



Fort comme un taureau

Comme c'est le cas pour beaucoup de clubs modélistes, les horaires pour pratiquer le vol à moteur thermique sur notre terrain de Meximieux (SAM 01) sont restreints, et le dimanche après-midi est ainsi limité à la pratique du vol silencieux. Devant la baisse des prix et la hausse des performances des ensembles de propulsion électrique, je me suis donc lancé dans la mise au point d'un avion plus imposant que la moyenne. Remorqueur de surcroît !

Texte Mathieu DOUET - Photos Olivier MAUGEARD

N'étant pas passionné par la maquette, ni par la voltige académique, j'ai choisi de concevoir un modèle joignant l'utile à l'agréable, à savoir capable de voler de manière ludique et de remorquer. Comme les planeurs du club sont principalement de taille moyenne, entre 2 et 4 mètres d'envergure, n'excédant que rarement les 3 kg, le cahier des charges suivant fut établi pour cet avion-remorqueur électrique : envergure d'environ 2 mètres, masse aux alentours de 4500 g, puissance nécessaire estimée à un minimum de 900 W.

Une propulsion de près de 1000 watts

Quelques simulations permettent de dégrossir le terrain afin de choisir la propulsion adaptée.

1 - L'accu

Pour une utilisation intensive tout en restant économique, l'accu de propulsion sera de type Ni-MH, au moins pour commencer. Les éléments de type sub-C, d'une capacité de 3300 à 4200 mA.h sont aujourd'hui fiables (c'est-à-dire

constants en performances), et deux à trois packs permettent d'effectuer plusieurs vols dans la journée, avec suffisamment de temps pour recharger sans abîmer les accus. La technologie LiPo ou Li-Ion est bien sûr excellente sur le plan de l'autonomie, mais le prix d'un pack équivaut à celui de deux ou trois packs Ni-MH et les contraintes d'utilisation ne correspondent pas à l'emploi souhaité.

Pour conserver une certaine autonomie, le courant sera limité aux alentours de 40 A. Pour atteindre 1000 W, il faut donc une tension en charge de 25 V. Avec des Ni-MH

dans la moyenne, on peut obtenir 1,05 V par élément sous 40 A, soit un besoin de 24 éléments minimum.

En LiPo, 8 à 10 éléments en série seraient sans doute parfaits et, compte tenu de la rapide évolution des technologies et de la baisse des prix, cela devrait être bientôt abordable...

2 - L'hélice

Une vitesse en vol de l'ordre de 20 m/s paraît raisonnable comme base de calcul, dont on peut déduire des valeurs possibles de pas d'hélice et de régime. Pour l'Aurochs, je suis parti d'un pas de 12 pouces pour un régime de 5400 t/mn. Cela impose un diamètre de 18 pouces pour rester sous les 1000 W consommés. Sur un avion de cette taille, utilisable pour remorquer, on a intérêt à choisir une hélice de grand diamètre afin de bénéficier d'une bonne traction.

3 - Le moteur

Un régime de 5400 tours en charge sous 25 V nous indique de

eau !

Un seul coup d'œil à la ligne «utilitaire» de l'Aurochs suffit à comprendre qu'il s'agit d'un remorqueur. Par contre, il faut regarder d'un peu plus près, ou bien simplement l'entendre évoluer, pour en découvrir l'originalité : il est équipé d'une propulsion électrique !



Le signataire a soigneusement conçu cet avion a priori simple, tant sur le plan aérodynamique qu'électrique. Le résultat est à la hauteur.

rechercher du côté des faibles kV, autour des 250 t/mn/V. Pour des raisons de simplicité d'utilisation et de fiabilité, j'ai privilégié les cages tournantes, pour me passer d'un réducteur. Ces moteurs autorisent de plus un montage devant le couple moteur avec fixation de l'hélice sur la cage, simplifiant la conception de l'avant de l'avion. La marque Axi propose un choix de quelques moteurs de «grosse cylindrée» dans la gamme des 5320 et 5330. L'Axi 5320-28 retenu pèse presque 495 g, pour une utilisation entre 800 et 1500 W avec 24 à 30 éléments. Le rotor plutôt court au regard de son diamètre, monté sur trois roulements à billes de bonnes dimensions, met en confiance en vue de l'installation en porte-à-faux. Son kV de 250 t/mn/V lui permet de tourner des hélices de 18 à 20 pouces de diamètre. Le courant maxi acceptable est de 50 A, avec un rendement maxi vers 35 A.

