

# Support de transmission pour bateau avec les moteurs Motenergy et les variateurs SEVCON GEN4

Note d'Application EK021-FR – Décembre 2020

Thierry LEQUEU (a)

(a) [thierry.lequeu@gmail.com](mailto:thierry.lequeu@gmail.com) – Tel : +33 (0)6 89 73 80 58 – Chez Kit Elec Shop  
1 rue George CHARPAK – BOX 15 – 37510 BALLAN-MIRE – FRANCE

## 1 Résumé

L'objectif de cette note d'application est de présenter différentes solutions mécaniques pour réaliser une transmission pour bateau à partir des moteurs Motenergy.

Les tôles supports peuvent être assemblées de façon différentes présentant certain avantages et inconvénients.



*Fig. 1. Exemple d'un support de transmission pour un moteur ME1616 et un variateur SEVCON GEN4 4865 avec un arbre de sortie de 50 mm de diamètre.*

## 2 Généralité

### 2.1 Introduction

Les moteurs électriques de chez Motenergy ont une plage de fonctionnement nominal comprise entre 3000 et 4000 tr/min pour une tension de batterie de 48V. La vitesse maximale recommandée du rotor est d'environ 5000 tr/min pour les « petits » moteurs et de 6000 voire 8000 tr/min pour les plus gros moteurs. Pour atteindre de telles vitesses supérieures à 4000 tr/min, il faudra une tension de batterie supérieure à 48V soit 60V, 72V, 84V ou 96V.

Remarque : ces vitesses correspondent aux vitesses des moteurs thermiques utilisés sur les bateaux.

La vitesse de rotation maximale de l'arbre d'hélice se situe dans la plage de 1000 à 2000 tr/min. Elle correspond à des réducteurs de vitesse sur les moteurs thermiques ayant un rapport entre 2 et 3.

Les moteurs électriques utilisés par la suite sont des motrices synchrones triphasées basse tension fort courant. La tension de batterie de 48V dispense l'utilisateur d'une formation spécifique « haute tension » requise pour des tensions supérieures à 60V.

Pour fonctionner correctement, ses moteurs nécessitent un variateur électronique triphasé permettant de convertir la tension de la batterie 48V en un système de tension triphasée adaptée à la vitesse du moteur électrique. Ce variateur gère les courants par phase, le flux dans le moteur, régule la vitesse, surveille la température...

Le variateur de vitesse permet un réglage fin et continu de la vitesse du moteur. Il fournit automatique la possibilité de la marche arrière électronique et permet également la réversibilité de l'ensemble, à savoir générer de la puissance à partir de la trainée de l'hélice.

### 2.2 Caractéristiques du bloc moteur

Le bloc moteur électrique qui doit remplacer un moteur thermique devra répondre aux contraintes suivantes :

- Se fixer sur les mêmes emplacements dans le bateau ;
- Offrir un volume inférieur ou égal au moteur existant (hors batterie) ;
- Disposer d'un arbre de sortie d'un diamètre identique à la ligne d'arbre ;
- Avoir un réducteur de vitesse bien adapté au moteur et à l'hélice ;
- Assurer la perpendicularité de l'arbre de sortie afin que les poulies du réducteur soient dans un même plan ;
- Encaisser et transmettre l'effort de poussée sur l'arbre d'hélice à la coque, via les roulements et le châssis du support moteur ;
- Supporter le moteur électrique qui devra avoir une puissance suffisante ;
- Prévoir la fixation du variateur électronique associé au moteur électrique triphasé.

### 3 Différent assemblage du bloc moteur

#### 3.1 Présentation des éléments

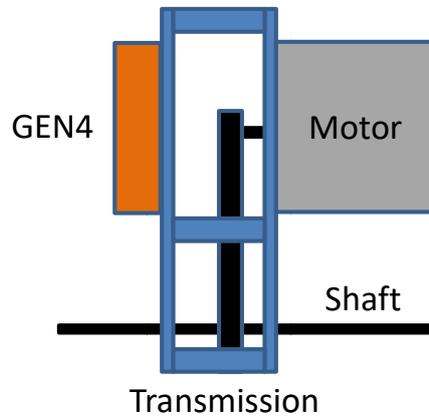


Fig. 2. Les différents éléments du bloc moteur.

