



En ce moment The Ocean Race Nos vidéos Tutoriels Shopping Nautique

Accueil > Croisière > Grande croisière



Réservé
aux abonnés

Aventure. 5 mois dans le Grand Nord avec une motorisation hybride diesel-électrique

Ils sont partis en Norvège et au Svalbard sur un JPK 45. Un voyage d'autant plus intéressant que ce croiseur hauturier de 13,80 mètres était équipé de deux moteurs électriques de 15 kilowatts, avec fonction hydrogénération, 435 watts de panneaux solaires et un groupe électrogène. Et outre de belles images, les élèves-ingénieurs qui ont mené ce JPK « Kahuna » jusque dans le Grand Nord ont aussi produit une étude détaillée concernant ce système de propulsion et de production d'énergie.



Du slalom avec des portes flottantes... Les quatre étudiants en ont pris plein les yeux ! | TEAM KAHUNA

Sébastien MAINGUET
Publié le 15/03/2023 à 07h31

Lire l'édition numérique

PARTAGER

NEWSLETTER VOILES ET VOILIERS
Chaque mercredi et samedi, retrouvez l'essentiel de l'actualité voile : courses, croisières, chantiers...

s.mainguet@voiles... OK

Nous vous avons [parlé d'eux il y a quelque temps](#), en juillet dernier, quand ces quatre étudiants centraliens avaient rejoint leur base de Lorient au retour de leur expédition à bord d'un JPK 45 (chantier JPK Composites, à Larmor-Plage). Elles font plutôt rêver, les destinations choisies par Yvan Lazard, Baptistin Coutance, Quentin Lustig et Robin Villard : les [îles Lofoten](#) au nord de la Norvège, encore un peu plus au nord-est les [Alpes de Lyngen](#), et le [Spitzberg](#), ou [Svalbard](#) (une île presque aussi grande que l'Irlande), à 400 milles plus au nord.



L'itinéraire de l'expédition Kahuna, 5 mois entre mers et montagnes. | TEAM KAHUNA

Ils en ont profité pour faire aussi du ski de randonnée, voire de l'alpinisme sur des cascades de glace. Avec par exemple une descente à ski de la face nord du [Store Lenangstind](#) (dans les Alpes de Lyngen).

Quest-France Shopping vous fait gagner une machine à café KRUPS

Je participe

BOURSE AUX ÉQUIPIERS

Cherche équipier(e) croisière Lisbonne, Portugal du 20/03 au 1...
20/03/2023 au 14/07/2023
Publié le 12/03/2023 18:37:46

Cherche équipier(e) croisière, voyage Santa Teresa Callura...
13/05/2023 au 20/07/2023
Publié le 12/03/2023 13:50:33

Voir toutes les offres
Voir les équipiers disponibles

Ailleurs sur le Web
Contenus Sponsorisés



KALLAX Étagère

74,99 €

Ikea

Acheter

par Taboola

En continu

IMOCA
Inédit ! La vidéo de présentation du nouveau bateau de...

THE OCEAN RACE
The Ocean Race. Charlie Dalin : « Le record de 618 milles en 24h de...

GRANDE CROISIÈRE
Aventure. 5 mois dans le Grand Nord avec une motorisation hybride...

Newsletter Voiles et Voiliers

Chaque mercredi et samedi, retrouvez l'essentiel de l'actualité voile avec la newsletter des passionnés de la mer et du nautisme : courses, croisières, chantiers...

s.mainguet@voiles... OK

Votre e-mail, avec votre consentement, est utilisé par la Société d'Édition de Revues Nationales Spécialisées (Voiles et Voiliers) pour recevoir notre newsletter.
[En savoir plus.](#)



Arrivée au sommet du Store Lenangstind, dans les Alpes de Lyngen au nord de la Norvège. | TEAM KAHUNA



Descente à ski de la face nord du Store Lenangstind. | TEAM KAHUNA

Et pour la récréation, il y avait les courses sur un morceau de banquise, façon canoë, le bobsleigh sur annexe, ou encore le beach-volley sur glacier.



Course de banquise-canoë : on n'oublie pas de s'amuser ! | TEAM KAHUNA

Deux fois par semaine, retrouvez gratuitement l'actualité voile avec la newsletter Voiles et Voiliers

Votre e-mail est collecté par la société SERNAS pour recevoir nos actualités.
[En savoir plus](#)

[Politique de confidentialité](#)

Tout cela a demandé une grosse préparation, sur une période de 6 mois, d'autant que trois des quatre membres de l'expédition n'avaient jamais fait de voile. Tout ce petit monde s'est lancé dans des formations diverses, médecine, mécanique, radio, pilotage de drone, et même le permis de chasse pour garantir la sécurité de l'équipage au Svalbard...



