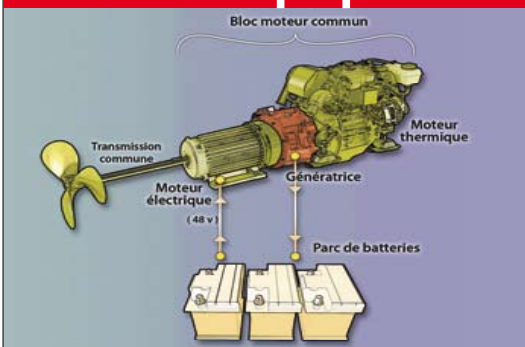
Une solution réellement intéressante par sa souplesse. Il s'agit d'un accouplement de deux moteurs, un thermique et un électrique, dans un même bloc-moteur, et avec une transmission commune. Le moteur thermique est associé à une génératrice (comme un alternateur, en mieux) qui recharge les batteries qui elles-mêmes alimentent le moteur électrique – là encore, il y a donc des batteries tampons. Ce type de moteur est généralement conçu pour fonctionner en mode 100% électrique ou 100% thermique, mais le modèle Steyr est capable de faire tourner ses deux moteurs en même temps.

“ Sur la colonne de barre du Hunter e36, une manette des gaz presque normale et un écran de contrôle (sous le traceur). ”

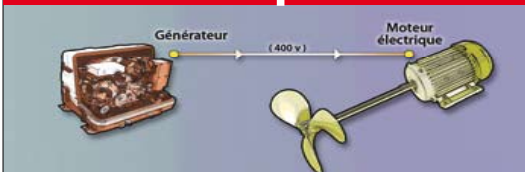


FRANÇOIS-XAVIER DE CRECY

Diesel-électrique parallèle



Diesel-électrique série



Les mots pour le dire

BATTERIE : assemblage (d'où le terme de « batterie ») d'accumulateurs électrochimiques. En provoquant des réactions chimiques d'oxydo-réduction qui sont réversibles, on peut en effet convertir de l'énergie électrique en énergie électrochimique, la stocker ainsi dans des matières premières, et la reconvertir ensuite en énergie électrique au moment de la libérer.

DENSITÉ D'ÉNERGIE : quantité d'énergie totale cumulée (en Ah, Wh...) qui peut être produite à partir d'une masse donnée de matières premières (ou d'un volume donné). L'unité est donc le Wh/kg. Notion utilisée pour les batteries comme pour les combustibles végétaux, fossiles, nucléaires, etc. Des matières premières à plus forte densité d'énergie permettent de produire des flux d'énergie plus intenses et/ou pendant plus longtemps.

ELECTROLYTE : dans un accumulateur électrochimique, substance qui permet le passage du courant électrique entre les deux électrodes. Ce courant électrique prend la forme d'une migration d'ions (espèces chimiques électriquement chargées) à travers l'électrolyte.

INTENSITÉ ÉNERGETIQUE : débit instantané d'un flux d'énergie (en W) en fonction de la surface. Ne pas confondre avec l'intensité électrique, qui correspond simplement à un débit d'électrons, sans considération de surface. Par exemple, en moyenne sur 24 heures, l'intensité énergétique du flux électromagnétique du soleil (par beau temps) est de 1 350 W/m². Dans le cas de l'électricité (par exemple à la sortie d'un groupe électrogène, ou d'une batterie), il faut un voltage élevé pour obtenir une haute intensité énergétique.

4/ Le diesel-électrique série

Ici, un générateur thermique dédié produit de l'électricité qui alimente directement un moteur électrique à haute tension – directement, c'est-à-dire sans passer par des batteries tampon (bien sûr, le générateur peut aussi produire du courant domestique en 220 V, et recharger les batteries de service). Principal avantage, des performances de premier ordre – les sous-marins, les paquebots ou encore les locomotives sont propulsés de cette façon... En effet, alors que les batteries tampons limitent le voltage d'alimentation du moteur (on ne peut guère aller au-delà de 96 V), l'accouplage direct du générateur et

du moteur permet d'utiliser du 400 V ; on n'a donc plus aucun problème de puissance – cette fois on peut dépasser allégrement les 20 kW sans pour autant utiliser un câble de section énorme. Et on évite aussi tous les problèmes de conversion/stockage de l'énergie, puisque les difficultés liées aux batteries, à leurs performances moyennes, à leur nature consommable, à leur prix et à leur éventuel caractère polluant et/ou dangereux sont ici éliminées par le vide ! En revanche, le moteur ne peut bien sûr tourner que si son générateur est en marche ; impossible de naviguer dans un silence religieux comme on peut le faire (au moins un certain temps)

