

Plan encarté

Le Totor

L'autogire indoor que vous attendiez

YANN MOINDROT - CONCEPTION : YANN MOINDROT ET NICOLAS ALT - PLAN : NICOLAS ALT



Le salon de Paris 1999 ferme ses portes, nous avons fait voler des fers à repasser (extrapolé du plan MRA) et déjà se pose une question : que peut-on encore faire d'original pour le salon 2000 alors que presque tout a été fait ?

Le temps passe et toujours pas d'idée. Un soir, ma femme Cécile me dit : "pourquoi pas des autogires ?". Ca y est, on l'a notre idée ! Cela faisait longtemps que l'envie me trottait dans la tête de faire un de ces appareils au look si particulier mais le manque de temps ne m'a jamais permis de m'y mettre. Un coup de téléphone à Nicolas, il est preneur aussi : c'est décidé, nous volerons (du moins, on va essayer !) au salon de Paris 2000 avec des autogires.

Le concept

On ne peut plus simple : Cela doit être un appareil capable de voler au salon, c'est tout ! L'aire de vol mesure 40 m x 40 m x 20 m. Thermique ou électrique, facile à piloter ou pas, rapide ou pas à construire, la seule chose que l'on demande à cet autogire, c'est de voler !

Au final, Totor est un vrai indoor, capable de voler en salle, il se pilote comme un deux axes (facile donc), il est simple et rapide à construire. En plus, il supporte un peu de vent, ce qui permet le vol en extérieur. Le bilan est donc très satisfaisant.

La recherche

Nous avons récupéré toute la documentation parue dans les revues, dont MRA. Soyons franc, rien n'a été inventé, nous sommes partis des bases (calage rotors, proportions) déjà proposées, notamment par Georges Chaulet, et nous les avons optimisées pour notre modèle après de nombreux essais.



Le Totor dans toute sa splendeur, simple, non ?

Les proportions

Elles ont été données par la motorisation. Le choix s'est rapidement porté sur l'électrique pour sa facilité de mise en œuvre ; la structure de l'appareil n'en sera que plus simple (pas de protection contre le carburant et moins de vibrations donc moins de renforts). Nous nous doutions qu'il fallait une puissance importante (du moins plus que sur un avion indoor de mêmes proportions) et nous avons choisi le moteur RC Union distribué par New Power Modélisme. C'est en fait un Mabuchi type 300 réducté 1/3 (donc un des moteurs indoor les plus puissants). Vous allez me dire pourquoi aussi gros ? D'abord parce que le Mabuchi 180 est un peu plus difficile à trouver, le Speed 280 ne procure qu'une faible puissance (mais, en contrepartie, il consomme très peu) et les autres petits moteurs indoor sont souvent coûteux (mais ils auraient permis de faire un appareil plus

petit). Le RC Union est facile à se procurer et de plus, je comptais l'utiliser sur ma Drénalyn. Nous sommes donc partis avec ce moteur et un rapide devis de poids nous fait espérer 300 g. Le rotor fera 80 cm de diamètre et tripale car, d'après nos lectures, la mise au point semble plus simple qu'un bipale. L'envergure du stab est prévue à 40 cm.