Le « bloc moteur » intègre le moteur électrique et son variateur, la transmission par courroie, les paliers pour supporter l'arbre de sortie et les bagues d'arrêt pour transmettre les efforts.

#### 3.1.1 La Plaque Support de Transmission

Les plaques de fixation du moteur sont réalisées dans de l'acier de 6 mm d'épaisseur.

Le moteur pivote de quelques degrés autour d'une des vis de fixation.

Un système de tendeur sur la vis de fixation opposé au point de rotation permet le réglage de la tension de la courroie de transmission.

L'arbre de sortie est solidaire de la plaque d'acier via un palier UCF à 4 trous de fixation. Ce palier dispose d'un roulement à bille qui réalise une fonction « rotule ».



Fig. 3. Exemple d'un support de transmission à une seule plaque pour un moteur électrique.



Fig. 4. Exemple de la fixation du support de transmission à une seule plaque dans le bateau.

### 3.1.2 Différentes versions des plaque supports

Les plaques supports moteur existent en différentes versions :

- Avec des entraxes  $AM_1 = 182$  mm pour des moteurs d'une puissance inférieure ou égale à 10 kW et  $AM_2 = 222$  mm pour des moteurs d'une puissance supérieure ou égale à 12 kW ;
- Avec une largeur de 230 mm dans le cas  $AM_1 = 182$  mm et une largeur de 305 mm dans le cas  $AM_2 = 222$  mm ;
- Acceptant des paliers pour arbre de  $\frac{3}{4}$  de pouce, soit 19.05 mm, 25 mm, 30 mm et 40 mm pour des entraxes  $AM_1 = 182$  mm et acceptant des paliers pour arbre 30 mm et 40 mm pour des entraxes  $AM_2 = 222$  mm ;
- En acier brut à peindre ou en acier galvanisé.

Entraxe AM(mm)	Arbre (mm)	Largeur (mm)	Référence acier brut	Référence acier galva
182	19.05	230	PST-BOAT-182-MOTEUR-19mm	PST-BOAT-182-MOTEUR-19mm-G
182	25	230	PST-BOAT-182-MOTEUR-30mm	PST-BOAT-182-MOTEUR-30mm-G
182	30	230	PST-BOAT-182-MOTEUR-30mm	PST-BOAT-182-MOTEUR-30mm-G
182	40	230	PST-BOAT-182-MOTEUR-40mm	PST-BOAT-182-MOTEUR-40mm-G
222	30	305	PST-BOAT-222-MOTEUR-30mm	PST-BOAT-222-MOTEUR-30mm-G
222	40	305	PST-BOAT-222-MOTEUR-40mm	PST-BOAT-222-MOTEUR-40mm-G
222	50	305	PST-BOAT-222-MOTEUR-40mm	PST-BOAT-222-MOTEUR-40mm-G

Fig. 5. Famille des Plaques Supports de Transmissions pour bateau.

### 3.1.3 Les bagues d'arrêts

La reprise des efforts de l'arbre vers le palier est assurée par des bagues d'arrêts fendues. Par sécurité, 2 bagues d'arrêts sont utilisées.

ATTENTION : il faut ajouter 2 bagues d'arrêt supplémentaires pour transmettre les efforts lors de la marche arrière !



Fig. 6. Les Bagues d'Arrêts Fendues Galvanisées.

### 3.1.4 Les paliers UCF2xx

Les paliers en applique à 4 trous de fixation de type UCF acceptent des charges axiales qui ne doivent pas dépasser 20 % de la charge radiale autorisée [1].

Diamètre d'arbre	Type	Charge statique de base $C_0$	Charge dynamique de base C	Charge axiale ( $g=9.81m/s^2$ )
19.05 mm	UCF204-12	6.7 kN	12.7 kN	259 kg
25 mm	UCF205	7.8 kN	14.0 kN	285 kg
30 mm	UCF206	11.4 kN	19.5 kN	397 kg
40 mm	UCF208	19.0 kN	30.7 kN	626 kg
50 mm	UCF210	23.2 kN	35.1 kN	715 kg

Fig. 7. Charges radiales et axiales des paliers UCF.