Énorme peluche. | TEAM KAHUNA



Trace forestière. | TEAM KAHUNA

Les batteries lithium, de l'automobile au voilier

Les quatre navigateurs-élèves-ingénieurs ont tenu à analyser très finement les performances de leur système de propulsion et de production d'énergie, en rédigeant un rapport détaillé qui n'est pas encore finalisé, mais dont une synthèse plutôt intéressante est déjà disponible - à [télécharger ici](#). Le document est judicieusement intitulé : « *Le voilier hybride est-il meilleur que le voilier thermique ?* » Nous en reprenons ici quelques extraits.



Le JPK 45 est un bateau qui marche fort sous voiles à toutes les allures et dans toutes les conditions... même par petit temps... On a donc moins besoin du moteur !! TEAM KAHUNA

On peut commencer par relever la comparaison, assez éclairante, entre la capacité de batterie embarquée sur *Kahuna*, soit 30,4 kilowatts-heures, et celle d'une Renault Zoé, soit 52 kilowatts-heures... ou celle d'une Tesla Model S, soit un peu plus de 100 kilowatts-heures. Pour un bateau, il faut compter environ 1000 euros le kilowatt-heure, et donc environ 30000 euros de batteries dans le cas de notre JPK 45. Dans l'industrie automobile, on n'est évidemment pas sur les mêmes volumes, et c'est un peu moins cher. Mais le prix de base d'une Zoé atteint quand même 35000 euros, et une Tesla Model S, c'est plus de 100000 euros... Bref, les batteries lithium, cela reste très cher.



Approche sur un lac gelé face aux couloirs. | TEAM KAHUNA

Il faut préciser ici que *Kahuna* est équipé de batteries lithium de type NMC, nickel-manganèse-cobalt, qui, pour résumer très grossièrement les choses, sont plus chères et un peu plus délicates à mettre en œuvre que des batteries « LFP » lithium-fer-phosphate, mais aussi plus performantes, au moins en termes de densité massique d'énergie. (Du coup, les voitures électriques haut de gamme ont plutôt des batteries NMC, tandis que les modèles d'entrée de gamme ont plutôt des LFP.) Mais la densité d'énergie, c'est véritablement le nerf de la guerre, puisque c'est le gros problème des batteries : schématiquement, les meilleures NMC arrivent à 250 watts-heures par kilogramme (250 Wh/kg, soit 0,25 kWh/kg), alors que les meilleures LFP sont plutôt à 150 watts-heures par kilogramme (150 Wh/kg, soit 0,15 kWh/kg)... à comparer aux 10 ou 12 kilowatts-heures (10000 ou 12000 watts-heures) par kilogramme fournis par les hydrocarbures – environ 100 fois plus qu'une batterie lithium LFP. (Quant à l'hydrogène il a une densité massique d'énergie de 35 kilowatts-heures par kilogramme, mais ça, c'est sans le réservoir, et puis ce gaz prend beaucoup de place, même comprimé à 700 bars...)



Tout en élégance. | TEAM KAHUNA

Les moteurs électriques ont certes un rendement très supérieur à celui des moteurs thermiques : schématiquement toujours, ils convertissent presque 100 % de la puissance électrique délivrée par les batteries en puissance mécanique, alors que dans un moteur thermique, les deux tiers de la puissance thermique produite par la combustion sont dissipés sous forme de chaleur (et pour tout dire perdus), tandis que seul un tiers de cette puissance est converti en puissance mécanique. Mais cela ne suffit pas à compenser le *gap* en termes de densité d'énergie. Pour avoir une autonomie correcte avec des batteries il faut donc en mettre beaucoup, et donc accepter d'alourdir pas mal le véhicule, et/ou accepter de limiter un peu la demande de puissance, et donc la vitesse. Il n'y a pas de miracle...