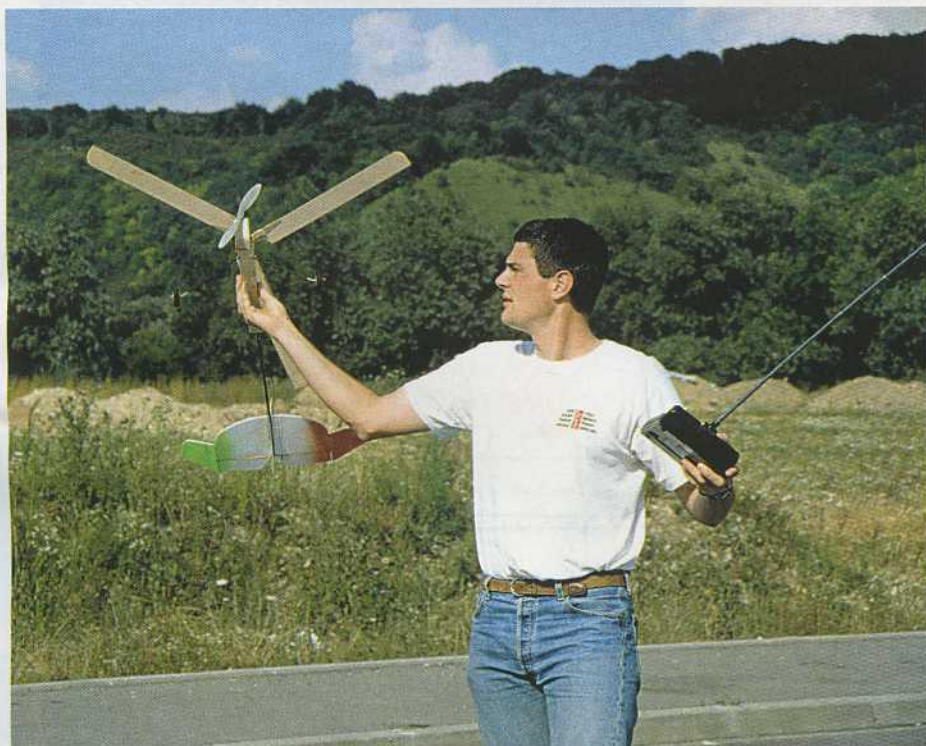
Une mise au point houleuse

Le poids final est de 350 g. Déjà, pas bien ! Les pales sont au départ en balsa 40/10 et font 25 mm de largeur. Le profil est du genre Clark Y pointu des deux côtés. Les pales sont calées à 1.5° en négatif. Pour la petite histoire, nous sommes à J-2 mois du salon (fin janvier) et je finis le proto. J'appelle Nico pour lui dire que je fais (j'essaye !) le premier vol le lendemain. Je n'ai jamais vu d'autogire voler et, en voyant Totor (c'est comme ça qu'il a été baptisé) sur la table, j'avoue que j'ai de gros doutes sur la capacité de voler de l'engin...

Je pose donc Totor sur l'établi et hop, au lit ! Le matin arrive, je descends et horreur ! "Cécile, viens voir !". Dans la nuit, Roméo, notre jeune Labrador de trois mois a entièrement déchiqueté l'autogire... Balsa, Depron, il ne reste presque plus rien. Heureusement, les servos, le récepteur, le moteur, et le tube carbone de queue et le rotor sont intacts. Retour à la case départ, avant même d'avoir volé, le proto est à reconstruire...

Me voici avec le deuxième proto sur le terrain, il y a du vent et je suis seul. J'aime mieux, si je me plante, personne ne verra ! Face au vent, le rotor prend ses tours tout seul, c'est plutôt encourageant, je cours un peu et au moment du lancé, un pied de porte-pale casse et je retrouve mon Totor avec le fuselage explosé deux mètres devant moi. Le vent était sans doute trop fort. Remise en état, porte-pale refait en 25/10 (il était en 15/10), "re-essai" le dimanche matin, et, là, il y a du monde...

Les autres modélistes présents commentent : "oh, un autogire, il paraît que ça ne



Plan encarté



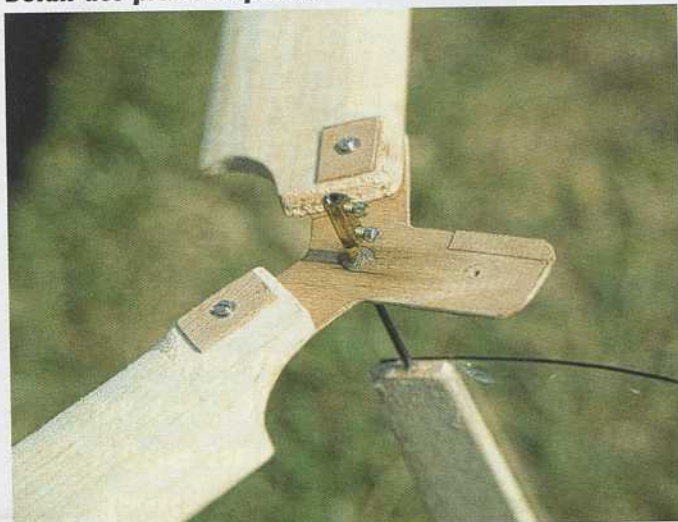
vole pas ou pas bien ces trucs là...". "Merci de m'encourager les copains !". Face au vent, je lance le rotor à la main, je cours vite, les pales tiennent le coup. Je le lance et avant que je ne mette la main sur l'émetteur, Totor a fait un quart de tonneau à gauche et gît, fuselage explosé, quatre mètres plus loin. Les deux mètres gagnés par rapport au premier essai n'étant pas dus à un semblant de vol mais à un lancé plus vigoureux...

