

FLY
INTERNATIONAL

INTERNATIONAL

FLY

n°13

HORS SERIE

Le monde de l'a

n°13
HORS SERIE
9,90 €

HORS SERIE

SPECIAL JETS
ELECTRIQUES

- Andorre 9,90 €
- Belgique 11,00 €
- Canada 19,75 \$C
- Guadeloupe 11,00 €
- Grèce 10,20 €
- Guyane 11,00 €
- Italie 12,40 €
- Luxembourg 11,00 €
- Martinique 11,00 €
- Nouvelle Calédonie 1700 XPF
- Polynésie française 1700 XPF
- Portugal 12,00 € (Port.Cont.)
- Réunion 12,00 €
- Suisse 19,80 CHF

TECHNIQUE - LE PILOTAGE DES JETS

- LES ACCUS - LES TURBINES - LES MOTEURS

- LES COLLES - LA POUSSE VECTORIELLE

TESTS - 15 ESSAIS COMPLETS + 10 FLY TESTS

LE CATALOGUE - LES JETS ELECTRIQUES

- LES MOTEURS - LES ACCUS -

<http://www.rcmodelisme.net/>

SPECIAL JETS ELECTRIQUES TECHNIQUE



Multiplex, avec son Twister en Elapor, a marqué le début de cette montée en puissance des jets électriques accessibles à tous.

Depuis que l'aviation réelle a vu naître les premiers avions à réaction, les aéromodélistes ont voulu suivre le mouvement et reproduire ces machines aux allures élancées et au vol si rapide. On vu des jets de vol libre, propulsés par de petits moteurs fusée, les «Jetex», on a vu des modèles de vol circulaire reproduisant là encore les premiers chasseurs à réaction, avec cette fois une bonne vieille hélice dans le museau, et avec la radiocommande, on n'a eu de cesse de retrouver la pureté aérodynamique de ces machines, et de faire disparaître l'hélice...

Souvenons nous

Effectivement, en radiocommande, les premiers «jets» étaient encore à hélice. Une cellule reproduisant avec plus ou moins d'exactitude un avion réel, ou bien une machine totalement «inventé», et on plaçait soit un moteur thermique à l'avant et les formes style «Crusader» étaient idéales, soit on plaçait le moteur en «propulsif», à l'arrière de l'avion, et là, ce sont les «deltas» qui s'y prêtaient le mieux. On se souvient de modèles fameux comme le X-1200 de Graupner, qui en prime était conçu pour un moteur rotatif.

Mais les modélistes voulaient à tout prix se débarrasser de cette hélice et est née la «turbine». L'idée a été de réaliser une hélice carénée, au diamètre réduit, tournant à l'intérieur du fuselage. Là encore, c'est avec les moteurs thermiques



Sublimes, archi-détaillés, passionnants à piloter, spectaculaires au possible en meeting, les jets à réacteur sont les modèles les plus sophistiqués du monde modéliste. Ils ne sont hélas pas dans les possibilités d'un grand nombre de pratiquants, que ce soit au plan technique, pilotage ou budget.

qu'est apparue cette technologie. Des moteurs spécifiques ont été créés, tournant à très haut régime afin de palier le petit diamètre de l'hélice, et avec des sorties d'échappement adaptées aux configurations des modèles et des turbines. Ces modèles ont eu un véritable période de gloire et on a même vu des modèles à turbine thermique monter sur la première marche des championnats du monde de maquettes avec Philippe Avonds. Un jour, un français génial, Michel Sérié, dans le sud ouest, oubliant que les grands ingénieurs thermodynamiciens avaient décrété que le réacteur «modèle réduit», c'était impossible... Avec comme il le disait lui-même son marteau de chaudronnier en guise d'ordina-

Comme en thermique, il est possible d'approcher le style «Jet» en graffant un moteur électrique dans le nez du modèle.



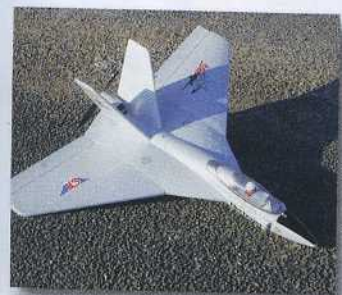
Les avions thermiques au look «jet», mais avec une hélice, sont toujours proposés et sont un premier pas vers le jet.



DECOUVRIR L'AVION A TURBINE ELECTRIQUE

teur, il mit au point le premier réacteur modéliste, fonctionnant au gaz... La suite, ce fût l'industrialisation par JPX, et depuis, la multiplication des fabricants de réacteurs, passés désormais au kérosène, au démarrage automatique et à la gestion entièrement électronique par «FADEC» ou «ECU», aussi bien que ceux des avions grandeur ! L'avènement du réacteur signa la mort des turbines thermiques, mais aussi vit une envolée du coût de ces modèles de très haute technologie, qui nous font rêver dans les meetings.

Mais depuis les années 70, une autre tendance a fait son chemin, la propulsion électrique. Initialement réservée à des moto-planeurs qui montaient assez péniblement, elle s'est assez vite développée sur quelques avions accessibles. A l'époque, l'accu standard était le NiCd de 1200 mAh, pesant 50 grammes l'élément de 1,2 volts. Les packs les plus courants étaient des 6 éléments, soit 7,2 volts et 1200 mAh pour plus de 300 grammes avec fils et connecteurs. Le moteur le plus répandu était sous diverses appellations le Mabuchi 540, celui qui équipait alors aussi bien des bateaux RC. L'Elektro Rasant et le Parat E de Robbe furent parmi les premiers modèles électriques à voler convenablement... 4 à 5 minutes, en montant lentement. Les progrès ont été longs à venir, mais sont venus, avec des moteurs aux rendements très améliorés, puis avec les accus NiMH qui ont sérieusement augmenté la capacité des packs pour des encombrements similaires et des masses augmentant peu. Dans le volume des 1200 NiCd, on a fini par rentrer 3300 mAh voire plus ! Avec des capacités à être déchargées rapidement en net progrès. Les tailles d'accus, mais de moteurs aussi, se sont largement diversifiées. C'est alors que l'envie de jet est bien sûr ressortie. Puisque la propulsion électrique devenait performante, on allait pouvoir l'adapter à des modèles rapides et à la charge alaire élevée... La progression a suivi la même voie qu'en thermique, des hélices d'abord, à l'avant ou à l'arrière, et rapidement, l'hélice carénée dans le fuselage, et donc là encore baptisée «turbine», du moins en France. A l'étranger, c'est «ducted fan», terme plus correct, qui signifie «soufflante canalisée». En effet, la vraie «turbine» au sens des thermodynamiciens, c'est le réacteur, pas une hélice entraînée par un moteur.



Autre approche du jet électrique, le moteur à hélice, mais à l'arrière. On peut obtenir des modèles encore sages, comme l'Electra Jet à gauche, ou largement aussi vélocé que bien des modèles à turbine, comme avec à droite la Funjet de Multiplex.



Nées avec des moteurs poussifs

Le développement des turbines accessibles au commun des modélistes a démarré avec des modèles utilisant toujours des moteurs ferrite très basiques, Mabuchi 550 et le petit 370, souvent connus sous l'appellation Speed 600 et Speed 400 du fait de l'appellation Graupner très répandue. En effet, Graupner a été un de premiers à proposer des sets de turbines, dont des modèles type «nacelles» comme sous les ailes d'avions de ligne, destinées à ces moteurs, qu'il fallait sérieusement survoler pour atteindre des régimes où la poussée devenait exploitable. Le Speed 400 conçu pour 6 volts ou 7,2 volts se voyait alimenté



Le vol indoor voit de temps à autres quelques modèles à turbines électriques, qui sont le plus souvent des réalisations totalement personnelles. Ici, les modèles utilisent la turbine de 50 mm GWS.

par 10 éléments NiMH, soit 12 volts ! Bien sûr, sa durée de vie en prenait un coup, mais ça a permis de faire voler quelques belles pièces, comme le bi-turbine très racé «Komet».

Le gros coup de boost à la catégorie électrique en général, c'est l'arrivée récente de deux technologies se complétant merveilleusement : les moteurs brushless d'une part, dont le rendement est incomparablement supérieur à celui des moteurs à balais, et les accus Lipo qui ont abaissé de manière considérable le poids et le volume des packs d'accus à embarquer.

Avec désormais des ensembles moteur-accus légers et puissants, la propulsion électrique allait en l'espace de deux-trois ans faire un bond considérable et se montrer aussi performante quand ce n'est pas plus, que la propulsion thermique !



Des moteurs bien plus performants que les Mabuchi commençaient à équiper les turbines électriques quand les «brushless» les ont brutalement relégué aux oubliettes.

Les turbines pour moteurs électriques se sont vite mises au goût du jour et au départ, ont été l'affaire de spécialistes, avec des produits remarquables, mais assez onéreux. Et comme toujours, les technologies de pointe se sont vulgarisées et aujourd'hui, la production de masse rend la turbine électrique accessible à tous, techniquement comme financièrement. Désormais, une propulsion par tur-

Un moteur brushless à rotor interne (dit «inline») et son contrôleur.



S'il n'est pas envisageable d'apprendre directement avec un jet à turbine le pilotage des modèles réduits radiocommandés, il y a au sein même de cette catégorie des grosses différences de niveau requis. Ainsi, le Hawk ci-dessus, en polystyrène, peut être considéré comme un vrai jet «trainer», alors que le Squall, ci-dessous, surtout en version 4S, impose un excellent niveau de la part de son pilote, vu les vitesses atteintes et la manœuvrabilité extrême.



bine électrique ne se conçoit qu'avec un moteur brushless et au niveau accu, en grande majorité est à base Lipo, quelques pilotes utilisent les accus «Li-Fe», plus sécurisés, mais plus lourds à capacité équivalente.