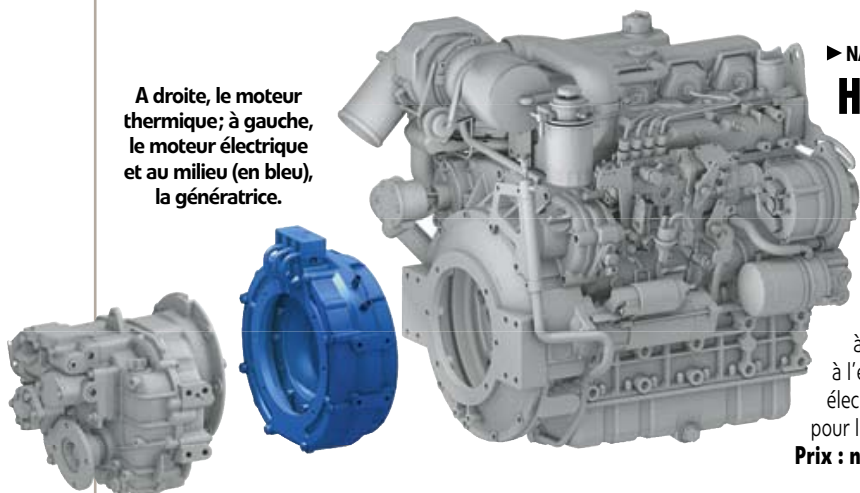
avec les trois autres types de motorisation. N'empêche qu'un moteur diesel-électrique est plus silencieux qu'un moteur thermique, et qu'il a tous les autres avantages intrinsèques du moteur électrique. Tout d'abord, l'autonomie. Ensuite, le couple : alors qu'un moteur thermique doit monter en régime pour avoir du couple, un moteur électrique a déjà du couple à bas régime – en fait, il a un couple constant. C'est un bénéfice non négligeable pour les manœuvres de port. Il y a enfin la souplesse et la simplicité d'installation, puisque le moteur (très compact) peut être séparé du générateur, et que cette fois il n'y a pas un énorme parc de batteries à caser...

Les deux grandes familles de propulsion électrique

A l'exception des hors-bord, vendus prêts à l'emploi, aucune solution de propulsion hybride ne peut être qualifiée de «standard». Le prix à payer ne l'est pas non plus – c'est la rançon d'une technique encore très jeune.

La propulsion diesel-électrique parallèle

A droite, le moteur thermique; à gauche, le moteur électrique et au milieu (en bleu), la génératrice.



► NANNI DIESEL

Hybride

Pionnier du moteur hybride parallèle depuis 2009, Nanni Diesel a beaucoup investi en recherche et développement dans son système de générateur hybride, adapté à des moteurs de 30 à 200 ch. Pesant 35 kg seulement pour une puissance maxi de 7 kW, l'Electric Power Unit permet de suivre plusieurs modes de fonctionnement : mode thermique pur, l'unité servant alors d'alternateur pour charger les batteries, mode électrique pur, pour se déplacer en silence à l'aide des batteries, ou mode hydro-générateur à la voile, grâce à l'entraînement de l'arbre par l'hélice. Entièrement contrôlé par voie électronique, le passage d'un mode à l'autre est totalement transparent pour l'utilisateur. Nanni Diesel : 05 56 22 30 70 ; www.nannidiesel.com.

Prix : nc.

► STEYR

Parallel Hybrid NG

Proche dans son principe de celle retenue par Nanni, la motorisation Steyr pousse l'unité de puissance électrique au chiffre respectable de 22 kW à 48 V, pour un surpoids de 75 kg environ et trois puissances diesel, de 36 à 75 ch, deux ou quatre cylindres.

Elle répond à des modes de fonctionnement similaires mais en rajoute un, baptisé Boost, qui cumule les deux types de propulsion, thermique et électrique, le premier profitant du couple supplémentaire du second. Deux unités de contrôle ajustent en temps réel les efforts dynamiques respectifs des deux moteurs, utiles pour obtenir le maximum de couple à faible vitesse, comme dans les manœuvres de port par forte brise par exemple. Importé par Fenwick : 01 40 10 67 00 ; www.fenwick.fr.

Prix : à partir de 37 700 € environ (sans arbre ni embase).