Un coup de téléphone à Nico pour lui décrire l'étendue du désastre et on se donne rendez-vous le week-end suivant. On tord l'axe rotor à droite pour compenser le couple, un peu plus d'angle vers l'arrière (10° au lieu de 8° au début) et on se place en haut d'un petit dénivelé. Prise de tours du rotor en courant, je lance la bête et, oh joie ! Totor parcourt une quinzaine de mètres. Certes, la portance est insuffisante puisqu'il descend dès le lancé sans que l'on puisse remonter mais bon point, Totor ne tire que légèrement à gauche (il faut dire que l'axe a pris un bon angle à droite) et surtout il vole ! Plusieurs lancements nous permettent d'affiner l'angle latéral puisque Totor vole droit, en revanche même en don-

nant plus d'angle vers l'arrière (11 à 12°), la portance est insuffisante et Totor ne cesse de descendre.

Retour à l'atelier, la décision est prise de passer le diamètre rotor à 90 cm (80 à l'origine) et surtout les pales vont faire 40 mm de large et une épaisseur de 6 mm contre 25 et 4 mm auparavant. Après analyse, nous comprenons pour quelle raison Totor a tendance à embarquer de la sorte à gauche : j'ai fait tourner le rotor à gauche dans le même sens que le couple moteur, grosse erreur... Les prochains vols seront donc tentés avec un rotor tournant à droite. Il est 19 heures, nous sommes à J-1 mois, retour au terrain et on met les phares de la voiture pour éclairer la piste (eh oui, il fait nuit !).

Détail des pieds de pales.



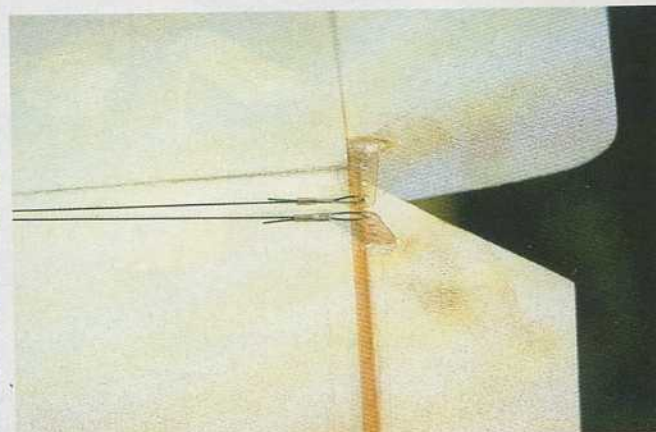
Je lance Totor et ça y est, ça vole, Totor monte, fait quelques virages et se repose. L'autogire, ça vole ! De nombreux vols seront ensuite nécessaires pour affiner les calages, le stab est passé à 45 cm d'envergure, la dérive a été agrandie et une surface latérale a été ajoutée devant le mât.

En résumé, sachez que Totor a été endommagé sérieusement sept à huit fois avant d'obtenir les caractéristiques de vols actuelles (on n'est vraiment pas bon !!).

La construction

Le fuselage est on ne peut plus simple avec des flancs et un fond en balsa 2 mm. Les supports de train sont des triangles en balsa 3 mm et, suite aux premiers essais où le fuselage cassait à l'atterrissage, les flancs ont été renforcés à ce niveau avec du ctp $8/10$. Le train est en jonc de carbone diamètre 3 (disponible en magasins de cerf-volant) et les axes sont en alu plié. Pour plus de commodité, le train sera collé en dernier. Le moteur est tout simplement encastré dans le fuselage et maintenu avec des élastiques. Le stab et la dérive sont en Depron de 3 mm (disponible en magasins de bricolage) et le stab est rigidifié par la baguette en pin 3×3 qui lie les deux gouvernes. L'articulation est réalisée au Blenderm. La poutre de queue est un tube de carbone de 6 mm et le stab y est collé à

L'installation moteur, on ne peut plus simple.



l'époxy sans renfort. L'ensemble est ensuite fixé au fuselage en respectant les règles de géométrie d'usage (là aussi, pas de renfort). Le train peut alors être collé à la cyano.

Le mât est en balsa 5 mm, choisi léger mais rigide. L'angle d'attaque retenu pour le rotor est de 10° . L'axe rotor est une corde à piano de 2 mm et est collé à la cyano et il doit être tordu vers la gauche de 1° environ (pour contrer le couple du rotor). La "surface" transparente devant le mât est réalisée avec un jonc de carbone de 1.5 mm collé à la cyano puis entoilé avec du film alimentaire. On peut aussi la faire en Depron.

Le moyeu de rotor est, quant à lui, un tube laiton de diamètre... 2 mm intérieur, c'est bon, vous suivez ? Le porte-pale est en ctp 2.5 mm renforcé avec une mèche de carbone mais du 3 mm sans carbone doit convenir. Cela peut paraître sous dimensionné mais la souplesse de ce porte-pale donne une partie de la stabilité. Les pales sont maintenues avec de la visserie de 2 mm. Le calage de ces pales doit être de 1.5° négatif et pour cela, il suffit d'insérer une cale de 8/10 mm à l'arrière du pied de pale (voir plan).