Voler avec une turbine électrique

Reproduire un jet, c'est en règle générale aller vers un avion qui a «peu d'aile». A de rares exceptions, comme le Fouga Sylphe qui était une sorte de motoplaneur à réaction, les jets sont des avions taillés pour les hautes vitesses, et donc, ils ont des voilures de taille réduite. Qui dit aile à faible surface dit «charge alaire élevée». Or, on sait qu'un avion vole mieux s'il est peu chargé... Et surtout, que la charge alaire conditionne directement la vitesse minimum de vol, donc les vitesses de décollage et d'atterrissage. En «grandeur nature», on sait équiper les avions de dispositifs hypersustentateurs complexes, bords de bords d'attaque, volets multiples à fente, qui augmentent la portance de l'aile pour le vol lent. Mais en modèle réduit, il est bien difficile de passer par ces dispositifs, trop complexes et surtout, impossibles à réaliser sans une prise de poids prohibitive. La règle numéro un donc, pour nos jets, va être de construire «léger» afin de préserver des qualités de vol à basse vitesse, et d'avoir des modèles qui restent «civilisés» au moment de l'atterrissage.

La poussée de la turbine devra permettre d'une part d'accélérer convenablement pour le décollage, mais aussi pour atteindre des vitesses qui soient en rapport avec le style de l'avion. Rien ne sert de faire un avion à turbine au look de jet s'il vole à la manière d'un trainer ! Il y a encore une dizaine d'années, on a conçu des avions à turbine avec une poussée entre le tiers et la moitié de la masse du modèle. Aujourd'hui, la moitié de la masse est une valeur minimum à retenir pour faire voler un avion à turbine électrique, mais on sait faire des avions dont le rapport poussée/poids est égal, voire supérieur à 1, c'est à dire que la poussée dépasse la masse de l'avion. Dans les essais de ce numéro, le Su 34 a une poussée très proche du poids du modèle et le Squall a une poussée supérieure au poids... Les deux sont des modèles destinés à la majorité des modélistes, pas des modèles d'exception.

Peut-on débuter avec un jet électrique ?

Le but du jet électrique est bien évidemment de reproduire des avions rapides, et donc de voler à haute vitesse. Les avions reproduits sont pour la plupart des chasseurs, avec des envergures réduites et des fuselages bien longs. Ceci donne des comportements typiquement plutôt sensibles aux ailerons, avec en général une stabilité dite «indifférente» en roulis, c'est à dire que l'avion ne s'auto-stabilise pas et ne revient pas à plat de lui-même. Ces avions ont des vitesses minimales qui sont plus élevées que celles d'avions «classiques». Quand ils sont munis de train, ceux-ci, pour préserver une masse réduite, sont le plus souvent assez fragiles et doivent impérativement être «bien posés» et «sur la piste». Vitesse élevée, stabilité indifférente, atterrissage «réussi» obligatoire, on le voit, le jet n'a rien pour être un avion de début ! Ceci ne veut absolument pas dire que ce sont des avions «difficiles», beaucoup sont même très abordables au niveau pilotage, mais ce sont tous sans exception des avions qui ne tolèrent

pas la faute, l'atterrissage dur ou hors piste.

Alors, même si les kits livrés absolument complets, avec moteur et radio installée, avec accu, chargeur, émetteur, sont très séduisants, si vous n'avez jamais piloté... il va falloir patienter ! De même qu'aucune auto-école ne vous proposera des cours sur Ferrari, apprendre à piloter un modèle réduit doit se faire sur un avion vous laissant le temps de voir vos erreurs, de les corriger, et acceptant les imperfections du pilotage.

En règle générale, il faudra au minimum maîtriser le pilotage d'un avion de type trainer à aile basse, à savoir ne plus jamais faire d'inversion, se poser correctement à coup sûr et savoir passer les figures de voltige de base que sont la boucle, le tonneau et le vol dos avant d'aborder un premier jet simple et léger, généralement équipé d'un accu Lipo 3S. Pour les modèles rapides, en «4S», l'expérience d'avions de voltige plus virulents style Cap, Extra et autres, ou de petits racers, sera nécessaire.

Les types de cellules

Le jet électrique fait appel à tous les types de constructions de l'aéromodélisme. Du polystyrène expansé au modèle «full carbone», on couvre toute la gamme, et plus les technologies sont à la pointe de la technique, plus les performances sont élevées, et le prix aussi !

Polystyrène

On va trouver tout d'abord des modèles réalisés en polystyrène expansé moulé. C'est la technologie qui permet de proposer les kits les plus économiques. Elle s'est considérablement développée depuis deux à trois ans et l'offre du marché est impressionnante. Les modèles peuvent arriver sous forme de pièces brutes de moule, à assembler puis à décorer, comme le Squall présenté dans ce numéro, jusqu'au modèle totalement terminé, peint, adhésifs ou décalcomanies posés, et pré-équipé avec turbine, moteur et radio en place. Les modèles peuvent ne pas avoir de train et donc être lancés à la main, disposer d'un train fixe, ou encore pour les plus complets, être équipés d'un train rentrant. Quelques modèles disposent en outre de volets de courbure, mais c'est encore rare. La construction en polystyrène a le gros avantage de la simplicité et de la rapidité de construction, qui parfois se borne à un assemblage final en à peine une heure. Les conceptions sont de plus en plus soignées et la robustesse en vol est aujourd'hui acquise.



Les kits RTF sont majoritaires et sont souvent livrés complètement décorés et équipés avec moteur, servos, accu... Cet AMX disponible chez Robbe et MRC en est un excellent exemple.

Ces modèles sont par contre fragiles lors de l'assemblage, ils se marquent très facilement et il faut de multiples précautions durant les manipulations. De même, le stockage et le transport imposent de les protéger, d'autant plus s'ils sont équipés d'acces-



soires comme des armements fictifs, bombes et missiles, souvent eux aussi en polystyrène expansé. Ces modèles imposent des atterrissages «doux», sur une herbe moelleuse quand ils n'ont pas de train et impérativement sur piste en dur quand ils ont un train. Un avion avec train posé hors piste, c'est dans la majorité des cas des trains arrachés et donc, les fixations endommagées sur la cellule. Un posé «dur» conduit le plus souvent à une casse franche de la cellule. Par contre, la réparation est relativement facile et rapide, en recollant bout à bout les morceaux à l'époxy ou à la colle blanche.

Le point souvent faible de ces modèles est au niveau des trains, qui sont trop souvent juste montés directement dans la mousse. Des supports en bois dur collés sur une bonne surface sont indispensables pour transmettre de manière durable les efforts des trains à la cellule.

Le plus gros de l'offre actuelle de jets électriques utilise cette technologie qui permet une production de masse et donc à la fois des prix réduits pour les acheteurs et des marges correctes pour les distributeurs.

Ces avions sont toutefois des modèles ayant des durées de vie limitée, du fait même de la fragilité du matériaux qui n'a pas vocation à vieillir.

EPP et dérivés

Proche du polystyrène, l'EPP et ses dérivés (Elapor, Solidpor... chaque marque a un nom spécifique pour ce type de matériau) est lui aussi un expansé moulé, mais avec une cohérence des billes nettement plus forte, et un aspect plus lisse. L'EPP est né pour constituer, comme le polystyrène expansé moulé, des emballages de produits fragiles. Il est beaucoup plus résistant aux chocs que le polystyrène et va «absorber» les petits impacts sans casser et reprendre sa forme. Les fabricants mettent en avant l'argument de «modèle incassable». Je n'irais pas jusque-là, mais il est vrai que les modèles en EPP sont très nettement plus tolérants aux chocs, et donc aux atterrissages «durs» que les modèles en polystyrène. Un des premiers jets électriques performant en EPP a été le Twister de Multiplex, et il a largement contribué à mettre en avant la catégorie, avec une ensemble cohérent cellule-turbine-moteur.



Archétype du jet en EPP, le Twister de Multiplex est moulé en Elapor, variante de super qualité de ce matériaux robuste.

Les modèles en EPP sont moins fragiles lors du montage et des manipulations. Ils ont une espérance de vie supérieure aux modèles en polystyrène, sauf crash majeur, car il serait tout de même illusoire de les croire réellement «indestructibles».

Les réparations de l'EPP sont possibles, avec des colles adaptées, souvent de type cyanoacrylates dédiées à ce matériau. Nous y reviendrons dans un chapitre spécifique.

Dépron moulé

Le «Dépron» est un polystyrène extrudé que l'on trouve sous formes de feuilles de 3 ou 6 mm en grandes surfaces de bricolage et qui fait le bonheur des indooristes. Quelques fabricants ont appris à «mouler» ces feuilles minces pour en faire des formes complexes. Parmi les plus connus, Flying Styro Kit (FSK). Les modèles sont des maquettes très fines, livrées peintes, à assembler et à équiper. On est un peu dans l'esprit de «maquettes pastiques», en général très détaillées, et demandant une bonne expérience, de la minutie et de la patience pour le montage. Les modèles sont superbes, légers, mais fragiles et devront être utilisés avec beaucoup de soin.



Le Me 262 de FSK, en Dépron moulé et peint.