Les hors-bord électriques Torqeedo

En dehors des moteurs de trolling, conçus pour la pêche en eau protégée, l'offre en matière de hors-bord auxiliaires se limite aux moteurs Torqeedo, les seuls à avoir été réellement étudiés pour un usage marin. Les moteurs de trolling sont aussi utilisables sur une annexe mais aucun ne dispose d'une batterie intégrée.

Devenu la référence du genre, l'Allemand Torqeedo s'est spécialisé dans le hors-bord auxiliaire électrique. La gamme comprend désormais neuf modèles à arbre court ou long, étanches et légers. Disposant d'une batterie intégrée, les Travel ont une puissance à l'hélice de 0,18 à 0,48 kW, adaptée aux annexes. L'alimentation (en 24 ou 48 V) des Cruise est séparée, mais la puissance passe de 1 à 4 kW environ, adaptée à des unités jusqu'à 3 t, voire plus. Leurs hélices sophistiquées (trois modèles) transmettent au mieux le couple constant du moteur électrique, le contrôleur intégré permettant de connaître en temps réel l'état de charge, la distance restante, la vitesse fond (via un GPS intégré) et la puissance d'entrée.

Torqeedo : 02 40 01 06 04 ; www.torqeedo.com.

Prix : de 1 499 à 3 349 €.



La propulsion diesel-électrique hybride



► FISCHER PANDA

Hybride Whisperprop

L'Allemand Fischer Panda s'intéresse au diesel-électrique depuis longtemps, son fondateur Jürgen Mertens ayant lui-même conçu, pour son Bavaria 55 personnel, un véritable système diesel-électrique série, impressionnant d'efficacité. Celui-ci associe donc, sans autre batterie que celles de service, un groupe électrogène 400 V alternatif à vitesse variable et plusieurs groupes de propulsion à haute puissance : embase saildrive, mais aussi propulseurs d'étrave et de poupe... La solution commerciale à courant continu, baptisée Whisperprop, est un simple hybride qui est en deçà des avancées du prototype série, avec des moteurs DC de 48 à 240 V, un parc batteries d'alimentation et un groupe AC pour la recharge, éventuellement complété par des sources d'énergie alternatives, éolienne, panneaux solaires, hydrogénérateurs, etc. Fischer Panda : 06 85 05 69 49 ; www.fischerpanda.com.

Prix : sur devis.



► ECO POWER SOLUTIONS

Whisper & Kräutler

Intégrateur de technologies, Eco Power Solutions étudie sur mesure toute demande pour la propulsion électrique et propose des solutions hybrides, à partir des éléments que la société importe en France : gamme Whisper Power pour la partie production et gestion d'énergie, unités de propulsion électrique de la marque autrichienne Kräutler (pod, arbre ou saildrive), et batteries AGM de la marque américaine Odyssey. L'ensemble couvre une très large gamme de moteurs de 0,8 à 80 kW, avec des groupes de 3,5 à 25 kW. Eco Power Solutions : 04 94 21 05 88 ; www.eco-power-solutions.fr.

Prix : à partir de 27 000 € pour 8 kW.



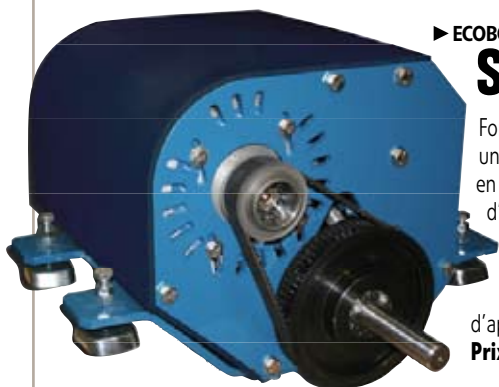
► ECOBOAT

Series M & S

Fort de son expérience industrielle mais nouveau venu dans le monde de l'hybride, Ecoboat propose un ensemble moteur/générateur, de 2,5 à 20 kW, doté d'une sortie par courroie crantée. Il est décliné en deux séries, S pour la propulsion hybride et M pour la propulsion parallèle. Ce dernier modèle est doté d'un arbre traversant, intercalé entre l'inverseur du diesel auxiliaire et l'accouplement de l'arbre d'hélice.

Dépourvue d'embrayage, sa construction lui permet de supporter sans aucun dommage les 3 000 tours du régime maxi du diesel. Selon les versions, il peut servir de générateur électrique pendant la marche au moteur et, sous voiles, d'hydrogénérateur entraîné par l'hélice. De quoi couvrir une large gamme d'applications. Ecoboat : 06 74 65 56 33 ; www.ecoat.fr (site en construction).