### 3.1.5 La transmission par courroie

La transmission par courroie en profil HTD 8M offre l'avantage d'une solution silencieuse, sans entretien et autorisant la réversibilité du transit de la puissance mécanique.

Dans la gamme des vitesses de moteurs de 3000 à 6000 tr/min, les courroies en largeur 30 mm conviennent pour des puissances inférieures à 12 kW. Pour des puissances supérieures, il faudra utiliser des courroies en largeur 50 mm.

Les poulies HTD 8M en acier en montage par moyeu amovible Taper Lock simplifient grandement l'assemblage mécanique et apportent une grande polyvalence à l'ensemble de la transmission.

Côté moteur, l'arbre de transmission a un diamètre de 7/8 de pouce, soit 22,225 mm. Un Taper Lock 1008 7/8 ou 1108 7/8 permet le montage de poulie acier HTD 8M de 22, 24 ou 26 dents.

L'adaptation de la poulie sur l'arbre de sortie se fera également par un Taper Lock adapté à la poulie.



Fig. 8. Exemple de transmission par courroie avec un rapport 22-44 et  $AM = 182$  mm.

La longueur de la courroie est calculée à partir de l'utilitaire en ligne « Web Transmission », avec  $H_a = H_m = 0$ . La distance  $AM = 182$  mm ou  $AM = 222$  mm a été choisie afin de pouvoir proposer 4 possibilités de rapport de transmission. Le jeu de réglage dans la position du moteur permet l'adaptation à la longueur de la courroie sélectionnée et la tension correcte de la courroie.

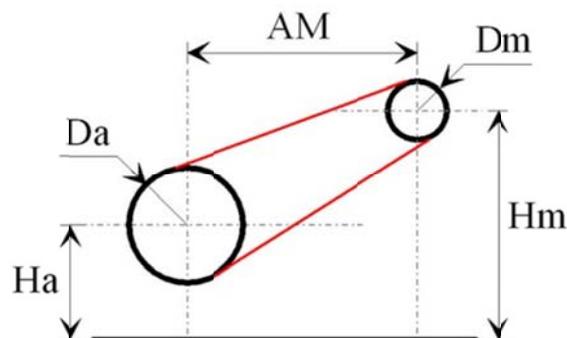


Fig. 9. Utilitaire de calculs de la longueur de la courroie.

AM(mm)	Nb dents poulie moteur	Nb dents poulie de sortie	Longueur calculée en mm	Choix de la courroie	Rapport de transmission
182	22 – TL1008	44 – TL2012	632.31	640	2.00
182	22 – TL1008	56 – TL2012	686.30	680	2.54
182	22 – TL1008	64 – TL2517	723.71	720	2.91
182	22 – TL1008	80 – TL2517	801.96	800	3.63
222	22 – TL1008	44 – TL2012	711.53	720	2.00
222	22 – TL1008	56 – TL2012	764.44	760	2.54
222	22 – TL1008	64 – TL2517	800.88	800	2.91
222	22 – TL1008	80 – TL2517	876.57	880	3.63
222	28 – TL1210	90 – TL3020	944.07	960	3.21

Fig. 10. Synthèse des packs de transmissions.

### 3.2 Solution avec une seule tôle d'acier pour le moteur

Le moteur est fixé sur une tôle support en acier de 6mm. L'arbre de transmission de sortie dispose également d'un roulement fixé sur la tôle. Une transmission par courroie permet la réduction de la vitesse de rotation.

Ce système permet une très grande accessibilité au réducteur par courroie pour sa maintenance.

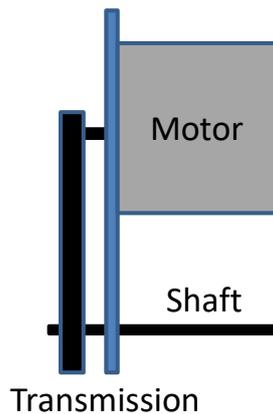


Fig. 11. Support de transmission simple – Moteur seul et transmission.

