

Le rendement en

Les moteurs brushless de type "LRK" rencontrent un fort succès. Pour répondre à cette demande, Electronic Model propose depuis juin dernier des moteurs de ce type: les Twister 19 et 29. **Texte & photos Patrick DOTTAX**

wister... voilà un nom surprenant pour un moteur électrique, sans doute en relation avec la notion de rotation, ou avec la puissance dévastatrice de la tornade du film du même nom ! Jusque-là principalement fabriqués en Allemagne, ces moteurs étaient annoncés pour des puissances importantes et des masses faibles, mais le rendement n'était pas toujours à la hauteur. L'objectif de

Fabrice Noro (monsieur Electronic Model) était d'offrir, en plus d'un moteur robuste et fiable, des performances et surtout un rendement à la hauteur de ses moteurs de compétition (sur les podiums depuis quelques années en F5B). Objectif d'autant plus délicat que le prix se devait d'être attrayant.

Chaque moteur Twister est livré dans une boîte de couleur fuschia. A l'ouverture, le brillant des flasques en alu finement usinés et le logo "flashy"

titillent agréablement le regard : c'est une belle pièce dont la facture met en confiance. L'objet est accompagné d'une notice claire et détaillée, où l'on trouve notamment une liste non exhaustive des contrôleurs compatibles, des tableaux de mesures, et quelques renseignements utiles dont des recommandations de démontage. En effet, ce moteur peut être démonté, notamment parce qu'il peut être fixé de deux façons : soit par l'avant, soit en

le retournant pour une fixation directe sur cloison pare-feu (ce qui impose alors de démonter le moteur pour retourner l'arbre du bon côté).

Un moteur qui se démonte facilement

Puisque ce moteur est démontable, ne nous en privons pas...



mètre, 70 mm de long avec l'axe (50 mm hors axe), et un poids ridicule en regard de la puissance potentielle.

Le Twister 19, facile à démonter, est ici à cœur ouvert. On voit à gauche le rotor et ses aimants, à droite le stator et son bobinage en fil de cuivre émaillé. Notez le gros diamètre des roulements, gage de résistance et de longévité.



plus!

Dévissage de la vis 6 pans creux sur l'épaulement, on tire doucement sur la cloche dans l'axe (faut tirer fort car les aimants ont la pêche), et voilà les entrailles de la bestiole. Côté rotor, les aimants sont protégés par nickelage et sont novés dans une résine phénolique pour résister aux vibrations d'une hélice mal équilibrée. A l'intérieur du flasque, le prolongement de l'alésage de l'axe pour une longueur totale de 17 mm (soit plus de 3 fois son diamètre) et son raccordement conique avec la cloche garantissent un guidage précis et une rigidité indispensable à cet endroit. Côté stator, le bobinage en

fil de cuivre émaillé noyé dans de la résine haute température remplit bien les encoches, et les roulements sont de gros diamètre, gage de résistance et de longévité. A ce sujet. j'ai été le témoin d'un "magnifique" crash: un copain, Arnaud Krebs, pilotait son Magpie 50 lorsque, à la suite d'un problème sur l'accu de réception, celui-ci a brutalement piqué vers le sol... l'avant de l'avion fut désintégré mais le Twister est resté intact ! Continuons notre inspection: les fils d'alimentation sortent à travers des passe-fils souples. Le fait que les fils soient rigides est, en dehors de l'apparence peu esthétique que cela leur donne, une bonne idée : cette rigidité leur évite tout contact intempestif avec la cloche du moteur. Enfin, l'arbre de 5 mm de diamètre est en acier trempé et cémenté (carbonitruration). Cet ensemble de qualités permet au fabricant d'offrir une garantie de 3 ans !

Le Twister est un moteur électrique dit "brushless" basé sur deux principes : le rotor externe, ou "en cloche", associé à un "réducteur" magnétique.

La technique du Twister est basée sur deux principes

1 • Les moteurs à rotor externe existent depuis fort longtemps: j'utilisais il y a plus de 20 ans des ventilateurs à rotor externe de marque Papst et Etri. Le rotor externe (et non pas à stator tournant comme j'ai pu l'entendre parfois) est, comme son nom l'indique, à l'extérieur du moteur. Le stator et le bobinage se trouvent donc à l'intérieur. La partie rotor, composée de fer et d'aimants, occupe moins de volume que l'ensemble stator et bobinage, donc, en plaçant le rotor à l'extérieur, on obtient une jonction magnétique stator/rotor sur un diamètre bien plus important que sur un moteur standard, comme si le moteur était plus gros. Le couple disponible est donc bien plus important.