Le bois, solution traditionnelle

Ils se font rares, mais les kits d'avions à turbine à construire intégralement en structure bois existent. Parmi les plus actifs, RBC Kits propose de nombreux modèles de jets à construire, tout en structure, et volant fort bien. Evidemment, il y a là un travail important à réaliser, les modèles ne sont pas des «ready to fly», et les formes le plus souvent tout en courbes font que le traditionnel «monocoque» est de rigueur, avec en prime la veine d'air à soigner. Les «prêts à voler» en structure bois de jets sont rares, mais vous verrez dans ce numéro qu'ils existent, avec l'essai de l'Unijet de World Model.



Testé dans ce numéro, l'Unijet est un RTF «tout bois».



Il n'y a pas que les kits ! Ce Panther intégralement en structure bois est une réalisation personnelle de la taille d'un jet pour réacteur, vue à Spinawatt en septembre 2009.

Le jet en structure va être plus manipulable et plus aisé à stocker que les modèles en polystyrène. En cas de «bobo», la réparation est d'autant plus aisée que l'on a construit le modèle et que l'on dispose du plan pour refaire en cas de besoin des pièces. C'est un produit pour «modélistes» aimant autant construire que piloter, du «traditionnel», et donc, pour les «patients» plus que pour les pilotes voulant du «tout de suite en vol».

Bois et fibre

Le bois est également présent sur des kits «intermédiaires» prêts à équiper, combinant de fuselages fibre pour simplifier la réalisation des formes non développables, avec des voilures et empennages en structure bois, légères et faciles à fabriquer. Topmodel a mis une belle gamme d'avions de ce type sur le marché, livrés avec fuselage fibre, peint d'origine, et ailes structure entoïlée Oracover. Il reste le montage final et l'équipement moteur et radio à réaliser par l'utilisateur. Ces modèles sont destinés à des pilotes voulant un modèle rapidement en état de vol, mais ayant une expérience de la construction, car si ce qui reste à réaliser n'est pas énorme, le montage doit être effectué avec soin. Ces modèles sont rapides, vifs, et ne supportent pas l'à peu près, tant au montage, qu'aux réglages, et enfin qu'au pilotage. Par contre, fibre et structure coffrée font des modèles qui peuvent avoir une très belle durée de vie. Ils se transportent sans crainte de se marquer au moindre contact. Là encore, on est dans le créneau des modélistes «traditionnels», qui recherchent un produit durable et valorisant.



Fuselage fibre de verre, ailes en structure coffrées et entoïlées, ces modèles sont destinés à des modélistes avertis, mais sont beaucoup mieux armés pour avoir une belle durée de vie.

Le «tout fibre»

Nous arrivons là dans le domaine des productions «haut de gamme», le plus souvent artisanales, même si quelques grandes marques en proposent à leur catalogue. Le jet «tout fibre» est cette fois destiné aux très hautes performances. Il sera le plus souvent équipé avec des turbines très puissantes, et d'un coût élevé, mais en contrepartie, on va parler de vitesses de 200, 250, 300 km/h ! Ici, les modèles quand ils ne sont pas munis de train partent catapultés depuis une

Composite ARF propose le Spark, intégralement en fibre. On est là dans le plus haut de gamme des jets électriques.





Un kit Composite ARF, peint directement dans le moule ! On comprend que la gamme de prix soit très supérieure.

rampe de lancement, ou sinon sont munis de trains rentrants, souvent pneumatiques. Les budgets pour ces modèles sont conséquents, pouvant atteindre plusieurs milliers d'euros pour l'ensemble du modèle. Nous n'avons pas eu l'occasion de tester de tels modèles d'exception pour ce hors série, les artisans concernés ne pouvant pas confier de produits aussi chers en test. Dans cette catégorie, nous ne trouverons que des modélistes extrêmement expérimentés, car maîtriser des modèles de taille relativement réduite à des vitesses dépassant les 200 km/h demande un pilotage sans la moindre faille, ainsi qu'un matériel d'une fiabilité à toute épreuve. Le niveau requis est identique à celui pour les jets à réacteurs et les prix s'approchent des premiers jets à réaction. Les turbine Schuebeler sont parmi les plus représentatives de ce matériel haut de gamme où l'on parle de poussées allant de 1500 g à 10 kg ! Les motoristes associés sont Lehner, Plettenberg, Jeti, Schülze, Kontronik...



Le type de turbine qui équipe les modèles haut de gamme, ici, une Schuebeler, intégralement moulée en carbone.

Les spécificités des jets électriques

En dehors du fait déjà évoqué que les jets électriques supposent d'avoir acquis au préalable un niveau de pilotage minimum indispensable, quelques spécificités de la catégories sont à prendre en compte avant de se lancer :

Le terrain et le volume d'évolution

Tout d'abord, on doit choisir son modèle de jet en fonction du terrain sur lequel on souhaite évoluer. D'une part, le type de piste va dicter le choix d'un modèle avec ou sans train d'atterrissage. Une piste en dur permet de décoller du sol et de se poser en roulant, ce qui est très réaliste. Une piste en herbe est peu compatible avec les roues de petit diamètre, avec des trains souvent frêles, et présente un risque d'absorption de corps étrangers par la turbine, et va vous aiguiller vers des modèles sans train, pouvant soit être lancés à la main, soit utilisant une catapulte pour le départ, nous reviendrons dans un chapitre spécifique sur ces techniques pour le décollage.

Le volume de vol possible sur votre terrain va définir la vitesse maxi du modèle. Il est des terrains où il est possible de voler à perte de vue sans contrainte. Là, pas de restriction et les modèles les plus ultimes seront possibles, seules vos compétences en matière de pilotage dicteront les limites du raisonnable. Mais ailleurs, la présence d'habitations proches ou d'autres contraintes, comme par exemple les terrains de modélisme situés sur des aérodromes limitent le volume de vol, avec restrictions dans le plan horizontal, ou une hauteur de vol réduite. J'ai un parfait exemple avec le terrain de Mâcon qui me sert pour la majorité des essais pour FLY et où l'ensemble des modèles que j'ai testé pour ce hors série ont volé. Nous y disposons de 200 mètres de part et d'autre de la zone «pilotes», de 80 mètres en «profondeur», et avec un plafond limité à 100

mètres... Dans ce type de volume, on se rend vite compte que les lignes droites sont extrêmement limitées dès qu'on parle de modèle en «4S», que l'on est le plus clair du temps en virage à grande inclinaison ou en figure de voltige, certes simple, mais permettant de faire demi tour dans ce volume réduit, et qu'il faut souvent «réduire» pour ne pas sortir du cadre. En approche, le rayon de virage conduit régulièrement à devoir frôler les limites pour finir sur l'axe. J'ai mené également une partie des essais des modèles «sans train» dans des prairies en bord de Saône, cette fois sans limitation et immédiatement, le volume de mes vols a largement doublé, me permettant enfin de faire de vraies ligne droites pour évaluer la vitesse maxi sur un plein gaz continu. Tenez donc compte de la place disponible avant de choisir un modèle vraiment rapide, car même un très bon pilote est tenu par les lois de la physique à voler «très grand» avec un jet rapide.

Autonomie

Autre particularité des jets, à bien intégrer, c'est qu'ils sont des dévoreurs d'électrons. La consommation est élevée, très nettement plus qu'avec des avions électriques paisibles et même qu'avec des avions de voltige. Les vols excèdent rarement 5 à 6 minutes. Pour préserver les accus et leur donner une espérance de vie correcte, il est plus que souhaitable de ne jamais les vider complètement, mais de ne voler que 70% de leur autonomie possible. De plus, les Lipo ne sont pas des accus que l'on recharge juste après un vol. En règle générale, on n'utilisera un pack qu'une fois dans une demie journée. On en déduit que si on souhaite voler beaucoup avec un jet, il faudra disposer de plusieurs packs d'accus. En fait, le jet est plus souvent un avion qui vient s'ajouter à une panoplie de modèles classiques. On vient au terrain avec un modèle qui permet de voler «beaucoup», et un jet avec lequel on fera un ou deux vols dans l'après-midi, mais des vols «intenses», à grande vitesse.

Stockage et transport

La majorité des jets, notamment en expansé ou en EPP, ne sont pas prévus pour être démontés. Il faut donc en tenir compte et penser à la place que prendra un modèle pour son stockage, ainsi que pour le transporter. Bien sûr, quand nous avons les mini-jets de Kyosho comme les Jet Illusion, Mirage ou Vision, ce n'est pas une bien grosse contrainte, mais avec des modèles de 90 cm d'envergure et 1 m 40 de long, bardés de missiles en polystyrène sous les ailes, on se doit de réfléchir à la façon de le rentrer dans son véhicule et de le protéger pour qu'il ne soit pas endommagé durant les transports. Et le rangement «à la maison» doit aussi être pensé si vous ne voulez pas avoir un problème avec Madame...



Si transporter et ranger le minuscule Jet Mirage Kyosho n'est pas un problème, un gros Mirage 2000 à turbine de 90 mm impose un tout autre volume !