4 - Choix final

Une fois ces bases définies, il est toujours possible de passer tout cela

à la moulinette «Motocalc» ou autre logiciel de simulation, mais attention à l'interprétation des résultats obtenus, qui dépendent pour beaucoup de la qualité de l'accu (Ri) et des coefficients d'hélice. Ma configuration de base sera la suivante : Axi 5320-28, 24 éléments GP3000 Ni-MH, hélice bois 18 x 12. Le logiciel peut être utile pour simuler différents packs de propulsion ou hélices autour du moteur choisi. Pour le contrôleur, un modèle suffisamment dimensionné, qui permet un réglage du timing adapté aux brushless à cage tournante, fera l'affaire (ici un Jeti Master 77 A).

Construction : faire simple et solide

Les différents éléments de la propulsion pèsent environ 2200 g, dont 1500 g d'accu et 500 g de moteur. Reste donc moins de 2500 g pour l'avion et son équipement radio. A ce poids, plutôt léger, la cellule devra être à la fois simple et solide.

• Fuselage

Pour pouvoir changer d'accu rapidement sur le terrain, l'avion a une aile basse avec ouverture par le dessus, façon Taurus de Scorpio. Afin de tester plusieurs types d'accus, j'ai prévu un logement suffisamment grand pour loger jusqu'à 32 éléments Ni-MH, et situé au-dessus de l'aile pour ne pas trop influencer sur le centrage en cas de changement.

Construit entièrement en bois, autour de longerons en pin 5 x 5, ce fuselage est de conception classique : deux flancs reliés par des couples en contreplaqué 5 mm. La section interne de l'avant fait la dimension de deux éléments type sub-C, en largeur comme en hauteur. Les doublages de flancs en CTP 3 mm vont de l'arrière de l'aile jusqu'au nez, permettant de créer un caisson rigide depuis le couple moteur jusqu'à la platine de fixation de l'aile, en passant par le support du train. L'arrière du fuselage reçoit un stab en Vé démontable par le dessus. Les servos sont des minis de 5 kg de couple, montés à l'arrière. C'est simple, fiable et léger.

BRIEFING

Aurochs

CARACTÉRISTIQUES

ENVERGURE	2100 mm
LONGUEUR	1350 mm
CORDES	310/240 mm
PROFIL	HQ 2-12
SURFACE	57,5 dm ²
MASSE	4800 g (en 24 élts)
CH. ALAIRE	83,5 g/dm ²

EQUIPEMENTS

SERVOS	7 à 8 (voir texte)
CONTROLEUR	Jeti Master 77 Opto
ACCU RX	4 x 2000 mA.h
MOTEUR	Axi 5320/28
ACCU PROP.	24 à 30 Ni-MH 3000 mA.h
HELICE	18 x 12 à 19 x 10 E

REGLAGES

CENTRAGE	à 115 mm du B.A.
----------	------------------

DEBATTEMENTS*

AILERONS	+15/-22 mm (expo + 20%)
VOILETS	+ 45 mm
PROFONDEUR	+/- 15 mm
DIRECTION	+20/-15 mm

(* : «+» vers le bas et «-» vers le haut)

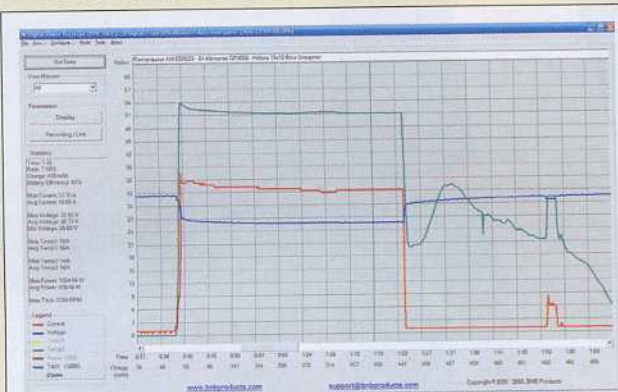
La platine radio est située derrière l'aile, bien éloignée du moteur et du contrôleur, avec un support pour le servo du crochet de remorque. La trappe d'accès est un simple rectangle de dépron maintenu par du ruban adhésif.