2 • Le principe de réduction magnétique a été initialement basé sur un moteur à rotor interne de 14 pôles à aimants permanents et un stator de 12 pôles. C'est une étude de P. Zielinski et K. Schoepp d'une université polonaise faite en 1991. Pour faire une courte explication, disons que le champ magnétique tourne (sur un Twister) 7 fois plus vite que le rotor lui-même. On peut considérer que cela remplace un réducteur 7/1. Encore une fois, cette caractéristique décuple le couple.

Ces deux techniques utilisées ensemble donnent des moteurs communément appelé LRK, acronyme issu des noms des trois initiateurs de ce concept. Elles sont bien distinctes et certains fabricants utilisent parfois l'une ou l'autre indépendamment : on trouve par exemple chez Plettenberg la série "Freestyle" qui est basée sur le principe de réduction magnétique mais avec un rotor interne. On trouve par contre chez Aeronaut les moteurs Actro qui sont des moteurs à rotor externe n'utilisant pas le principe de réducteur magnétique. Les actuels moteurs LRK, qui regroupent les deux techniques, sont les Flyware,

Torcman, Axi... et Electronic Model. Le principal attrait de ce type de moteurs est de pouvoir tourner une grosse hélice sans réducteur puisque les deux techniques cumulées leur confèrent un couple très important avec une faible masse.

Sur quels modèles monter ces Twister?

La destination principale du Twister est le remplacement d'un moteur thermique. Le Twister 19 est destiné à remplacer un moteur 40/45 2-temps ou 50 4-temps, et ce sous 12 à 14 éléments. La majorité des kits du marché, trainer, petit multi, warbird jusqu'à 2,5 kg, pourront être ainsi convertis avec facilité et sans risque d'être sous-motorisés. Comme "qui peut le plus peut le moins", ce moteur fonctionne aussi avec 10 éléments pour remplacer un 5 cm3, ou même 8 éléments en remplacement d'un 3,5 cm3. Le Twister 29 est guand à lui destiné à se substituer à un 60 2-temps ou 70 4-temps sous 16 à 20 éléments. Les accros à l'électrique (et les autres) pourront donc motoriser des modèles jusqu'à 7 kg. Le Twister 29 sera dans sont élément sur un multi de 1,80 m et 4 kg, ou bien un Piper de 2 m et 6 kg. Pas mal quand on sait que le moteur ne pèse que 220 grammes! Comme pour son petit frère, le Twister 29 peut être utilisé avec moins d'éléments, seulement 12 ou 14. L'hélice peut être alors de taille considérable (environ 15 pouces de diamètre) et donnera un look d'enfer à votre Corsair 40 ou votre Gee Bee (enfin une hélice qui dépasse du

Les Twister, bien que d'un diamètre un peu important, pourront également se caser dans le nez des motoplaneurs. Cela implique de couper le nez du fuselage assez loin, et d'utiliser un porte-pales de grand diamètre (45 mm, disponible chez Graupner et Robbe).

Pour vous aider à choisir votre chaîne de motorisation, je vous propose le tableau 1 (voir page suivante), en considérant que les éléments cités ont





Compte tenu de sa taille, ce moteur est facile à installer sous n'importe quel capotmoteur, fixé ici par l'arrière sur un bâti en porte-à-faux. On voit le variateur placé juste derrière.



S'il peut remplacer facilement un moteur thermique, le Twister 19 peut également remplacer un moteur électrique pour améliorer puissance et rendement (ici sur un hélicoptère Logo 10).

été choisis pour rester dans des consommations raisonnables autour de 30 A au sol, c'est-à-dire dans la plage idéale de rendement de ces moteurs (les données de ce tableau ont été recueillies durant les tests, auprès d'utilisateurs et du constructeur).

Les moteurs Twister peuvent bien sûr être utilisés sur des hélicos prévus pour l'électrique mais ils peuvent aussi remplacer les moteurs thermiques sur des modèles traditionnels. Si vous avez un Shuttle, un Caliber ou encore un Raptor classe 30, vous pouvez utiliser le Twister 19 avec 16 éléments. Même chose pour une mécanique Graupner Heim avec un Twister 29 et 24 éléments. Le tableau 2 regroupe les diverses applications déjà testées (les données de ce tableau ont été recueillies auprès d'utilisateurs et du constructeur).