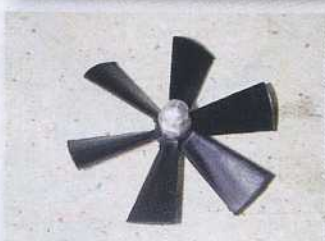
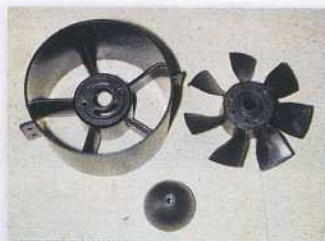
La turbine

Maintenant, regardons d'un peu plus près ce qu'est cette fameuse turbine électrique. Tout d'abord, c'est une «hélice», directement entraînée par un moteur électrique, et qui tourne dans le fuselage ou dans une nacelle. Bien sûr, le diamètre est réduit et la forme des pales est bien différente d'une hélice traditionnelle. Pour faire le distinguo, on «oublie» le terme d'hélice et on parle de «Rotor». Les pales sont en général assez larges et le leur nombre varie de 3 à 5 sur les turbines courantes sur les kits de grande diffusion, mais peuvent en avoir bien plus sur des modèles haut de gamme. Ce rotor tourne à l'intérieur du «corps» de la turbine, et le «jeu» entre l'extrémité des pales et l'intérieur du corps doit être le plus réduit possible afin d'optimiser le rendement.

Le corps de la turbine va posséder des bras qui permettent de soutenir le support du moteur. Ces bras sont profilés et ont aussi pour fonction de redresser l'écoulement de l'air qui sort du rotor en hélice. Ces bras forment le «stator» de la turbine.

Des essais menés au banc permettent de déterminer quelle peut être la poussée maximum statique d'une turbine. Toutefois, une fois installée dans un modèle, la turbine ne peut pas délivrer la totalité de cette poussée, tout simplement parce que les écoulements dans le fuselage viennent diminuer le rendement global. C'est pourquoi l'étude de la forme de la venue d'air, aussi bien avant

Quelques turbines équipant des kits accessibles à tous. Si le nombre et la forme de pales du rotor change, ainsi que les ailettes fixes du redresseur de flux dans le corps, se cont toujours les mêmes éléments que l'on retrouve.



la turbine que derrière, est capitale pour exploiter au mieux les performances de l'ensemble turbine-moteur. Tout d'abord, la turbine doit pouvoir recevoir une grande quantité d'air «entrant», ce qui signifie que la surface de l'entrée d'air doit être supérieure à la surface frontale de la turbine. Le moins d'obstacles possible doivent entraver l'écoulement de l'air arrivant à la turbine. Sur les maquettes ou semi-maquettes, il est bien difficile de respecter avec exactitude la taille des entrées d'air du modèle grandeur. Exemple, le Panther Graupner de ce numéro, où les entrées d'air sont passablement agrandies par rapport au réel. Des artifices peuvent palier à des entrées d'air trop petites, comme des ouïes additionnelles, comme on en trouve sous les nacelles moteurs du SU 34 de ce numéro, ou comme les multiples ouvertures sous les fuselages des jets distribués par Top-model ou le F4 de Staufenbiel.

A l'arrière de la turbine, le flux d'air est considérablement accéléré et la section va en diminuant très légèrement pour obtenir le meilleur rendement possible. Là encore, ce tube d'éjection doit être le plus lisse possible. Suivant les cas, on peut trouver des entrées comme des canaux d'éjection «en Y», pour motoriser



Une solution pour alimenter correctement la turbine, des ouïes additionnelles. Des-sous, la qualité du canal de sortie de la turbine peut considérablement influencer sur

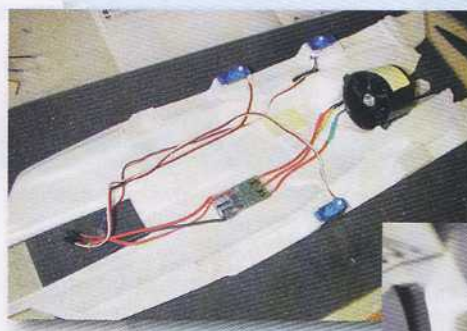
le rendement. A gauche, un fuselage en mousse, sans canalisation du flux, et à droite, un fuselage fibre avec un Y de sortie moulé.



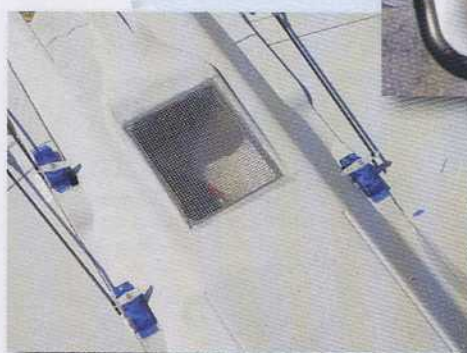
un «vrai biréacteur» par une unique turbine dans le fuselage. Il est alors indispensable de profiler le mieux possible le Y d'éjection, et c'est bien ce que l'on trouve dans le Phantom Staufenbiel par exemple.

Pour les modèles «non maquette», il est plus facile de réaliser un écoulement idéal, on le voit sur le Squall, où la veine d'air est la plus pure qui soit, et donc donne un rendement propulsif exceptionnel. Ici, pas d'impératifs de forme, et donc, le concepteur a privilégié le rendement de l'ensemble de propulsion et à dessiné l'avion autour d'une veine d'air idéale.

Pour les moteurs, aujourd'hui, on ne trouve pratiquement plus que des brushless. Un impératif : les turbines ne fonctionnent qu'en tournant à très haut régime, de 30 à 50000 tours/minute. C'est énorme ! Autant dire qu'il est indispensable que le rotor soit parfaitement équilibré, pour ne pas s'autodétruire par les vibrations. Pas question non plus d'ingérer terre, caillou, ou tout autre corps étranger, sous peine de voir le rotor exploser ses pales instantanément. Vous



Entre un fuselage encombré et une entrée d'air profilée et sans obstacles générant des turbulences, le rendement ne sera pas le même !



Certains kits prévoient une protection de l'entrée d'air additionnelle contre les plus gros corps étrangers.

pouvez en déduire qu'avant tout vol, avant toute mise en route d'une turbine électrique, un contrôle de la propreté de la veine d'air est impératif. Au retour d'un vol, et d'autant plus sur les avions se posant sans train, sur le ventre, inspection systématique de la veine d'air également.

Pour atteindre ces régimes de rotation, les moteurs doivent être choisis avec une caractéristique qui conditionne directement la vitesse de rotation, c'est le «Kv», exprimé en t/mn/Volt. Ce paramètre chiffre la vitesse de rotation «théorique» du moteur pour 1 volt. On le voit, plus on monte en tension sur le pack d'accus, moins on aura besoin d'un Kv élevé. Des Kv de 3 à 4000 sont classiques pour les moteurs de turbines électriques sur les modèles tournant avec des packs lipo de 3 à 4 éléments. Au début, seuls les moteurs «inline» (à rotor interne) étaient aptes à tourner vite et à proposer des Kv élevés. Aujourd'hui, les moteurs à cages tournantes se déclinent aussi dans des versions à fort Kv et on en trouve de plus en plus sur les turbines électriques. Pour les petites turbines (Ø 64 mm), des moteurs à cage tournante conçus pour les hélicoptères s'avèrent bien adaptés. On trouve aussi des moteurs à fort Kv conçus initialement pour des motos radiocommandées. Nous allons revenir plus en détails sur les moteurs dans le chapitre suivant.

Ventiler

Un impératif également avec les jets électriques, du fait que l'on «tire fort» sur le moteur, donc sur le pack d'accus et sur le contrôleur, il va y avoir un échauffement de tous les éléments. Il est nécessaire de refroidir tous les éléments par une circulation d'air. Il est fréquent de placer le contrôleur dans la veine d'air, mais attention à ne pas perturber exagérément l'écoulement vers la turbine. L'idéal est de pouvoir placer le contrôleur avec le flux d'air passant sur son radiateur, mais sans qu'il «déborde» dans la veine. A l'issue du vol, sortez le pack d'accus pour le laisser refroidir à l'air libre, plutôt qu'enfermé dans une cellule, ceci d'autant qu'il s'agit d'une cellule en polystyrène qui va «le garder bien au chaud».

Et puis, si vous disposez de plusieurs accus, soyez raisonnables et n'enchaînez pas les vols à la file les uns des autres, laissez un peu de temps entre chaque pour que le contrôleur et le moteur redescendent en température.



Contrôleur installé directement dans la veine d'arrivée d'air.

Premier bilan

Voilà pour cette première présentation de ce qu'est un jet électrique. Vous le voyez, c'est une discipline passionnante, mais qui suppose un minimum de rigueur et de réflexion avant d'être abordée. Rien de vraiment difficile, mais le jet n'aime pas l'improvisation, l'à peu près, le bâclé. Vous savez piloter correctement un avion trois axes, vous passez en sécurité les figures de base de voltige, vous pouvez envisager le jet, et maintenant, vous avez une bonne idée des paramètres qui vont vous guider dans le choix de votre modèle. Dans les pages qui suivent, nous allons entrer davantage dans le détail !

L'ENSEMBLE

Ci-dessous, une turbine et son moteur à cage tournante. A droite, un contrôleur et un moteur brushless «inline».



Après cette vue générale sur ce que sont les avions à turbine électrique, ce qu'ils offrent et ce qu'ils nécessitent, passons à ce qui fait leur grande spécificité, l'ensemble de propulsion, et donc, la fameuse «turbine».

Trois éléments indispensables

Le groupe de propulsion va se composer dans tous les cas des trois éléments suivants :

- Le moteur
- La turbine
- le variateur ou contrôleur

La taille, la puissance, le poids seront fonction de la taille et de la masse de l'avion à faire voler et en matière de turbine comme en matière de moteur à hélice classique, la panoplie est des plus vaste. On descend toutefois moins en taille avec les turbines, car sous un diamètre de 45 mm, les rendements sont tellement faibles. On trouve tout de même depuis peu de très petites turbines en diamètre 30 et 40 mm qui pourront être utilisées sur des modèles indoor. Quelques modélistes ont fabriqué des turbines perso, à pales bois ou fibre, vraiment minuscules, mais cela reste des cas très rares.