Les quatre équipiers du JPK 45 Kahuna. Avant de se lancer dans la préparation de cette aventure, trois d'entre eux ne savaient pas du tout faire de la voile !! NICOLAS FICHOT

Panneaux solaires, hydrogénération et groupe électrogène diesel

Les deux moteurs électriques du JPK 45 *Kahuna* étaient fournis par [Oceanvolt](#) ; montés sur une embase sail-drive, ces deux modèles SD15 ont une puissance de 15 kilowatts chacun (soit 2 x 20 ch) et sont réversibles, c'est-à-dire capables de fonctionner en mode hydrogénération (pour produire de l'électricité) quand le bateau navigue sous voiles. D'après le fabricant finlandais, avec l'option ServoProp (pas variable contrôlé électroniquement en fonction de la vitesse du bateau), le sail-drive Oceanvolt peut produire 500 watts à 6 nœuds, donc à cette vitesse modeste on pourrait ici avoir déjà 1 kilowatt (2 x 500 W). Cependant, sur *Kahuna*, cette option n'avait pas été retenue et il fallait donc se contenter plutôt de deux fois 200 watts (ce qui est proche de ce que fournit un hydrogénérateur type [Watt & Sea](#) ou [Seatronic](#)). « *Mais aucun regret concernant ce choix* », nous précise Yvan Lazard. « *On s'est fait prendre dans un filet de pêche dans 35 nœuds au sud des Lofoten, on n'a eu aucun dégât mais ça aurait été la catastrophe avec un ServoProp compte tenu de la vulnérabilité des pales d'hélice.* » Le futur ingénieur ajoute : « *Globalement la production est conforme à ce qu'indique le fabricant. Mais il y a un point à noter. Il existe deux modes de régulation de l'hydrogénération chez Oceanvolt : un mode « asservi » qui est censé adapter la vitesse de rotation en fonction de la vitesse du bateau pour optimiser le fonctionnement des hélices, et un mode « constant » dans lequel il n'y a pas cette adaptation. De manière surprenante, le mode constant fonctionne beaucoup mieux que le mode asservi. À cela deux raisons : 1/ le mode asservi n'arrive pas à suivre les oscillations de vitesse du bateau (+/- 2 nœuds) et 2/ ce mode asservi est réinitialisé si l'hélice sort légèrement de l'eau, et il finit donc par devenir contre-productif si on a un peu de gîte ou de vagues.* »



Navigation agitée au retour à Longyearbyen (la capitale de l'archipel du Svalbard). | TEAM KAHUNA

Ajoutez à cela environ 2 mètres carrés de panneaux solaires, pour une puissance nominale de 435 watts. Le groupe électrogène de 11 kilowatts et la chaudière du chauffage à air pulsé sont alimentés par un réservoir de gasoil de 190 litres. Pour ce qui est de la production des panneaux solaires et des hydrogénérateurs, les quatre élèves-ingénieurs affirment d'emblée, dans la synthèse de leur rapport, que « *ces productions sont négligeables par rapport à la consommation du moteur* ». C'est bien le premier constat que l'on doit faire... Et ce serait à peine mois vrai avec l'option ServoProp...

Après ce petit chapitre purement descriptif, on passe aux différentes conclusions, en commençant par les performances. Nous citons ci-après nos jeunes centraliens.



Heureux de voir le sommet. | TEAM KAHUNA

Les performances

Autonomie : 24 milles (44 kilomètres) à 4,8 nœuds (9 kilomètres/heure) soit 5 heures à puissance moteur 2 x 2 kilowatts (4 kW), sur mer plate, sans vent, sans courant, le bateau étant parfaitement caréné. [Ndlr : on notera ici qu'on peut donc atteindre près de 5 nœuds en n'utilisant que 13 % de la puissance nominale des moteurs, mais que malgré tout l'autonomie sur batterie reste très limitée ; à pleine puissance on n'aurait guère qu'une heure d'autonomie, et on n'irait certainement pas 5 fois plus vite, donc l'autonomie serait beaucoup, beaucoup plus limitée..]

Puissance maximale : 30 kilowatts sont un minimum pour les manœuvres dans le vent fort sur un 45 pieds. En régime de croisière, la puissance totale nécessaire ne dépasse jamais 10 kilowatts. [Ndlr : mais à 10 kilowatts, on ne peut naviguer que 3 heures sur batterie.]



Navigation au Svalbard : il faut éviter les icebergs. | TEAM KAHUNA

Manœuvrabilité : Le fait d'avoir les deux hélices alignées avec les safrans (le bateau est un bisafan) augmente la manœuvrabilité. La distance entre les deux moteurs n'est toutefois pas suffisante pour assurer le rôle d'un propulseur d'étrave. [Ndlr : autrement dit cette configuration ne permet pas de virer sur place comme on peut le faire avec un cata de croisière, ou avec une vedette équipée de deux moteurs.]