Le Twister 19 au banc d'essai

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour les tests des moteurs, mais si connaître les performances d'un moteur lorsqu'il est pleins gaz est important, il est tout aussi intéressant d'avoir ses caractéristiques à des régimes et puissances intermédiaires car, en vol et au vu des puissances disponibles, il est quasiment obligatoire de jouer des "gaz". tout comme en thermique. Après discussion sur un forum internet des paramètres à mesurer et du protocole d'essai, j'ai choisi la méthode de Michel Roger (merci MicRolax !), qui consiste à mesurer simultanément la tension en entrée de contrôleur et le courant consommé, et ce à différents régimes de rotation (4.000 t/mn, 6.000 t/mn, etc...) obtenus par dosage des gaz. Les mesures sont renouvelées avec des hélices différentes. Les résultats ont l'avantage de tenir compte de la perte dans le contrôleur (bien que faible) et surtout de pouvoir être comparés avec n'importe quel autre ensemble moteur + contrôleur utilisant les mêmes hélices, indépendamment de la qualité de l'accu.

N'ayant pas de pack de 16 et 18 éléments, encore moins de 20, ni d'hélices de plus de 12,5 pouces, le Twister 29 a échappé du banc de torture! Je me suis donc vengé sur le 19, dans les condition suivants :

- matériel utilisé pour les tests : Twister 19, contrôleur Flash !70 K2 timing 4 degrés, accus 10, 12 et 14 éléments GP 3300 mA/h, hélices Graupner Cam Prop.
- appareils de mesure : compte-tours Thunder Tiger, pince ampérométrique Chauvin Arnoux F03, voltmètre Velleman DVM830, le tout vérifié par comparaison avec des instruments de labo étalonnés.

EXEMPLES D'APPLICATIONS "AVION" DES TWISTER 19 ET 29

Les éléments recommandés sont des Ni-MH 3000 ou 3300 mA/h

MODÈLE	1,5 À 2 KG	2 À 2,5 KG	2,5 À 3 KG	3 À 4 KG	4 À 5 KG	5 À 6 KG	6 À 7 KG
Avion de début, oldtimer, maquettes lentes	- Twister 19 - 7 éléments - Hélice : APC 13 x 8	- Twister 19 - 8 éléments - Hélice : APC 13 x 6	- Twister 19 - 10 éléments - Hélices : APC 11 x 6 APC 12 x 5 APC 13 x 4 Cam Prop 12 x 6	- Twister 19 - 12 éléments - Hélices : APC 11 x 5 Cam Prop 11 x 6	- Twister 19 - 16 éléments - Hélices : APC 13 x 7 APC 13 x 8	- Twister 19 - 18 éléments - Hélice : APC 13 x 7	- Twister 19 - 20 éléments - Hélices : APC 13 x 5 Cam Prop 13x
Trainers, maquettes rapides	- Twister 19 - 8 éléments - Hélice : APC 13 x 8	- Twister 19 - 10 éléments - Hélice : APC 12 x 6	- Twister 19 - 12 éléments - Hélices : APC 11 x 5 Cam Prop 11 x 6 - ou 14 éléments + hélices APC 10 x 5 Cam Prop 10 x 6	- Twister 29 - 16 éléments - Hélices : APC 13 x 8 APC 13 x 9	- Twister 29 - 18 éléments - Hélices : APC 13 x 7 APC 13 x 8	- Twister 29 - 20 éléments - Hélice : APC 13 x 6	
Multis, warbirds	- Twister 19 - 10 éléments - Hélice : APC 12 x 6	- Twister 19 - 12 éléments - Hélice: APC 12 x 6 - Twister 29 - 12 éléments - Hélices: APC 15 x 8 APC 13 x 10 APC 14 x 10	- Twister 19 - 14 éléments - Hélices: APC 10 x 5 Cam Prop 10 x 6 - Twister 29 - 14 éléments - Hélices: APC 13 x 9 APC 12 x 10	- Twister 29 - 16 éléments - Hélices: APC 13 x 8 APC 13 x 9 - ou 18 éléments + hélices APC 13 x 7 APC 13 x 8	- Twister 29 - 20 éléments - Hélice : APC 13 x 6		
3D, funfly	- Twister 19 - 10 éléments - Hélice : Cam Prop 13 x 6 - ou 12 éléments + Cam Prop 14,5 x 4	- Twister 19 - 14 éléments - Hélice : APC 13 x 4	- Twister 29 - 16 éléments - Hélice : APC 14 x 6	- Twister 29 - 20 éléments - Hélice : Cam Prop 14,5 x 4			