Par contre, on monte à des diamètres imposants, de l'ordre de 120 mm pour des puissances dépassant 5000 Watts ! Autant dire que là, nous sommes dans le même registre que les jets à réacteur.

Le moteur

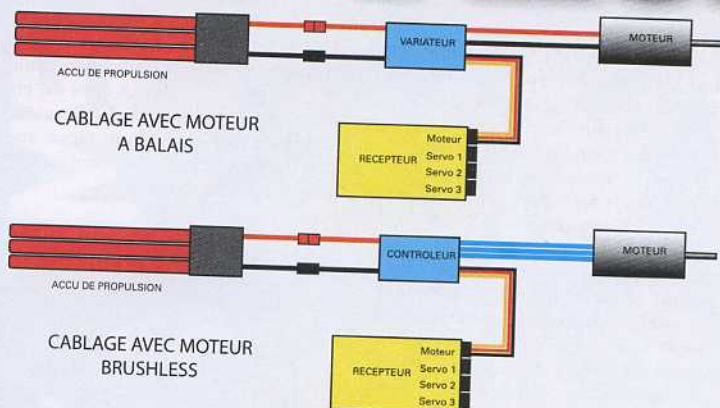
Il peut être de deux types, à balais, ou brushless. Les moteurs à balais qui ont été longtemps la norme en matière de propulsion électrique sont aujourd'hui en total déclin, tant les performances et le rendement des moteurs brushless est supérieur. La production en masse des moteurs brushless a abaissé les coûts

A gauche, la turbine Kyosho 45 mm est une des plus petites que l'on trouve sur les kits. A droite, deux turbines ultra haut de gamme de Schübeler, intégralement en carbone et métal. Deux extrêmes, tant en ce qui concerne la taille des avions qu'elles peuvent propulser que des budgets représentés.



Les moteurs à balais, même de qualité avec des collecteurs et des charbons haut de gamme, comme à gauche sont aujourd'hui dépassés. A droite, un Speed 400, qui autrefois faisant tourner de petites turbines en le survoltant, est totalement supplanté par des brushless 3 fois plus puissants !

DE PROPULSION



et il n'est plus guère aujourd'hui raisonnable de se passer de la technologie brushless.

Quelle est la différence entre les deux types de moteurs ? Le moteur à balais possède une cage munie d'aimants, à l'intérieur de laquelle tourne un rotor bobiné. Ces bobines sont destinées à créer un champ magnétique qui en attirant ou repoussant les aimants déclenche la rotation. On envoie le courant électrique continu aux bobines via des « balais » qui frottent sur un collecteur, assurant la transmission du courant électrique et sa « distribution », alternativement vers chaque bobine du rotor, un peu comme l'arbre à cames d'un moteur 4 temps assure l'alimentation en mélange frais et l'échappement des gaz brûlés. Le problème est que ces balais, plus ou moins sophistiqués (simplistes dans le cas des moteurs ultra économiques, puisque résumés à une lame cuivrée... plus sérieux sur les moteurs haut de gamme avec des balais en carbone), font passer le courant par un contact très fugitif, avec un frottement, et que cela n'assure pas une parfaite conduction. Beaucoup de pertes, d'étincelles, une usure des balais, et au final, un rendement « pas terrible ». On peut alimenter un moteur à balais à courant continu directement depuis la batterie (là, pas de contrôle, c'est « tout ou rien », ou commander son régime de rotation par un « variateur », le plus simple étant une résistance ajustable (rhéostat), le plus habituel étant le variateur électronique qui module la tension moyenne par découpage. Le moteur brushless est conçu différemment. Le bobinage est fixe et donc peut être alimenté directement, avec des fils soudés et donc sans perte. Le moteur est alimenté par un « contrôleur brushless » électronique, qui va fournir au moteur non plus un courant continu, mais du triphasé piloté de manière à créer dans le moteur un champ magnétique tournant. Le rotor n'est équipé que des aimants et sous l'influence de ce champ magnétique tournant, se trouve entraîné en rotation. La régulation soignée du champ tournant, l'absence de contacts pour transmettre l'énergie, l'absence de frottements font que le rendement est très

supérieur. Par contre, les « contrôleurs » sont de l'électronique plus complexes que les « variateurs » des moteurs à balais, et les prix sont aussi supérieurs, même si la production de masse les a ramenés à des chiffres accessibles. Il est toutefois à noter que s'il était possible avec les moteurs à balais d'alimenter plusieurs moteurs en série ou en parallèle à partir d'un unique variateur, il faut un contrôleur par moteur avec les brushless, ce qui augmente le budget des multimoteurs.

Différence visible et sens de rotation

Comment reconnaître un moteur à balais d'un brushless ? Comment reconnaître un « variateur » d'un « contrôleur » ? Très facile : deux fils vont du contrôleur au moteur dans le cas d'un moteur à balais, et trois fils dans le cas du brushless. Pour inverser le sens de rotation d'un moteur à balais, on inverse les fils entre variateur et moteur. Ne jamais inverser les fils venant de la batterie vers le variateur, celui-ci serait irrémédiablement détruit !

Pour inverser le sens de rotation d'un moteur brushless, il suffit d'inverser deux fils entre le contrôleur et le moteur, sans toucher au troisième. Peu importe les fils que l'on inverse. Là encore, ne jamais inverser le sens des fils d'alimentation du contrôleur par la batterie.

Inline et outrunner

Les moteurs brushless se divisent en deux familles : Les « Inlines », ou moteurs à rotor interne, sont des moteurs où le rotor, muni donc des aimants, tourne à l'intérieur du carter du moteur qui lui possède les bobinages en périphérie. Les « Outrunners », ou moteurs dits à cage tournante, ont les bobinages au centre, et les aimants sont sur une cloche tournant autour. Ils ont été initialement conçus pour donner des moteurs tournant lentement avec un fort couple et donc, plutôt orientés vers les hélices classiques. La technique avançant, on trouve aujourd'hui des moteurs à cage tournante conçus pour les hauts régimes. Dans les fiches techniques des moteurs, on trouve un paramètre qui indique si le moteur est plutôt fait pour tourner en « couple », à bas régime, ou s'il est taillé pour les hauts régimes. Ce paramètre est le « Kv » et il est exprimé en « tours par minute et par volt » (t/mn/V). A partir de la tension d'alimentation, on peut ainsi connaître le régime théorique idéal que peut atteindre un moteur. Bien sûr, ensuite, en fonction de la charge qu'il va devoir entraîner, ce régime sera toujours inférieur au chiffre théorique. Exemple, un moteur au Kv de 3000 t/mn/V alimenté sous 3 éléments Lipo (11,1 volts) devrait pouvoir atteindre 3000 x 11,1 = 33300 t/mn.



Même s'ils sont prémontés dans les avions RTE, on reconnaît facilement un « inrunner », à gauche, avec son radiateur, d'un moteur à cage tournante, à droite, avec ses bobinages bien visibles.

Le contrôleur brushless

Compte tenu de la quasi disparition des moteurs à balais, nous passerons directement au contrôleur brushless. C'est donc un petit module électronique qui a pour fonction de piloter le champ tournant dans le moteur. Il dispose de trois types de connexions :

- Les deux fils d'alimentation, presque toujours rouge et noir, pour connecter l'accu. Le « plus » sur le fil rouge, le « moins » sur le fil noir.
- Les trois fils qui iront vers le moteur, qui peuvent être de couleurs variables... et sans la moindre importance !
- Le câble à trois fils de connexion au récepteur et qui se branche sur la voie des gaz bien entendu.

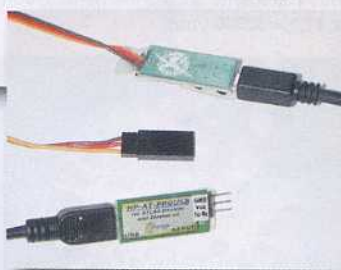
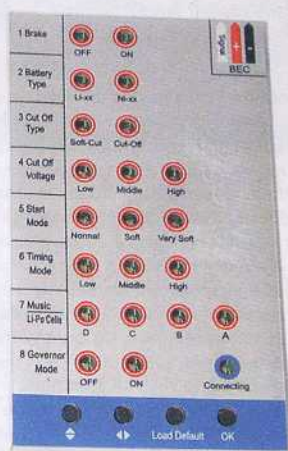
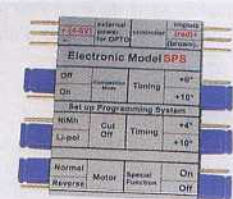
Les contrôleurs brushless sont « programmables » afin d'adapter leurs caractéristiques au moteur connecté et au type de modèle.

Parmi les éléments qu'il sera nécessaire de régler :



Il est facile de reconnaître un variateur d'un contrôleur brushless : côté « moteur », deux fils sur le variateur, et trois sur le contrôleur.