Prix : à partir de 5 700 €.



► MASTERVOLT

E-Propulsion

Le rachat de Bellman par Mastervolt a permis à ce spécialiste de l'énergie embarquée de développer une offre complète de propulsions électriques, de 3 à 20 kW. Pod, arbre et saildrive sont ainsi complétés grâce à un catalogue où l'on trouve tout ce qu'il faut, du levier de contrôle de puissance à la batterie lithium en passant par le groupe et le réseau de données. Mastervolt France : 04 93 90 29 02 ; www.mastervolt.fr.

Prix : nc.



La propulsion 100 % électrique

Complémentaire du hors-bord pour des puissances supérieures, cette solution repose sur un moteur électrique en pod, fixe, comme ici celui du Vert d'O, ou tournant. Un parc de batteries suffit pour l'alimenter de manière autonome durant quelques milles, le temps de manœuvrer au port ou de rentrer en cas de pétrole. La recharge des batteries est confiée à une prise de quai, ce qui restreint la propulsion 100 % électrique à une navigation en boucle. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un voilier, on peut également citer l'exemple de l'Aequus 7.0, conçu par Bruno Hervouët et le cabinet Finot-Conq. Au prix d'une vitesse de croisière volontairement limitée à 5 ou 6 nœuds, d'une coque à faible traînée et d'une dizaine de panneaux solaires sur le grand bimini rigide (on se rapproche du concept des bateaux de record), cette jolie vedette parvient à une autonomie totale en navigation estivale.



Le FastCat 445 Green Motion : 100% électrique «renouvelable»

Se dispenser de la corvée de vaisselle ou profiter de la climatisation sans alourdir pour autant son bilan carbone ou son bilan déchets nucléaires, c'est possible avec ce catamaran léger mais très équipé, capable d'être totalement autonome en énergie... en navigation, à coup sûr, et même au mouillage.

BON D'ACCORD, en cherchant bien, on peut trouver un groupe électrogène à bord de ce grand cata de croisière construit en Afrique du Sud... Mais en principe, on doit pouvoir s'en passer, y compris au mouillage pour peu que le soleil et/ou le vent soient de la partie. Plutôt élégant, bien proportionné (le rouf n'est pas monstrueux), ce bateau n'affiche pas d'originalité flagrante. En tout cas, on ne remarque pas forcément l'éolienne D400 (Eclectic Energy) – pour cela il faut lever la tête, car elle est perchée en tête de mât, à 21 m de hauteur ! De même, les panneaux solaires (Sunpower, 6 x 300 W) se font discrets sur la casquette du rouf. C'est en jetant un œil sous la nacelle que l'on découvre quelque chose de bien plus étrange : deux pods basculants (baptisés « Motogen ») de 10 kW chacun (en 160 V continu), fixés sur chaque bordé interne des deux coques, et avec une hélice vers l'avant, à la manière des avions ! Ces pods sont reliés à des moteurs électriques, et ils produisent au courant quand on navigue sous voiles – mais si l'on n'a pas besoin d'énergie, on peut aussi les relever afin d'éliminer toute traînée !

Le Hollandais Gideon Goudsmit, qui a créé le chantier sud-africain African Cats, développe et commercialise ce système Green Motion

via une société indépendante, et le propose pour tout type de bateau, y compris pour des monocoques ; le pod Motogen peut alors se rétracter à l'intérieur de la coque, à la manière d'un propulseur d'étrave. Ce Motogen est disponible en trois puissances, 10, 20 ou 30 kW. Le système est livré avec ses câbles blindés, un régulateur quatre canaux pour gérer toute la circulation du courant et un écran LCD qui permet de contrôler finement chacun des éléments.

DES HYDROGENERATEURS TERRIBLEMENT EFFICACES !

Construit avec soin en sandwich sous infusion (avec de la fibre de basalte), le FastCat n'a pas du tout l'embonpoint des catamarans de croisière de grande série ; sous voiles, il atteint donc rapidement des vitesses de l'ordre de 8 nœuds (ou supérieures), de quoi délivrer pas moins de 2 kW ! A partir de cette vitesse, les deux hydrogénérateurs peuvent couvrir à eux seuls la consommation de tous les équipements du bord, ce qui inclut l'air conditionné... et même un lave-vaisselle. A 5 nœuds, il faut se « contenter » de 0,8 kW (2 x 0,4), mais à 13 nœuds, on arrive à 4 kW (!).