Lors de la fixation de la plaque support moteur dans le bateau, il faudra régler la perpendicularité de l'arbre par rapport à la plaque en vertical ET en horizontal, afin que les 2 poulies de transmission du réducteur soient bien dans le même plan de travail.

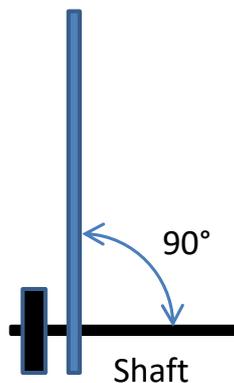
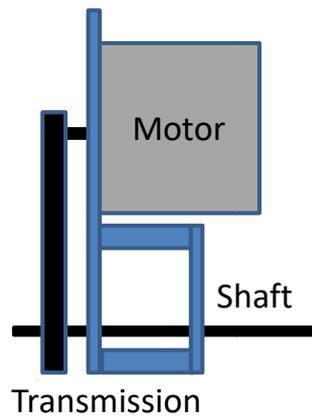


Fig. 12. Vérification de la perpendicularité de l'arbre de transmission.

### 3.3 Une plaque moteur et une demi-plaque support en version D



*Fig. 13. Support de transmission version D – Moteur seul et demi-plaque – Entretoise de 100 mm.*

Une demi-plaque en acier de 6 mm d'épaisseur est utilisée pour positionner un deuxième palier en applique. Une structure rigide est réalisée à l'aide de 4 entretoises de 100 mm. Ainsi, il est possible de régler correctement la perpendicularité de l'arbre de transmission par rapport à la plaque support du moteur.

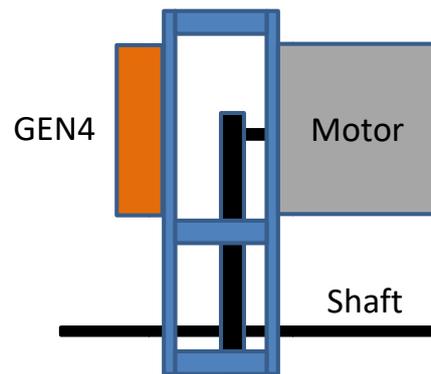
Les bagues d'arrêt, 2 pour la marche avant et 2 pour la marche arrière, sont installées entre les 2 paliers.

Ce système conserve l'accessibilité au réducteur par courroie pour sa maintenance.



*Fig. 14. Support de transmission version D – Moteur seul et demi-plaque – Entretoise de 100 mm.*

### 3.4 Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version A



Transmission

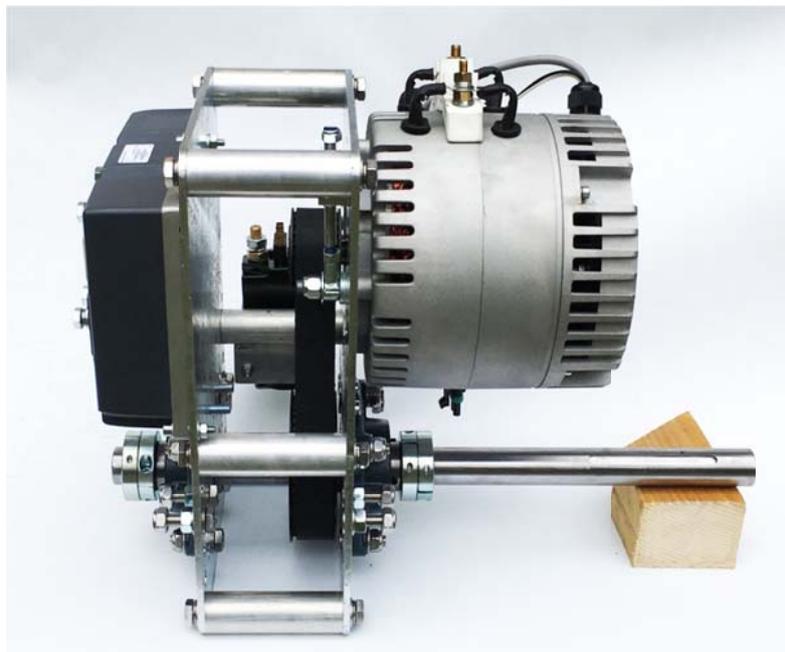
*Fig. 15. Support de transmission version A – Moteur et variateur externe – Entretoise de 100 mm.*

Sur le principe de la plaque de fixation du moteur, une plaque de fixation pour les variateurs SEVCON GEN4 de taille 2, 4 ou 6 est également réalisée dans une tôle d'acier de 6 mm d'épaisseur.