Le Twister 19 est solidement vissé au banc, le compte-tours est fixé derrière l'hélice avec du scotch double-face et le reste du matériel posé derrière. A la mise sous tension, le contrôleur confirme sa mise en fonction par une petite musique dans le moteur. Je pousse doucement le manche, et d'entrée je suis surpris par l'absence totale ou presque de bruit. En effet, seul le bruit de l'hélice est perceptible. Aucun sifflement du moteur dû au découpage du contrôleur, bien que je ne sois pas pleins gaz. Je serai d'ailleurs obligé de fixer le matériel sur mon banc pour éviter que tout ne s'envole avant de pouvoir mettre le manche plein pot.

Vous découvrirez dans les tableaux de mesures les excellentes performances du moteur. Grâce à la méthode utilisée, j'ai pu comparer ces mesures avec celles d'un moteur LRK concurrent : le Twister 19 semble donner dans beaucoup de cas un rendement supérieur d'environ 15%. A ce niveau des tests, je peux également constater que le moteur ne chauffe pas tant que la consommation reste en-dessous de 30 A, ce qui est à peu près le courant de rendement maximum (c'est d'ailleurs là une preuve physique que le rendement est élevé), mais même lors de certains essais où des courants de 40 à 50 A ont été mesurés. l'élévation de température est restée très raisonnable puisque les 70° n'ont jamais été atteints.

Si ce moteur à de telles performances, ce n'est pas un hasard : trois mois d'études et de développement ont été nécessaires à Fabrice Noro

pour arriver à ce résultat. Parmi les organes optimisés, on peut citer : les aimants particulièrement gros et puissants, le bobinage qui remplit tout l'espace entre les pôles du stator et le stator lui-même... C'est en effet dans ce dernier que réside a priori une grande partie du secret des performances : par rapport à ses concurrents, le stator du Twister a été dessiné et optimisé pour cette application spécifique, et non constitué d'éléments standard industriels. Un outillage spécial a été nécessaire pour sa réalisation, et l'on peut d'ailleurs constater que le dessin de ce dernier ne ressemble pas du tout aux autres moteurs LRK.

Les secrets de cette réussite...

Pari tenu, donc, pour Electronic Model qui signe ici une réalisation au top du moment ! Si vous voulez faire de l'électrique, plus besoin de chercher un kit spécifique, choisissez le modèle qui vous plaît et montez le Twister qui va bien en lieu et place du thermique. Cerise sur le gâteau, au vu du rendement exceptionnel et de la puissance élevée du moteur, le prix est effectivement très compétitif.

Cette petite société française fait donc comme le bon vin : elle se bonifie en vieillissant. Et je me suis laissé dire qu'elle nous préparait d'autres surprises, dont un modèle réduit de LRK pour le slowflyer (voir pages "shopping" de ce numéro)... A bientôt, donc, dans Modèle Mag, pour en savoir plus!

ESSAIS TWISTER 19

avec contrôleur Electronic Model Flash! 70 K2 timing 4°

Hélice Graupner Cam Prop 10 x 6

	10 ÉLÉMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension accu	Courant	Tension	Courant	Tension
4000	2,3 A	12,9 V	1,9 A	15,6 V	1.6 A	18,2 V
6000	5,6 A	12,7 V	4,7 A	15,5 V	4.1 A	17.8 V
8000	11,5 A	12,3 V	9,8 A	15.1 V	8.7 A	17,5 V
10000	1	1	18,8 A	14,5 V	16,1 A	16.8 V
MAX	22,7 10.100	11,7 V t/mn	29,0 A 11,400	13,8 V 0 t/mn	34,6 A	15,5 V 0 t/mn