Autant dire que le fameux hydrogénérateur Watt & Sea n'a qu'à bien se tenir – même si la comparaison a ses limites. Une fois chargées à plein, les six batteries au lithium 160 Ah (26,5 V) dédiées à la propulsion ne permettent toutefois de naviguer au moteur que pendant quelques heures – 14 heures à 4 nœuds, 7 heures à 5 nœuds et un peu moins de 2 heures à 7 nœuds. Dans l'autre sens, avec une vitesse sous voiles de 12/15 nœuds, les Motogen rechargent entièrement cet énorme parc de batteries à 160 V en seulement trois à quatre heures – là encore, on retrouve en fait l'efficacité de la voile... (voir pages précédentes). Avec toutefois une contrepartie assez logique, à savoir un frein qui n'est pas tout à fait négligeable : entre 0,5 et 0,8 nœud. Le FastCat peut ainsi se passer totalement de gasoil, et profiter d'une autonomie illimitée. Green Motion a cependant développé des groupes électrogènes DC 160 V « à haut rendement » (9, 16, 22 et 28 kW) qui sont proposés en option avec le système. Une sécurité utile pour la croisière au long cours, mais pas forcément indispensable, comme le montre le bilan électrique (voir tableau) : non seulement l'autonomie énergétique ne fait aucun doute en navigation, mais les six panneaux solaires assurent à eux seuls

| Le système Green Motion à bord du FastCat 445 - Bilan électrique sur 24 H (nuit de 10 H) | | | | | | | |
|--|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Sous voiles | | | | | | | |
| Lumière | Grand beau temps | | | Temps gris | | | |
| Vent apparent | 25 nds | 10 nds | 5 nds | 25 nds | 10 nds | 5 nds | |
| Vitesse du bateau | 15 nds | 8 nds | 3 nds | 13 nds | 7 nds | 3 nds | |
| Producteurs | Total avec groupe | 804 kWh | 631,2 kWh | 556,8 kWh | 715,2 kWh | 592,32 kWh | 542,4 kWh |
| | Total sans groupe | 276 kWh | 103,2 kWh | 28,8 kWh | 187,2 kWh | 64,32 kWh | 14,4 kWh |
| Consommateurs | Total | 28 kWh | 28 kWh | 27,9 kWh | 13,6 kWh | 13,1 kWh | 13,5 kWh |
| Bilan avec groupe | | 776 kWh | 603,2 kWh | 528,9 kWh | 701,6 kWh | 578,72 kWh | 528,9 kWh |
| Bilan sans groupe | | 248 kWh | 75,2 kWh | 0,9 kWh | 173,6 kWh | 50,72 kWh | 0,9 kWh |
| Au moteur à 5 nœuds (consommation théorique, avec les Motogen) | | | | | | | |
| Lumière | Grand beau temps | | | Temps gris | | | |
| Vent apparent | 15 nds | 10 nds | 5 nds | 15 nds | 10 nds | 5 nds | |
| Producteurs | Total avec groupe | 561,6 kWh | 559,2 kWh | 556,8 kWh | 547,2 kWh | 544,8 kWh | 542,4 kWh |
| | Total sans groupe | 33,6 kWh | 31,2 kWh | 28,8 kWh | 19,2 kWh | 16,8 kWh | 14,4 kWh |
| Consommateurs | Total | 123,8 kWh | 123,8 kWh | 123,8 kWh | 109,4 kWh | 109,4 kWh | 109,4 kWh |
| Bilan avec groupe | | 437,8 kWh | 435,4 kWh | 433 kWh | 437,8 kWh | 435,4 kWh | 433 kWh |
| Bilan sans groupe | | -90,2 kWh | -92,6 kWh | -95 kWh | -90,2 kWh | -92,6 kWh | -95 kWh |
| Au mouillage | | | | | | | |
| Lumière | Grand beau temps | | | Temps gris | | | |
| Vent | 25 nds | 10 nds | 0 nd | 25 nds | 10 nds | 0 nd | |
| Producteurs | Total avec groupe | 564 kWh | 559,2 kWh | 556,8 kWh | 547,2 kWh | 544,32 kWh | 542,4 kWh |
| | Total sans groupe | 36 kWh | 31,2 kWh | 28,8 kWh | 19,2 kWh | 16,32 kWh | 14,4 kWh |
| Consommateurs | Total | 27,35 kWh | 27,35 kWh | 27,35 kWh | 12,95 kWh | 12,95 kWh | 12,95 kWh |
| Bilan avec groupe | | 536,65 kWh | 531,85 kWh | 529,45 kWh | 534,25 kWh | 531,37 kWh | 529,45 kWh |
| Bilan sans groupe | | 8,65 kWh | 3,85 kWh | 1,45 kWh | 6,25 kWh | 3,37 kWh | 1,45 kWh |



▲ Installation d'un Motogen rétractable sur un Team Heiner 38 (sorte de mini-VO70). En l'absence de quille (comme sur le FastCat), l'hélice est plutôt à l'avant du pod, c'est plus efficace.