Une structure rigide est réalisée avec l'assemblage de 6 entretoises de 100 mm. La transmission par courroie se retrouve entièrement protégée à l'intérieur de la structure. Pour la maintenance, il sera nécessaire de démonter complètement la tôle du variateur.

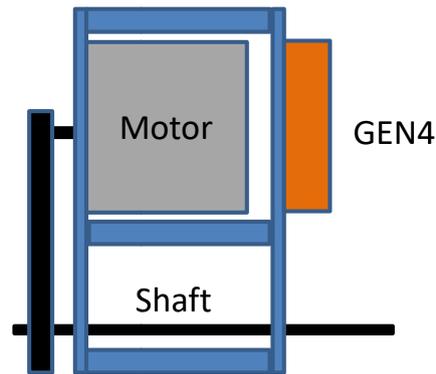
Le câblage du moteur et du variateur est facilité, car les 2 composants sont externes au support de transmission.

Les bagues d'arrêts, 2 pour la marche avant et 2 pour la marche arrière, sont installées à l'extérieur des 2 paliers.



*Fig. 16. Support de transmission version A – Moteur et variateur externe – Entretoise de 100 mm.*

### 3.5 Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version B



Transmission

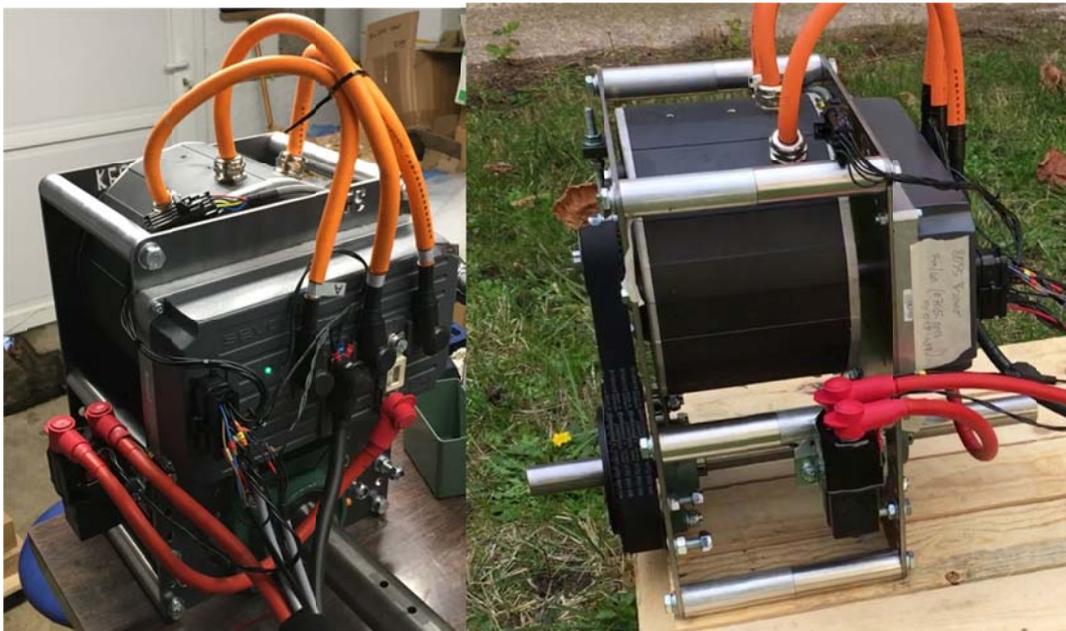
*Fig. 17. Support de transmission version B – Moteur interne et variateur externe – Entretoise de 200 mm.*

La structure rigide est cette fois-ci réalisée avec l'assemblage de 6 entretoises de 200 mm. Le moteur peut ainsi être fixé à l'intérieure de la structure.

La transmission par courroie se retrouve à l'extérieure de la structure, facilitant sa maintenance.