• Ailes

Le profil retenu est un HQ 2-12 associant portance et faible traînée. Construites en deux panneaux de polystyrène coffrés de samba 6/10 (ou bois exotique équivalent) et reliés par des clés en CTP 5 mm, ces ailes sont ensuite réunies en une seule pièce pour économiser le poids d'un système démontable. Des longerons en baguette samba 10 x 10 courent sur les trois quarts de l'envergure, intrados et extrados. Deux minis servos de 3 kg de couple sont montés au regard de chaque aileron, tandis qu'un servo de taille standard à fort couple placé en position centrale contrôle les deux volets par le biais de barres de torsion. NB : le plan montre un mini servo par volet, ce qui est finalement plus simple et pas beaucoup plus cher.

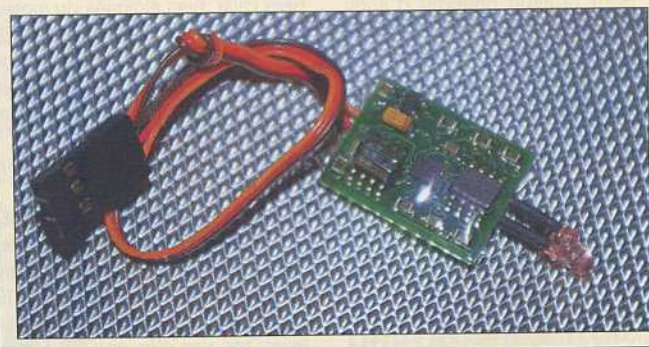
AIDE AU CHOIX DU MOTEUR

Grâce au module DPR-100 embarqué (voir essai dans Modèle Mag n°666), qui permet d'enregistrer en vol certains paramètres de la propulsion, j'ai obtenu cette courbe caractéristique après un remorquage en 24 éléments. Le créneau est la phase de montée à pleine puissance, suivi de la descente avec l'hélice en roue libre et le petit coup de moteur pour ajuster l'approche finale. On note, comme on pouvait s'y attendre, que l'intensité pendant la phase de montée est de seulement 8% inférieure à celle mesurée au sol, contrairement à ce qui se passe habituellement avec les avions électriques classiques où l'on peut atteindre des différences de 25%. C'est d'ailleurs dû à la chute de tension initiale du pack plutôt qu'à la vitesse de vol. Voilà un paramètre à prendre en compte lors du choix du moteur.



UN ALTIMÈTRE ASTUCIEUX

Le petit circuit «Alti-Flash» (vendu par Flash RC) se branche sur une voie du récepteur, et s'active à la mise sous tension de la réception. Il enregistre l'altitude maximale atteinte lors d'un vol. De retour au sol, la lecture se fait en comptant le nombre de flashes successifs de la diode : 1 flash, puis 3 flashes, puis 8 flashes signifient 138 mètres d'altitude. Facile, non ? Et la résolution serait d'un mètre selon la notice. Cette lecture s'active en passant plusieurs fois le doigt devant la diode. Simple et léger, le seul petit reproche qu'on peut lui faire est la difficulté d'activer la lecture en fin de journée quand la luminosité ambiante baisse.



• Train d'atterrissage

Il est réalisé en tissu de carbone moulé sur une forme en styro. J'ai mis suffisamment de couches pour atteindre 5 mm d'épaisseur, dont au moins le tiers à 45°. Le résultat est un train extrêmement rigide en torsion, et bien trop en flexion, ce qui fait qu'il n'amortit pratiquement pas le contact à l'atterrissage. Attention donc aux rebonds ! Vous pourrez donc tabler sur une épaisseur plus faible (3 à 4 mm) pour que ce train remplisse pleinement son rôle. Les

roues qui font 100 mm de diamètre proviennent de chez Graupner, et sont très légères pour leur taille (moins de 50 g pièce).