Hélice Graupner Cam Prop 10 x 8

	10 ÉLÉMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension accu	Courant	Tension	Courant	Tension
4000	3,0 A	12,8 V	12,5 A	15,5 V	2.2 A	18.0 V
6000	7,6 A	12,5 V	6,8 A	15,2 V	5.8 A	17.7 V
8000	17,1 A	11,9 V	15,6 A	14,6 V	13.7 A	16.9 V
10000	1	1	30,8 A	13,6 V	27.0 A	15.7 V
MAX	28,0 A 9.200	11,3 V t/mn	34,0 A 10.400	13,3 V 1/mn	41,0 A 11.200	14,8 V

Hélice Graupner Cam Prop 11 x 8

	10 ÉLÉMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension	Courant	Tension	Courant	Tension
4000	3,6 A	12,9 V	3,2 A	15,6 V	2.7 A	18.3 V
6000	11, A	12,4 V	9,3 A	15,2 V	7.6 A	17.9 V
8000	28,0 A	11,5 V	24,0 A	14,2 V	20,2 A	16.8 V
10000	1	1	1	1	45,8 A	14,9 V
MAX	35,0 A 8.600	11,1 V t/mn	43,8 A 9.600	13,1 V t/mn	51,4 A 10.400	14,8 V 0 t/mn

Hélice Graupner Cam Prop 12 x 4

	10 ÉLÉMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension	Courant	Tension	Courant	Tension
4000	2,5 A	13,2 V	2,1 A	16,0 V	1.7 A	18.8 V
6000	5,5 A	13,0 V	5,1 A	15,9 V	4.1 A	18,6 V
8000	11,9 A	12,4 V	10,1 A	15,5 V	9.1 A	18.1 V
10000	22,2 A	12,0 V	19,5 A	14,7 V	18.0 A	17.3 V
MAX	24,9 A 10.400	11,9 V) t/mn	31,0 A 11.600	14,0 V) t/mn	38,7 A 12.500	15,9 V 0 t/mn

Hélice Graupner Cam Prop 12.5 x 4

	10 ELEMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension	Courant	Tension	Courant	Tensior
4000	2,5 A	13,6 V	2,0 A	16,7 V	1.8 A	19.6 V
6000	6,6 A	13,3 V	5,8 A	16,2 V	5.1 A	19.2 V
8000	15,0 A	12,7 V	12,3 A	15,7 V	11,3 A	18.5 V
10000	28,6 A	12 V	25,0 A	14,7 V	21.9 A	17.6 V
MAX	28,6 A 10.000	12 V t/mn	35,6 A 11.000	14,0 V) t/mn	44,0 A 12.000	15,9 V

Hélice Graupner Cam Prop 12 x 6

	10 ÉLÉMENTS		12 ÉLÉMENTS		14 ÉLÉMENTS	
Régime t/mn	Courant	Tension	Courant	Tension	Courant	Tension
4000	3,2 A	12,9 V	2,5 A	15,8 V	2.4 A	18,4 V
6000	8,6 A	12,6 V	7,6 A	15,4 V	6.5 A	18.0 V
8000	21,0 A	11,9 V	17,4 A	14,8 V	15,3 A	17,3 V
10000	1	1	38,6 A	13,5 V	33,8 A	16.0 V
MAX	32,0 A 9.000	11,4 V t/mn	41,0 A 10.200	13,4 V 1/mn	47,5 A 10.800	15,0 V 0 t/mn

EXEMPLES D'APPLICATIONS "HELICO" DES TWISTER 19 ET 29

MODÈLE	MOTEUR	ACCU	RAPPORT
Ikarus Eco 8	Twister 19	10 éléments 2000 à 3300 mA/h	Ikarus 24 dents (couronne 180 dents)
Mikado Logo 10	Twister 19	12 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 23 dents (couronne 200 dents)
minado Eogo 10	Twister 19	14 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 20 dents (couronne 200 dents)
Mikado Logo 16	Twister 19	16 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 12 dents (couronne 138 dents)
mikado Łogo 10	Twister 29	18 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 19 dents (couronne 138 dents)
Mikado Logo 20	Twister 29	20 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 16 dents (couronne 138 dents)
mikado Łogo zo	Twister 29	22 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 15 dents (couronne 138 dents)
Mikado Logo 24	Twister 29	24 éléments 2400 à 3300 mA/h	Mikado 14 dents (couronne 138 dents)
Thermique Classe 30	Twister 19	16 éléments 2400 à 3300 mA/h	Rapport d'origine
Thermique Classe 40-50	Twister 29	24 éléments 2400 à 3300 mA/h	Rapport d'origine