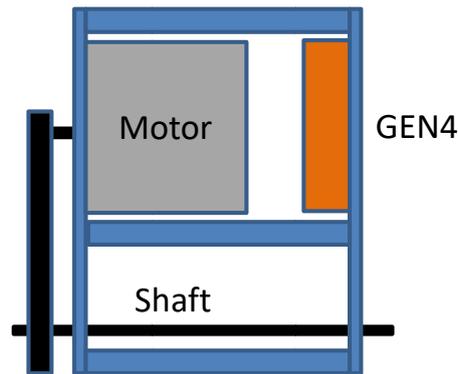
Le câblage du variateur est facilité, car il est en montage externe sur le support de transmission.

Les bagues d'arrêts, 2 pour la marche avant et 2 pour la marche arrière, sont installées à l'intérieur des 2 paliers.



*Fig. 18. Support de transmission version B – Moteur interne et variateur externe – Entretoise de 200 mm.*

### 3.6 Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version C



Transmission

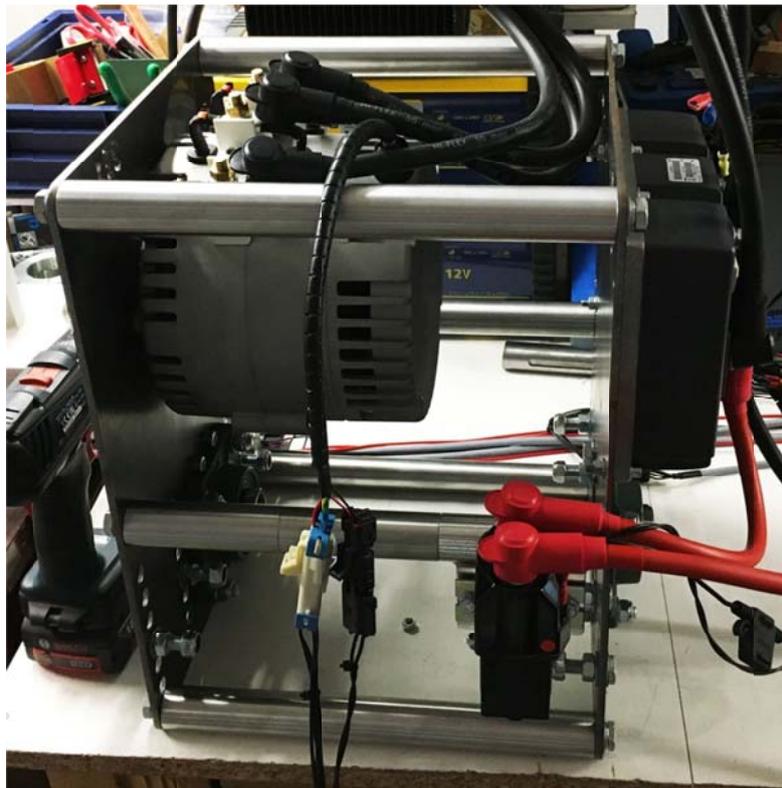
*Fig. 19. Support de transmission version C – Moteur et variateur internes – Entretoise de 300 mm.*

En réalisant le support de transmission avec l'assemblage de 6 entretoises de 300 mm, le moteur et le variateur peuvent ainsi être fixé à l'intérieure de la structure rigide.

La transmission par courroie se retrouve à l'extérieure de la structure, facilitant sa maintenance.

Le câblage du variateur est plus délicat, car le montage interne le rend peu accessible. Par contre, le variateur se retrouve protégé au sein de la structure métallique.

Les bagues d'arrêts, 2 pour la marche avant et 2 pour la marche arrière, sont installées à l'intérieur des 2 paliers.



*Fig. 20. Support de transmission version C – Moteur et variateur internes – Entretoise de 300 mm.*

## 4 Bibliographie

### 4.1 Recherches bibliographiques

- Le site : <http://seme.cer.free.fr/plaisance/helices-et-propulsion.php> , consulté le 25 décembre 2020.
- Le site : <https://www.francehelices.fr/> , consulté le 25 décembre 2020.
- Mais aussi : <https://fr.wikibooks.org/wiki/H%C3%A9lice> , consulté le 25 décembre 2020.