Pour orienter la roulette de queue, un mini-servo de 3 kg est suffisant, installé juste devant cette roulette.

• Equipements et finition

L'Aurochs dispose d'un accu de réception 4 éléments de 2000 mA.h, d'un testeur d'accu à diodes, et d'un petit altimètre embarqué permettant

la lecture de l'altitude maximum atteinte pendant le vol.

Sa cellule est intégralement entoillée à l'Oracover. Le tout pèse 3345 g avec les équipements, sauf pack de propulsion.

J'ai découpé une ouverture dans le capot supérieur pour pouvoir brancher l'accu sans rien ouvrir ni démonter : je peux ainsi débrancher facilement en bord de piste dans l'attente d'un autre planeur à remorquer.

Pourquoi pas plus de puissance !

L'utilisation d'une pince ampèremétrique n'est pas du luxe avec cette puissance, pour mesurer précisément le courant consommé et vérifier que l'on n'a pas fait d'erreur quelque part. Avec 24 éléments, la 18 x 12 bois Graupner tourne à 5200 t/mn pour une consommation de 34 A en régime stabilisé. La puissance se situe autour des 875 W. C'est relativement conforme à ce que j'avais estimé, et c'est avec cette configuration que j'ai pu faire les premiers essais. L'utilisation de l'enregistreur de paramètres DPR-100 pendant les premiers vols m'a permis de valider la cohérence de cette propulsion et le comportement de mes packs, en visualisant l'évolution des paramètres de courant, tension et régime. Les 24 éléments 3000 mA.h permettent entre quatre et cinq montées de 50 à 60 secondes suivant le poids du planeur tracté, jusqu'à 3 kg sans souci.

Fort de cette première expérience, j'ai voulu pousser le bouchon – ou plutôt le taureau – un peu plus loin. Tout est en effet prévu pour monter jusqu'à 30 éléments : la place dans le fuselage l'autorise sans modification significative du centre de gravité, et l'ensemble moteur + contrôleur accepte cette tension. Restait à voir quelle hélice adapter. En conservant la 18 x 12, le moteur consomme au sol en début de décharge plus de 55 A à 6400 t/mn. Autant dire que ça tire très fort, avec plus de 1500 W consommés ! Avec cette puissance, les montées durent moins de 40 secondes et, compte tenu de la capacité de l'accu plus importante (3700 mA.h), j'arrive à gagner une montée malgré la consommation plus élevée. Avec un Psycho, c'est pratiquement cinq remorquages qui sont possibles.

Après quelques essais avec cette hélice, j'ai décidé d'essayer une 19 x 10 APC E (électrique), pour bénéficier de plus de traction, et ainsi pouvoir mieux exploiter la puissance disponible. Le courant au sol est mesuré à 57 A pour le

même régime, mais la traction est en revanche beaucoup plus importante, estimée à 6 ou 7 kg. Avec en remorque toujours notre planeur de 2 kg, ça monte très fort, en moins de 30 secondes, et je gagne ainsi encore une demi-montée. L'avion est également plus maniable dans la phase de traction. Il est vrai que nous montons toujours à plus de 300 mètres et que, en limitant l'altitude de largage, il est facile de faire six montées avec un même pack. Grâce au chrono de la radio et à l'Alti-Flash embarqué (voir encadré), j'estime le taux de montée supérieur à 10 m/s avec un planeur de 2 kg !

Pour finir les tests, Thierry Cutivet, qui possède dans sa collection un Fox de 4 mètres et 7 kg (kit S2G – voir essai dans Modèle Mag n°669), m'a demandé si l'Aurochs pourrait le tirer. Habitué à nous remorquer l'un l'autre, nous avons fait l'essai, avec un pack tout frais chargé dans l'avion et deux crans de trim à piquer pour que la montée soit moins forte sans avoir à corriger en permanence. A pleine puissance, l'attelage décolle aux trois quarts de la piste, et l'ascension durera une centaine de secondes avant largage à environ 300 mètres. Au retour au sol, le moteur s'avère un peu chaud, mais ça marche. C'est donc totalement rassuré que nous avons accroché le Fox pour