Entretien : pas de gain. Les moteurs électriques ne requièrent quasiment aucun entretien. Le groupe électrogène demande un entretien équivalent à celui d'un moteur diesel. L'augmentation du nombre de composants électriques sur le bateau est une source de pannes supplémentaires.

Niveau sonore : moindre. Les moteurs électriques ne font quasiment pas de bruit, le groupe électrogène en fait moins qu'un moteur. L'hydrogénération fait autant de bruit que le moteur électrique en fonctionnement normal.



Un voisin encombrant. | TEAM KAHUNA

Recharge : 7 heures pour 80 %. Limite de 16 ampères dans tous les ports, soit 3,3 kilowatts ==> La recharge est donc plus lente que la décharge. [Ndlr : pas de Superchargeurs Tesla dans les ports..] Il y a beaucoup de ports sans électricité, où les prises sont occupées ou cassées. [Concernant la recharge avec le générateur diesel, Yvan Lazard nous précise en outre : « Notre groupe électrogène faisait 11 kilowatts en puissance nominale donc on arrivait à en tirer 9,5 kilowatts, donc la recharge était trois fois plus rapide qu'avec la prise de quai, mais cela dépend du groupe électrogène choisi... »]



Réverie sur une arête. | TEAM KAHUNA

Les émissions de carbone

Là encore, nos centraliens sont assez *cash* et annoncent tout de suite la couleur. Ils présentent à vrai dire les choses de manière très honnête : « Avoir une propulsion électrique sur son voilier incite à réduire sa vitesse de croisière au moteur (sobriété volontaire) pour avoir une autonomie prolongée sur batterie ; on passe ici, par exemple, de 6 nœuds à 4,8 nœuds. Cette incitation étant assez forte, les gains liés à la réduction de la vitesse ont été pris en compte dans l'étude. »



Grandes courbes. | TEAM KAHUNA

Les auteurs font ensuite quelques petits calculs assez éclairants concernant les bilans carbone comparés d'un voilier à propulsion diesel classique et d'un voilier à propulsion hybride diesel-électrique :

« Les facteurs clés sont les suivants. D'une part, une batterie lithium de type NMC [nickel-manganèse-cobalt] émet 160 kg CO₂eq/kWh si l'on prend en compte sa fabrication et son recyclage. Pour nos 30,4 kilowatts-heures cela donne 4864 kg CO₂eq. Les émissions de carbone induites par la construction d'un groupe électrogène diesel sont similaires à celles induites par la construction d'un moteur diesel de propulsion. Il n'y a donc pas de gain ici en supprimant ce moteur. Par ailleurs, 1 litre de gasoil émet au total 3,1 kg CO₂eq, si l'on prend en compte sa combustion mais aussi, en amont, son raffinage et son transport. Pour devenir rentable du point de vue des émissions de carbone, il faut donc que la propulsion diesel-électrique fasse économiser au moins 1570 litres de gasoil sur sa durée de vie (estimée à 15 ans).

D'autre part, avec la propulsion hybride, si l'on met en place une démarche de sobriété en réduisant la vitesse au moteur, le mode de production de l'électricité dans le pays visité n'a pas une influence importante (ce facteur joue pour moins de 15 %) par rapport à l'économie de carburant réalisée. Si en revanche on ne réduit pas la vitesse, le poids du mode de production de l'électricité dans le pays visité devient significatif et peut atteindre 45 %.

Nos relevés amènent à conclure qu'il faut utiliser son voilier au minimum un mois par an pendant 15 ans pour atteindre le seuil au-delà duquel le bilan carbone de la propulsion hybride est meilleur que celui de la propulsion classique. »



Embarquement technique dans le blizzard. | TEAM KAHUNA

On peut même atteindre ce seuil sans réduire sa vitesse, précisent nos centraliens. Mais il faut alors naviguer deux fois plus : 2 mois par an pendant 15 ans... En bref : dans tous les cas, la propulsion hybride serait plus vertueuse... mais elle ne le serait pas d'emblée.