- Le frein, fonction utilisée sur les planeurs afin de pouvoir arrêter l'hélice. Il peut être désactivé sur les turbines.
- Le démarrage «progressif» ou «brutal». Avec les turbines, on peut être sur démarrage brutal ou très légèrement progressif. Le démarrage très progressif est destiné aux hélicoptères.
- Le type d'accu (NiCd, NiMH, LiPo, LiFe...), qui sera fonction du type de batterie utilisée, mais actuellement le plus souvent «Lipo».
- Le nombre d'éléments. La détection peut être automatique ou à régler lors de la programmation, suivant les modèles de contrôleurs. Ce paramètre conditionne la tension de coupure en fin de pack.
- Tension de coupure : on peut choisir d'aller plus ou moins profond dans la décharge des accus. Avec les avions à turbines, choisissez une tension de coupure élevée, vous perdrez en autonomie, mais vous préserverez la durée de vie de vos packs !
- Type de coupure : en fin de pack, vous pouvez avoir soit une coupure brutale, soit une diminution progressive de la puissance, dans les deux cas afin de garder une tension de l'accu supérieure au seuil déterminé, et aussi pour avoir assez d'énergie pour alimenter l'ensemble radio quand le contrôleur est équipé d'un circuit BEC (voir chapitre suivant).
- Timing : ce paramètre est lié à la technologie du moteur et à son nombre de pôles. En règle générale, s'il y a une position «auto», choisissez là, sinon, les moteurs à cage tournante se règlent sur timing «Hight», et les inline sur «low» ou «Medium».



Ci-dessus, trois cartes de programmation pour contrôleurs brushless, de loin le système le plus pratique. A droite, deux interfaces pour programmation de puis un ordinateur.

La programmation peut se faire suivant les marques et les modèles de diverses manières :

- Directement à l'aide de l'émetteur et du manche de gaz. On entre en mode de programmation avec une position déterminée du manche de gaz lors de la mise sous tension du contrôleur, puis des séquences de sons et des positions de manches vont permettre de passer d'un paramètre à un autre et de les régler. Cette méthode ne demande certes aucun matériel supplémentaire, mais est vite fastidieuse et les erreurs peuvent être faciles à commettre.
 - Avec une carte ou un boîtier de programmation : La carte de programmation est généralement très peu chère. On sélectionne les paramètres soit avec des «jumpers», soit à l'aide de touches de programmation et de diodes affichant les paramètres sélectionnés. C'est de loin la méthode la plus facile et la plus sûre qui soit ! Les boîtiers de programmation sont plus évolués avec un écran LCD, et offrent le même confort. Ils sont aussi plus chers.
 - Enfin, la programmation par ordinateur, à l'aide d'un logiciel dédié. Il faut un petit boîtier d'interface qui va se connecter le plus souvent en USB à l'ordinateur. En général, on a alors accès à de très nombreux paramètres, et surtout la possibilité de faire évoluer le logiciel de son contrôleur avec des upgrades que l'on télécharge depuis les sites des fabricants de contrôleurs.
- Le contrôleur brushless peut être équipé ou non d'un circuit «BEC», qui assure l'alimentation de la radio directement à partir de la prise allant au récepteur, nous allons revenir à cette fonction dans le chapitre suivant.
- Le contrôleur est un élément qui chauffe et qui demande de la ventilation. Vous ne devez surtout pas l'emballer dans de la mousse. On le fixe en général soit avec un adhésif double face épais, soit à l'aide de Velcro, soit encore sur une platine avec des colliers Rilsan. Il faut prévoir une circulation d'air autour du contrôleur pour le refroidir.

Le contrôleur est aussi générateur de champs magnétiques qui peuvent perturber la radio. On veillera autant que possible à éloigner le récepteur et l'antenne du contrôleur.

La turbine

Nous l'avons déjà montrée dans le chapitre précédent. Son rotor est une hélice à pales multiples, dont le nombre varie à partir de 3. La forme des pales et leur largeur varie considérablement suivant les fabricants et les modèles. Dans tous les cas, le rotor est une pièce qui va tourner à très haut régime, et donc doit être très bien équilibré pour ne pas vibrer. Les pales sont fines et particulièrement fragiles, elles ne supportent pas l'absorption de corps étrangers. Le rotor est en général fixé sur l'axe du moteur, soit par des vis de pression et dans ce cas, un méplat sur l'axe est indispensable, ainsi que du frein filet, soit par une pince, solution plus fiable. On peut trouver un montage différent, où le rotor vient coiffer la cage tournante d'un outrunner et soit vissée directement dessus.

Sur les kits de grande diffusion, les turbines sont moulées en plastique dur. La qualité du carter est liée à sa rigidité et sa circularité, afin d'avoir un jeu le plus réduit possible entre l'extrémité des pales du rotor et l'intérieur du carter.

Sur certains modèles très bon marché, on constate qu'un léger frottement est sensible sur des turbines neuves... Il faut alors être particulièrement prudent lors des premières mises en route et faire tourner initialement au ralenti la turbine, le temps que les pales se «rôdent» par frottement sur le carter (en fait, elles «s'usent»...). Sans cette précaution, une mise plein gaz dès le premier démarrage peut conduire à l'explosion des pales.

Les turbines plus haut de gamme sont réalisées en carbone, et sont destinées à des avions aux performances élevées. On va commencer à trouver également des turbines partiellement métalliques, mais nous sommes là tout à fait sorti du contexte de ce numéro dédié aux modèles accessibles à la grande majorité.



La poussée n'est pas forcément liée à un grand nombre de pales... La turbine tripale du Squall en 4S est particulièrement efficace.

Fixation de la turbine

Suivant les types de modèles, elle est soit collée, soit vissée dans la cellule. Les modèles moulés en polystyrène ou EPP ont en général une turbine collée. Parfois, c'est simplement avec des plots de «double face», et dans ce cas, attention à ne pas déformer le corps de la turbine. Inconvénient du collage, s'il faut ressortir la turbine du modèle, c'est souvent «destructif» pour la cellule.

Dans les fuselages en bois ou en fibre, on trouve plutôt des montages vissés, et compte tenu du faible niveau de vibration, il suffit souvent de vis «parker». Sur les petits jets Kyosho, on se contente même d'une turbine simplement encastrée dans deux couples et d'une unique vis pour bloquer la turbine en translation.

Liaison avec les tubes d'éjection

Dans les modèles où l'écoulement de sortie est vraiment soigné, un tube d'éjection de l'air vient raccorder la partie arrière de la turbine pour aller jusqu'à l'arrière du modèle. Dans ce cas, il faut assurer la plus parfaite étanchéité possible



entre l'arrière de la turbine et le tube. Des carénages moulés sont utilisés pour ce «raccord», et pour la fixation, un adhésif «robuste» est souvent suffisant, style «duck tape».

Taille des turbines et des modèles

En gros, c'est la masse des modèles qui conditionne la taille de la turbine.

- Les turbines de Ø 45 mm vont motoriser des avions de 300 à 450 grammes.
- Les turbines Ø 55 iront pour des avions de 400 à 550 g.
- Les turbines de Ø 64/65 mm sont adaptées aux avions de 600 à 800 grammes. Pour ces trois tailles, le standard côté accu est un «3S», plus rarement 4S sur des modèles très puissants.
- Avec la turbine de Ø 70 mm, on passe le plus souvent à l'accu «4S» et on motorise des avions de 900 à 1200 g.
- La turbine de 90 mm a besoin d'accus 5 ou 6 S et pourra faire voler des avions de 1100 à 1500 g.

SOIGNEZ LE MONTAGE

Avec les kits arrivant pratiquement prêts à voler, il est tentant de terminer l'assemblage ou l'équipement «en deux coups de cuillère à pot»... Mais est-ce bien ainsi que vous aurez un avion fiable et durable ? Ce n'est pas parce qu'il ne reste presque rien à faire qu'il faut... Mal faire !

Protégez votre modèle lors du montage

Les modèles en polystyrène sont particulièrement exposés lors du montage et tout ce qui traîne sur votre plan de travail risque de marquer définitivement les surfaces du modèle avant même qu'il ait pris l'air ! Je vous recommande de travailler en posant votre modèle sur des plaques de mousse la plus souple possible durant toutes les phases d'assemblage et d'équipement. Vous éviterez ainsi de détériorer les états de surface.



Quand il faut travailler sous l'avion alors que les dérives et la verrière sont déjà en place, pas question de poser l'avion à l'envers sur ces dérives ou sur la bulle. Fabriquez vous un support, à l'aide de plaque de polystyrène ou de styro, voire détournez l'emballage d'origine pour en faire un berceau qui vous permettra de travailler dans l'avion sans prendre de risques pour ces éléments fragiles.



Attention aux adhésifs

Les notices indiquent souvent de maintenir les éléments en contact durant le séchage de la colle par des morceaux d'adhésif. C'est une technique courante sur les modèles en fibre, ou en bois. Mais quand il s'agit de modèles en polystyrène peint, le risque est grand d'enlever la peinture quand vous enlèverez les adhésifs... Il est donc souvent préférable dans ce cas de figure d'effectuer les collages à l'époxy 5 minutes et de simplement tenir les éléments en pression «à la main» jusqu'à ce que la colle ait durci. Oui, ça peut parfois vous faire «tenir» dans une position pas toujours confortable durant 5 à 10 minutes un assemblage, mais c'est mieux que de détruire un décor qui a peu de chance d'être «rattrapable».

Rangerez et immobilisez vos éléments radio

Il est fréquent que les fils de servos ou du moteur se «promènent» à l'intérieur du fuselage. Quand on installe ces éléments dans un fuselage «ouvert», il est plus que conseillé de fixer les fils contre les parois à l'aide de ruban adhésif. Attention, utilisez un adhésif «fiable», s'il se décolle et part dans la turbine, vous aurez gagné le droit de changer un rotor... Mais les fils non immobilisés n'ont pas leur pareil pour eux aussi filer dès qu'ils le peuvent vers la turbine. Autre

technique pour immobiliser les fils, notamment dans les cellules en fibre treversées par des clés d'aile ou des couples, les colliers rilsan, très efficaces et que l'on arrive à installer dans des endroits improbables où l'on ne saurait aller glisser et plaquer un adhésif.