### 4.2 Bibliographie retenue

- [1] Site web de la société SKF, <https://www.skf.com/fr/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/flanged-ball-bearing-units/loads> , consulté le 25 décembre 2020.
- [2] Calculateur de longueur de courroie, <https://www.e-kart.fr/2010-courroies/> , consulté le 26 décembre 2020.
- [3] Site web de la société SEVCON, <http://www.sevcon.com/>, consulté le 22 avril 2018.
- [4] SEVCON, « Gen4 Product Manual », version 3.4, de décembre 2015, 115 pages, 3256 Ko, consulté le 22 avril 2018 sur : <https://e-kart.fr/index.php/news/21-applications-notes/1279-sevcon-gen4-product-manual-v3-4>
- [5] Thierry LEQUEU, « Exemple de câblage du circuit électrique d'un véhicule », consulté le 20 avril 2020 : <https://www.e-kart.fr/information/trucs-astuces/279-exemple-de-cablage-du-circuit-electrique-d-un-kart>

## Table des matières :

1	Résumé.....	1
2	Généralité .....	2
2.1	Introduction .....	2
2.2	Caractéristiques du bloc moteur .....	2
3	Différent assemblage du bloc moteur.....	3
3.1	Présentation des éléments.....	3
3.1.1	La Plaque Support de Transmission.....	3
3.1.2	Différentes versions des plaque supports .....	4
3.1.3	Les bagues d'arrêts.....	4
3.1.4	Les paliers UCF2xx.....	5
3.1.5	La transmission par courroie .....	5
3.2	Solution avec une seule tôle d'acier pour le moteur.....	6
3.3	Une plaque moteur et une demi-plaque support en version D .....	7
3.4	Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version A.....	8
3.5	Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version B.....	9
3.6	Plaque moteur et plaque variateur GEN4 en version C.....	10
4	Bibliographie.....	11
4.1	Recherches bibliographiques .....	11
4.2	Bibliographie retenue .....	11

## Liste des figures :

Fig. 1. Exemple d'un support de transmission pour un moteur ME1616 et un variateur SEVCON GEN4 4865 avec un arbre de sortie de 50 mm de diamètre. ....	1
Fig. 2. Les différents éléments du bloc moteur. ....	3
Fig. 3. Exemple d'un support de transmission à une seule plaque pour un moteur électrique. ....	3
Fig. 4. Exemple de la fixation du support de transmission à une seule plaque dans le bateau. ....	4
Fig. 5. Famille des Plaques Supports de Transmissions pour bateau. ....	4
Fig. 6. Les Bagues d'Arrêts Fendues Galvanisées. ....	4
Fig. 7. Charges radiales et axiales des paliers UCF. ....	5
Fig. 8. Exemple de transmission par courroie avec un rapport 22-44 et AM = 182 mm. ....	5
Fig. 9. Utilitaire de calculs de la longueur de la courroie. ....	5
Fig. 10. Synthèse des packs de transmissions. ....	6
Fig. 11. Support de transmission simple – Moteur seul et transmission. ....	6
Fig. 12. Vérification de la perpendicularité de l'arbre de transmission. ....	6
Fig. 13. Support de transmission version D – Moteur seul et demi-plaque – Entretoise de 100 mm. ....	7
Fig. 14. Support de transmission version D – Moteur seul et demi-plaque – Entretoise de 100 mm. ....	7
Fig. 15. Support de transmission version A – Moteur et variateur externe – Entretoise de 100 mm. ....	8
Fig. 16. Support de transmission version A – Moteur et variateur externe – Entretoise de 100 mm. ....	8
Fig. 17. Support de transmission version B – Moteur interne et variateur externe – Entretoise de 200 mm. ....	9
Fig. 18. Support de transmission version B – Moteur interne et variateur externe – Entretoise de 200 mm. ....	9
Fig. 19. Support de transmission version C – Moteur et variateur internes – Entretoise de 300 mm. ....	10
Fig. 20. Support de transmission version C – Moteur et variateur internes – Entretoise de 300 mm. ....	10

## Liste des tableaux :

**Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.**