PHOTOS GREEN MOTION



“ Les pods Motogen sont capables de recharger le parc de batteries en quatre heures ; et on peut les relever... ”

SEBASTIEN MAINGUET

(en cas de pétrole) l'alimentation de tous les équipements du bord – y compris l'air climatisé et le lave-vaisselle – quand on se trouve au mouillage, et même par temps gris ! En outre l'éolienne placée en tête de mât est beaucoup plus efficace qu'au niveau du pont (à 3 m de hauteur) ; d'après Gideon, il y aurait un rapport de 2,5 (250 W au lieu de 100 W avec 20 nœuds de vent apparent), et on produit du courant sous voiles y compris au portant (mais il faut dire que ce catamaran plutôt léger doit avoir des angles de descente modérés, ça aide aussi). Là encore, reportez-vous à notre tableau (une version plus complète, au format Excel, peut être téléchargée en copiant ce lien dans votre navigateur internet : <http://www.monvoilemag.fr/wp-content/uploads/2012/01/GreenMotionBILAN.xls>). En bref, si les « énergies renouvelables » (éolienne et les panneaux solaires) ne sont pas adaptées pour assurer directement la propulsion d'un bateau (voir pages précédentes), l'exemple du FastCat montre qu'elles peuvent en revanche couvrir les besoins d'un cata de croisière au mouillage, évitant le recours au groupe électrogène ; c'est déjà pas mal ! Quant au système Green Motion, il est cohérent, abouti et réalisé avec beaucoup de soin. Il y a de quoi se laisser tenter. Seule réserve, et de taille : tout cela représente quand même un budget conséquent... que l'on peut toutefois envisager de réduire en optant pour des batteries AGM ; car sur le FastCat, le parc de batteries lithium dédié aux Motogen coûte la bagatelle de 35 700 €...



SEBASTIEN MAINGUET

▲ Tous les panneaux de commande et contrôleurs de batteries sont regroupés à la table à cartes.

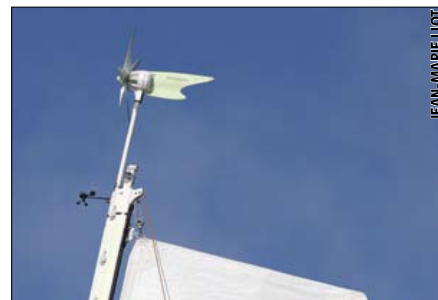


JEAN-MARIE LIOT

▲ La casquette du rouf permet d'installer une demi-douzaine de panneaux solaires de 300 W.

EN CHIFFRES...

| | |
|--------------------------------|---|
| LONGUEUR COQUE | 12,99 m |
| LARGEUR | 7,49 m |
| TIRANT D'EAU | 1,20 m |
| DEPLACEMENT | 6 400 kg (basalte/Kevlar) / 5 800 kg (carbone/Kevlar) |
| SV AU PRES | 119 m ² |
| MATERIAU | sandwich sous infusion : balsate/Kevlar-époxy ou carbone/Kevlar-époxy |
| MOTORISATION | 2 x 10 kW (Motogen) Mastervolt lithium-ion |
| BATTERIES | 6 x 160 Ah / 26,5 V (propulsion) + 3 x 160 Ah / 26,5 V (service) |
| POIDS DES BATTERIES | 510 kg (sera réduit de 30 % dans la prochaine version) |
| RES. CARBURANT | 2 x 200 l |
| ARCHITECTES CONSTRUCTEUR | A. Lavranos/G. Goudsmit African Cats |
| PRIX FASTCAT 445 | 556 738 € |
| PRIX FC 445 GM | 703 558 € |
| PRIX SYSTEME POUR UN JPK 38 FC | 64 823 € |



JEAN-MARIE LIOT

▲ Installée en tête de mât à 21 m de hauteur, l'éolienne produit deux fois et demie plus !