Puisqu'on en parle, on devra choisir un balsa 6 mm léger mais rigide pour tailler les pales. Pas besoin de balsa plume, les nôtres ont été réalisées en balsa éco (il faut juste choisir une planche homogène, sans nœud). On commence par les couper à longueur. Ensuite, deux méthodes : soit vous vous confectionnez une cale à poncer grâce à un gabarit en bois dur avec la section de la pale et vous y collez un morceau de papier abrasif. Ensuite, il suffit de faire coulisser sur la pale. Deuxième solution, celle que j'ai retenue, j'ai tracé au crayon à papier deux traits à 14 mm du bord de chaque côté de la pale. J'ai ensuite dégrossi avec un rabot puis j'ai fini avec une cale à poncer standard, c'est-à-dire plate, en me servant au départ des traits comme référence. Avec un peu de soin, il est facile de faire un travail propre, et après un équilibrage soigné, les pales que j'ai taillées de cette façon ne vibrent quasiment pas. Les pieds sont renforcés au ctp par sécurité. L'équilibrage des pales est facile mais doit être soigné. Pour cela, vous devez fabriquer l'équilibreur dessiné sur le plan. Il y a deux équilibrages : les pales doivent avoir le même poids et le même centre de gravité. L'équilibreur sert pour le poids et sera utilisé en deuxième. Pour le centre de gravité, j'ai utilisé une méthode qui n'est sûrement pas la plus précise mais

qui est la plus rapide. Sur un tube (j'ai utilisé un stylo !), les pales placées les unes à côté des autres doivent être en équilibre ensemble. On leste au besoin avec du ruban adhésif papier jaune (utilisé comme cache pour la peinture) qui a presque la même couleur que le balsa. Ensuite, on utilise l'équilibreur et on prend une pale (la plus lourde) comme référence pour équilibrer les deux autres. Ensuite on re-contrôle avec le tube pour voir si ça n'a pas trop bougé et c'est Ok !

L'installation radio est simple et j'ai utilisé des MS 500 de 5.5 g ; Nicolas utilise des servos de 9 g. Ils sont collés au double face sur les flancs du fuselage. Les commandes sont en câbles aller retour. Il s'agit de petits câbles acier disponibles dans tous les magasins de pêche. Le récepteur est un 6 voies micro (un 3 voies suffit) sans le boîtier. L'accu utilisé est un 9.6 V 350 mAh. Le variateur utilisé est un Simprop 18 A qui est un peu sur dimensionné mais sachez qu'il faut au minimum un 10 A avec le moteur RC Union. L'hélice utilisée ici n'est pas celle fournie avec le moteur mais une APC 9 x 3.8 spécial slow flyer.

Le modèle est laissé brut sans vernis ni entoilage et nous avons seulement donné un petit coup de peinture en bombe sur le Depron (essayez avant sur une chute car certaines peintures le fondent). La plage d'équilibrage est assez large et le modèle doit être centré avant en soulevant le modèle par une pale à 25 mm de l'axe rotor environ.

Les vols

La "mise en vol" se fait par lancé mais le décollage est possible. Attention dans ce cas, il faut se préparer à contrer à gauche car, au moment de l'envol, Totor embarque d'un coup à gauche (rassurez-vous, il vole droit ensuite). Le lancé est donc plus facile et il suffit de pré-lancer le rotor (avec l'antenne de l'émetteur ou à la main), de courir sur sept ou huit mètres en tenant Totor avec un fort angle d'attaque (c'est-à-dire très incliné vers l'arrière). Le rotor prend alors ses tours et on peut lancer l'appareil dans son élément (remettez Totor à plat au moment du lâché). Dès qu'il est parti, on peut réduire un peu le moteur mais pour un vol à plat, il faut au moins 2/3 des gaz.

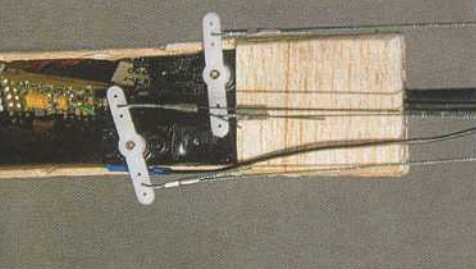
Si, dérive au neutre, le modèle vole droit, tout va bien. En revanche, s'il tire un peu à droite, prenez deux paires de pinces et tordez légèrement l'axe rotor vers la gauche puis réessayez (et inversement s'il tire à gauche). Si vous êtes obligés de voler profondément à cabré, vous pouvez incliner le rotor un peu plus vers l'arrière mais 10° est le meilleur compromis à notre avis.