Aucun fil ne doit pouvoir boucher dans le fuselage et surtout pas aller dans la turbine !

Radio : gare aux brouillages !

Voilà un chapitre important ! Avec la propulsion électrique en général, il est primordial de prendre toutes les précautions pour que la radio ne soit pas perturbée par la motorisation. En effet, le moteur et le contrôleur sont des générateurs importants de champs magnétiques qui peuvent perturber les récepteurs. Aux régimes atteints par les moteurs à fort Kv des turbines électriques, il semble bien que les perturbations soient plus importantes encore que pour les motorisations d'avions classiques à hélice. J'ai pu en faire le constat lors des essais pour ce hors série avec des récepteurs «habitués» à voler sur mes avions électriques sans problème et incapables sur certains jets de trouver un fonctionnement sans frémissements ou tops majeurs.

La première règle de base va être d'éloigner le plus possible le récepteur du moteur et du contrôleur. Seconde règle, éloigner l'antenne de ces mêmes éléments et éviter qu'elle court parallèlement aux fils d'alimentation du contrôleur et du moteur. Dans la plupart des cas, faire sortir l'antenne du fuselage et la faire courir sous l'aile et finir au saumon donne de bons résultats.

Quand malgré tout, vous avez des frémissements ou des tops (faites toujours un essai de portée moteur en fonctionnement, sous divers angles du modèle par rapport à l'émetteur), c'est que votre récepteur est vraiment trop sensible à l'ensemble de propulsion et la seule solution est... d'en changer ! Il a pu être constaté que les récepteurs FM-PPM sont les plus sensibles à ces perturbations. Passer en PCM résoudra la plupart de ces cas de parasitage. Lors des essais, j'ai solutionné les problèmes de «tops» quand ils se sont produits (sur 4 modèles tout de même) en remplaçant l'ensemble émission-réception en PPM par un ensemble en 2,4 Ghz. J'ai au final équipé au total 7 modèles pour les tests de ce hors série avec des radios en 2,4 Ghz, de diverses marques et je n'ai eu aucun top et aucun problème de portée avec ces configurations... Bien sûr, chaque fois, les antennes 2,4 Ghz ont été dégagées des fils de servos, des masses importantes comme l'accu et quand les récepteurs étaient des bi-antennes, elles ont été installées avec des orientations à 90° l'une de l'autre. Mais le fait est que les jets électriques sont nettement plus fiables avec du 2,4 Ghz !

Commandes : ne faites pas tout avec l'émetteur !

Le réglage de débattement des gouvernes est un des points très importants pour qu'un avion soit agréable à piloter. Avec les émetteurs programmables, il est facile et tentant de se contenter de régler les courses depuis la radio. Erreur grave ! Vous aurez toujours une meilleure précision en approchant les débattements définitifs «mécaniquement», en jouant sur les points d'accrochage des commandes sur le servo et sur le guignol. Vous ne devriez jamais avoir de réglage de course sur la radio inférieure à 70%. En effet, si par exemple vous avez réglé une course à 33% de la valeur nominale, votre servo n'utilise que 33 % de sa course, et par contre, le jeu dans les commandes est aussi important que si vous aviez 100%... Le jeu devient donc 3 fois plus sensible avec cette course réduite à l'excès. Soignez vos commandes, vos avions seront d'autant plus agréables et précis à piloter !



LES METHODES DE DECOLLAGE

SAVOIR S'ADAPTER AU TERRAIN ET A LA CHARGE ALAIRE



Tout vol se doit bien évidemment de commencer par... un décollage. Nos jets électriques peuvent être «mis en l'air» de diverses manières et c'est à la fois le type de modèle et le type de piste qui va déterminer la méthode utilisée. Voyons les spécificités des diverses manières de décoller.

Avec des roues !

C'est ce qui vient tout de suite à l'esprit, évidemment ! Pour cela, il faut que l'avion soit équipé d'un train (dit d'atterrissage, mais qui est bien sûr aussi un train de décollage...). Sur les modèles les plus accessibles, il est fréquent que le train soit tout bonnement absent, ce qui va nous renvoyer aux chapitres suivants. Quand le train est là, il peut être fixe ou escamotable. Le train fixe est le plus souvent tricycle sur les jets, avec une roulette avant orientable. C'est le manche de direction qui commande également la roulette avant. Il n'est d'ailleurs pas rare que le servo de direction soit uniquement affecté à cette roulette et que la gouverne de direction soit fixe.

La position du train principal va conditionner le plus souvent le style du décollage : si les roues sont très proches de la verticale du centre de gravité, la rotation, c'est à dire cette phase où l'on commence à cabrer l'avion pour lui donner de l'incidence et donc aller chercher la portance nécessaire au décollage, va pouvoir se faire facilement, avec peu de vitesse. Il est donc tentant de mettre tout de suite du manche «à cabrer» pour décoller court. En avion classique à hélice, c'est plutôt courant. Avec un jet, cette méthode est rarement efficace et ceci pour diverses raisons :

- Contrairement à un avion à hélice, les gouvernes ne sont pas soufflées, et donc, en début de roulage, à faible vitesse, sont peu efficaces. C'est vrai pour le volet de direction qui va vous permettre de tenir l'axe de piste. Aussi, en conservant le train avant au sol jusqu'à la vitesse de décollage, vous avez plus de défense contre le vent de travers. Avec un train très proche de la verticale du centre de gravité, il peut même parfois être utile d'accélérer au sol avec un peu de profondeur à piquer, pour «charger» la roulette de nez. C'est le cas par exemple sur l'Unijet testé dans ce numéro, surtout avec sa roue avant d'origine, qui a une faible adhérence au sol et qui a besoin d'être maintenue au sol pour être efficace.

- Pire, sur de nombreux kits, pas de gouverne de direction du tout. On ne voit, dans ce cas, il n'y a rien que la roue avant directrice qui vous permet de rester axé au décollage (comme à l'atterrissage d'ailleurs), et il est donc vraiment préférable d'attendre la vitesse de décollage pour soulever ce train avant.

- Avec un modèle à la turbine «peu vitaminée», on accélérera mieux en laissant l'avion sur ses trois roues, simplement parce qu'en le cabrant, on lui donne une incidence génératrice de traînée et donc, qui pénalise l'accélération. Si maintenant le train principal a ses roues très éloignées de la verticale du centre de gravité, on va alors avoir une roue avant «chargée». Vous pouvez alors ti-



Ce F-16 est à train fixe. Il ne dispose pas de gouverne de direction. Ici au décollage, il n'est pas question de lever le nez trop tôt, la roulette avant au sol permet de tenir l'axe.



Le train principal de l'Unijet est très proche de la verticale du centre de gravité. Ça permet de lever facilement le nez... La configuration particulière souffle la dérive au décollage, mais c'est vraiment très rare !



Sur avion en mousse, le train doit être vissé sur des supports en bois dur. Leur collage doit être de bonne qualité !

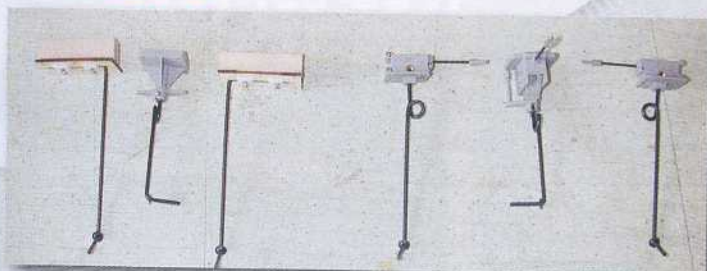
rer tant que vous voulez la profondeur, tant que la vitesse n'aura pas atteint une valeur suffisante pour que la poussée vers le bas du stab réussisse à lever le nez, vous ne ferez que créer une traînée inutile avec votre gouverne de profondeur braquée.

De plus, au moment où le stab aura la «déportance» nécessaire à cabrer l'avion, il y a toutes les chances pour que la rotation soit brutale, avec le risque de talonner de l'arrière du fuselage ou d'un décollage trop sec qui sur avion à forte charge alaire peut conduire à un beau «déclenché». On le voit, dans tous les cas, il est donc préférable d'accélérer un jet en le laissant sur ses trois trains. Ce n'est qu'une fois une vitesse nettement supérieure à la vitesse de décrochage que l'on va tirer la profondeur en douceur pour quitter le sol sur une pente initiale douce, sans risque de voir toucher l'arrière du fuselage (ce que les grandeurs appellent un «tail strike»). Autre différence entre un jet électrique et un avion à hélice, et qui va bien nous arranger, c'est que les effets de souffle hélicoïdal n'existent pas. Cet effet, trop souvent confondu avec un «couple», qui lui est lié à des effets gyroscopiques, fait que les avions à hélices tendent dans la plupart des cas à «tirer à gauche» à la mise en puissance. C'est lié au souffle de l'hélice qui s'enroule autour du fuselage en spirale et qui vient frapper la dérive sur une face (la gauche)... On limite ne mettant de «l'anticouple», mais il n'empêche qu'en début d'accélération, il faut mettre de la direction à droite et doser finement l'action. Avec les jets, le souffle hélicoïdal n'existe pas, le souffle sort en arrière de toute surface de l'avion (dans la très grande majorité des cas). De ce fait, la tenue d'axe au décollage des jets est beaucoup plus facile que sur les avions à hélice, à condition de garder la roue directrice au sol, comme nous l'avons vu plus haut.