La rentabilité économique

Encore un point intéressant, avec là encore une conclusion assez *cash* :

« Sur Kahuna, le surcoût était de 10 à 15 % du prix d'achat neuf du voilier (soit un surcoût de 50000 à 75000 euros). Il n'est actuellement pas possible d'amortir cela avec les économies futures de carburant. En effet, même avec des hypothèses de 10 % d'augmentation annuelle du prix du gasoil et de 4 mois d'utilisation du voilier par an, il faut plus de 20 ans pour amortir l'investissement. On peut toutefois espérer une diminution des coûts avec l'industrialisation de la filière autour de la propulsion électrique. »



Franchissement de corniche. | TEAM KAHUNA

Conclusion de la synthèse du rapport

Les conclusions des auteurs rejoignent peu ou prou celles que nous avons tirées de nos différentes enquêtes et reportages consacrés à ce sujet. Voir par exemple le numéro 587 du magazine, janvier 2020, à propos du Pogo 30 électrique *Zéphyr*, ou le numéro 545 de juillet 2016, à propos du tour du monde du Cin Fizz *Amasia*, remotorisé en version électrique (voir aussi le dossier technique au sujet des moteurs électriques in-board, dans le même numéro). Avec bien sûr quelques nuances puisque dans les deux cas, ces bateaux étaient dépourvus de groupe électrogène, contrairement au JPK 45 *Kahuna*.



En Norvège comme au Svalbard, il est possible de pratiquer en même temps la voile, le ski de randonnée et l'alpinisme. | TEAM KAHUNA

Mais laissons la parole aux jeunes centraliens :

« Les voiliers de type hybride-rechargeable sont à privilégier seulement si :

- 1) Le bateau a de bonnes performances à la voile, pour ne pas utiliser trop souvent le moteur [c'est le cas du JPK...];*
- 2) Le bateau est utilisé au moins un mois par an ;*
- 3) On accepte de faire des efforts d'économie d'énergie (réduction de la vitesse au moteur).*

Par ailleurs, le groupe électrogène est indispensable sur un voilier de plus de 12 mètres car les longues périodes sans vent sont fréquentes. La solution hybride est intéressante sauf sur le plan financier. »



Kahuna (sous le vent) bord à bord avec Why, la goélette en aluminium de l'expédition Under The Pole (cf. lien ci-dessous). | TEAM KAHUNA

[Under The Pole - goélette Why](#)

Et bientôt le film du voyage !

La croisière, en tout cas, était belle. Et nos quatre étudiants ont même réalisé un film intitulé « Kahuna : l'Arctique au gré des vents », dont voici le [teaser](#), qui fait plutôt envie (l'accueil de leur chaîne YouTube [est ici](#)).



Déjà projeté dans différentes villes de France, le film sera présenté à Paris ce mercredi 15 mars à 20h00, dans la grande salle du [cinéma Les 7 Batignolles](#) dans le 17ème arrondissement.



L'affiche du film « Kahuna : l'Arctique au gré des vents ». | TEAM KAHUNA

Les quatre aventuriers seront présents pour un jeu de questions-réponses à l'issue de la projection. Avis aux amateurs de grande croisière : nul doute que cela puisse être intéressant, y compris pour les questions qui concernent la motorisation électrique. [Ici le lien pour réserver une place pour la séance](#). Et si n'êtes pas disponible le 15, vous avez des séances de rattrapage les trois mercredis suivants.



Robin concentré sur ses prises en lichen. | TEAM KAHUNA

Vous pouvez aussi, bien sûr, faire un tour sur leur [site internet](#) où l'on trouve pas mal de jolies photos.

Grande croisière

Spitzberg

JPK Composites

Suivez-nous       

Newsletter Voiles et Voiliers

 s.maignuet@voilesetvoiliers.co 

Votre e-mail, avec votre consentement, est utilisé par la Société d'Édition de Revues Nationales Spécialisées (Voiles et Voiliers) pour recevoir notre newsletter. [En savoir plus](#)

SITES D'ACTUALITÉ

Ouest-France
Appli Android Ouest-France
Appli iOS Ouest-France
Courrier de l'Ouest
Presse Océan
Le Maine-libre
Autres sites du groupe

SERVICES

Services
Contactez-nous
Rejoignez-nous
Ouest-France Solidarité
Archives du site
Égalité professionnelle
Modifier mes choix de cookies

SHOPPING

Code Promo Emma Matelas
Code Promo Deliveroo
Code Promo H&M
Code Promo Booking
Code Promo Boohoo
Code Promo Uber Eats
Comparateur
Guide d'achat
Bons Plans Cdiscount
Bons Plans Canal+



Les applications mobiles du groupe SIPA Ovest-France disponibles en téléchargement

[Mentions légales](#) | [Données personnelles](#) | [Cookies](#) | [CGU](#) | [Qui sommes-nous ?](#) | [Tarifs de références](#) | [Charte utilisateur](#) | [Plan du site](#) | [Plan des élections](#) | © Ovest-France