La prise en main est facile et le vol est très stable. Les trajectoires sont tendues, sûrement grâce aux bras de leviers généreux et à une grosse surface de stab. La maniabilité est bonne et la dérive est vive autour du neutre. Il pourra être bon de mettre de l'exponentiel sur cette voie (moi, je n'en ai pas mis). Le comportement se rapproche

Pour lancer l'engin, ne pas hésiter à lui donner une forte incidence



L'installation radio classique "indoor".





d'un deux axes, à savoir qu'à la mise en virage, Totor s'incline bien mais à la sortie d'un virage serré, on note un dérapage prononcé avant le changement de direction. Toujours en virage serré, la perte de portance est importante et il faut tirer pas mal à la profondeur pour maintenir l'altitude. Rassurez-vous, tous ces phénomènes sont beaucoup moins perceptibles en vol "tranquille". En comparaison, la profondeur est beaucoup moins efficace que la dérive.

Le vol sans la surface verticale devant le mât, est parfaitement possible mais la réponse à la dérive est moins bonne et Totor ne dérape plus avant la mise en virage (il faut dire qu'il y a très peu de surfaces latérales). Des trajectoires presque aussi tendues, mais moins de maniabilité, on les réservera donc pour les grandes salles

ou pour les vols en extérieur. Pas de vol rapide ou lent, on peut dire Totor vole à une vitesse quasi constante puisque, quand on réduit les gaz, ça descend, et quand on met à fond, ça monte. Il y a bien des petites variations de vitesse mais vraiment faibles. Gros avantage de la formule : il n'y a pas de décrochage, quand on coupe les gaz, même profondeur bien cabrée, on obtient seulement une descente presque verticale (on avance légèrement) comme un hélicoptère en autorotation. Virages serrés, montées trop fortes, pertes de vitesse, vous ne pouvez pas décrocher. Autre point positif : Totor supporte bien le vent, mieux que la plupart des indoor. J'ai volé avec des vents assez forts (le porte-pale tient le coup) sans aucun problème. Bien sûr, quand on est vent arrière, ça "dégueule" pas mal et il faut mettre plein gaz pour te-

nir mais l'engin ne se fait pas chahuter et reste parfaitement contrôlable (ne volez quand même pas avec 50 km/h de vent !). Bien sûr face au vent, on arrive à faire du stationnaire et même à reculer. Le lancé est encore plus facile puisqu'il suffit d'incliner Totor vers l'arrière et le rotor prend ses tours tout seul, sans lancé préalable.

L'atterrissage est très facile mais ne venez pas de loin, la finesse est proche de celle d'un pavé... En effet, dès que l'on coupe le moteur, on a l'impression de sortir des aérofreins et Totor arrête d'avancer presque immédiatement pour commencer à descendre (c'est un des inconvénients de l'autogire). Il est bon de garder des gaz pour faire l'arrondi car moteur arrêté, si on ne touche à rien, on descend presque verticalement à vitesse constante mais assez rapide. De plus, la profondeur et la dérive

ont une efficacité à ce moment quasi nulle puisque les gouvernes ne sont pas soufflées. Seule solution sans moteur, piquez pour prendre un peu de vitesse et là, on peut faire l'arrondi au moment du touché. Avec les gaz, c'est beaucoup plus simple puisque l'on arrive à se poser presque arrêté. On laisse Totor descendre à la verticale et un peu avant le touché, on cabre à fond en remettant du moteur. Comme tout bon indoor, il est possible de rattraper Totor à la main mais en faisant attention car il faut couper les gaz très tard à cause de la finesse médiocre.

Seul bémol : l'autonomie est faible et le temps de vol est d'environ deux minutes. Il tire mais il consomme ce petit moteur RC Union ! Des essais en extérieur ont été réalisés avec un pack 9.6 V 500 mAh. Le poids augmente mais les caractéristiques de vols restent identiques et le temps de vol passe à trois minutes environ.

Vous l'aurez compris, cet autogire est un appareil peu contraignant, original et ne présente pas de difficulté pour la construction. J'espère vous en avoir donné envie !

En vol, le Totor est facile à piloter.



X CARACTÉRISTIQUES

Diamètre rotor : 90 cm

Longueur : 86 cm

Hauteur : 34 cm

**Débattements profondeur :
+20 mm / -15 mm**

**Débattements dérive :
+/- 20 mm**

Poids : 350 g

**Moteur :
électrique type 300 réducté**

Accus : 8 éléments 350 mAh