Train fixe ou rentrant

Le train fixe a deux avantages : la simplicité et l'économie. Simplicité car il n'y a aucun mécanisme, et économie, parce que justement, il n'y a ni mécanisme, ni servo ou système pneumatique pour l'actionner. Sur les jets électriques, il est en effet fréquent que chaque jambe d'un train rentrant possède son propre servo, simplement parce que la forme des avions avec la veine d'air dans le fuselage ne permet pas de faire passer une commande entre un servo et toutes les jambes de train. De cette simplicité découle également une robustesse supérieure. L'inconvénient du train fixe, c'est qu'en vol, il se voit et que la plu-

Train fixe à gauche, rentrant à droite. Ces deux trains sont destinés à un F-15.



Aucun doute, le train rentrant affine la ligne des jets en vol. C'est aussi un gain de traînée et donc, de vitesse.

part des jets reproduits sont des avions à train rentrant... Notez que dans la majorité des cas, les roues sont de petit diamètre et donc, adaptées presque uniquement à l'usage sur une piste en dur, ou au pire en terre vraiment lisse. L'herbe est vite pénalisante et de plus, les effets de freinage brutal dans l'herbe à l'atterrissage peuvent vite causer des dommages aux fixations de train.

Le train rentrant est là bien sûr pour donner à votre maquette un look bien plus réaliste en vol. Comme je l'ai dit, le plus souvent, on trouve sur les kits «grand public» un servo par jambe de train pour la rétraction, plus un servo pour orienter la jambe avant. Les servos sont le plus souvent des formats «9-10 grammes», et si sur de petits modèles, ça suffit, on a pu voir que sur les modèles les plus grands, ils peuvent s'avérer d'une puissance insuffisante, obligeant à les remplacer par des modèles plus robustes, ce qui augmente l'addition. Trois servos, le plus souvent actionnés par une voie unique, ce qui impose des réglages mécaniques soignés pour obtenir le verrouillage des trois jambes tant en position sortie que rentrée. Un train mal verrouillé rentré, ce sont des efforts sur le servo et donc, une consommation électrique accrue. Quand c'est possible et que l'on dispose de voies inutilisées et de mixages libres, il est plus aisé de connecter chaque servo de train à une voie, et il devient alors beaucoup plus facile de régler les courses de chaque servo et d'avoir des verrouillages précis. Le train rentrant est plus fragile que le train fixe, et il demande donc principalement des atterrissages plus soignés, sans arriver en «oblique». Et cette fois, je dirais que la piste en dure est impérative.

La fixation des boîtiers de train rentrant devrait systématiquement être réalisée par vissage sur des supports en bois dur ou contreplaqué collés eux dans la cellule. On rencontre hélas souvent des montages «directement» dans l'expansé, et ce n'est pas optimal pour la durée de vie du train. Quand c'est possible, ajoutez des supports bois sur lesquels vos boîtiers seront vissés, votre avion vieillira mieux.

En utilisation, le train est rentré dès que l'avion a décollé et qu'il est en montée franche. Il est important de choisir sur l'émetteur un inter de commande du train qui soit accessible sans lâcher les manches. La rentrée est dans une phase où l'on est encore à faible vitesse et près du sol, et la sortie doit pouvoir être immédiate en cas de retour prématuré vers le sol pour quelque raison que ce soit. La sortie «normale» du train se fait en ayant commencé à réduire la vitesse, plutôt que dans un passage plein gaz, pour le réalisme bien sûr, mais aussi pour réduire les efforts sur les servos et les fixations des trains, liés à la traînée des jambes dans le flux d'air. Moins on va vite quand on sort le train, moins la mécanique souffre.

Sans roues...

Pourquoi se passer d'un beau décollage du sol ? Les raisons sont diverses. Mais en général, on part du constat qu'il y a des avions qui n'ont pas de train. Ce choix est lié à deux considérations :

- Le train pèse lourd, fixe, il n'est pas esthétique en vol, il traîne. Rentrant, il complique le modèle et augmente son coût.

- Vous volez sur un terrain où la piste n'est pas adaptée aux petites roues des jets... Herbe, cailloux, terre meuble...

Ces deux facteurs font que les avions sans train sont légion et volent malgré tout très bien. Alors, comment quittent-ils le sol ?

On va avoir deux grandes variantes qui sont le lancer à la main, et le catapultage.

Lancer à la main

Il n'est possible que si la vitesse minimum de vol est inférieure à la vitesse à laquelle vous pouvez lancer le modèle... Nous parlons de vitesse au sein de la masse d'air et donc, bien évidemment, du vent de face va faciliter le lancer et vous permettre de courir moins vite et de pousser moins fort. D'une manière générale, les avions à faible charge alaire sont faciles à lancer, mais la poussée de la turbine est aussi un facteur déterminant : si la poussée est forte l'accélération est rapide quand le modèle quitte la main. Même avec un avion léger, si la turbine pousse peu, on va se trainer un long moment au ras du sol en attendant que la vitesse augmente, que l'incidence diminue, avant de pouvoir vraiment attaquer la montée. Ainsi, le Squall avec accus 4S testé dans ce numéro se lance sans même courir : il est léger et pousse vraiment très fort ! Les petits jets à turbine de $\varnothing$ 45 mm de Kyosho ont eux beau être des poids plume, leur turbine ne trouve son rendement qu'à partir d'une certaine vitesse et le lancer à la main, surtout par vent faible, est délicat et il est bien plus sécurisant d'utiliser une petite catapulte. Sur quelques modèles, quand la géométrie s'y prête, on peut aider le lancer à la main en abaissant le temps du départ les ailerons légèrement, comme s'ils s'agissaient de volets. Le Twister de Multiplex est beaucoup plus facile à lancer avec les deux ailerons abaissés de 8-10 mm. Bien sûr, il faut

LES PHASES D'UN CATAPULTAGE



L'aide recule en tendant la catapulte.



**Tension maxi... Le pilote met plain gaz !
L'avion tenu par la dérive se trouve naturellement cabré.**



L'aide lâche, l'avion part avec de l'incidence.



La vitesse augmente, l'incidence diminue.



L'avion continue d'accélérer à l'horizontale.



Libéré de la catapulte, l'avion va pouvoir commencer sa montée.

avant de lancer ainsi avoir testé en vol cette position «volets» et avoir réglé une compensation à la profondeur adéquate.

Le lancer à la main est toujours plus sûr quand il est fait... par quelqu'un d'autre, le pilote gardant les mains sur les manches. Encore faut-il que ce quelqu'un d'autre ait un geste correct... Le lancer des jets se fait impérativement avec une inclinaison nulle, et sur une trajectoire horizontale, surtout pas

nez haut (à part avec les modèles survitaminés). Il est fréquent qu'il soit nécessaire de tenir la profondeur légèrement à cabrer au moment du lancer, traction que l'on relâche au fil de la prise de vitesse. Quand vous devez lancer seul, il est délicat de se concentrer sur son mouvement de lancer et sur cette petite traction du manche de profondeur. Aussi est-il pratique de disposer d'un inter sur la radio qui, via un mixage ou une phase de vol, décale le neutre de la profondeur à cabrer (trim de lancer). Une fois que le modèle a quitté la main, vous rebasculez sur le «trim de vol» et le tour est joué !

Lancement à la main d'un Twister.



Catapultage

Quand un modèle a une charge alaire importante ou que sa turbine pousse peu à vitesse nulle ou faible, un lancer ne permet pas de donner la vitesse minimale de sustentation. Il faut alors trouver plus efficace que le lancer ! La catapulte est un dispositif simple qui permet de donner une grande vitesse initiale. Elle se compose d'un court sandow dont le diamètre sera fonction de la masse du modèle à catapulter, accroché à une extrémité au sol par un piquet qui devra être long et robuste, et prolongé à l'autre extrémité par une cordelette en nylon terminée par un anneau métallique. La cordelette a pour utilité d'éloigner l'opérateur du sandow et du piquet, au cas où le piquet s'arrache ou que le sandow se rompe. Pour les modèles les plus courants, 10 mètres de sandow et 10 mètres de nylon conviennent. Le diamètre du sandow sera de 5 à 10 mm en fonction du modèle. La cordelette en nylon tressé aura un diamètre de 3 à 4 mm.

Sur le modèle, le crochet devra être installé sous le fuselage bien en avant du centre de gravité afin que le modèle ne se cabre pas trop, on cherche à donner de la vitesse, pas à faire monter comme dans le cas des planeurs qui montent au sandow. Seule la vitesse est recherchée et donc, le crochet doit être assez «avant».

La solution pour les avions sans train qui demandent de la vitesse au décollage : la catapulte !



On distingue deux méthodes pour le catapultage :

- La plus simple n'a besoin d'aucun accessoire supplémentaire : on tient le modèle par la dérive, ailes bien horizontales, on tend la catapulte, on envoi plein gaz et on lâche. Il est bien sûr plus raisonnable de faire lâcher par un aide, et il y a moins de risque avec un aide peu expérimenté que pour le lancer à la main ! Si les ailes sont horizontales, ça va partir tout seul ! Le fait de tenir le modèle par la dérive, alors que le crochet est sous le fuselage, tend à donner naturellement de l'incidence à l'avion et donc évite le risque d'enfoncement initial. Il faut bien sûr pour cette méthode que la dérive de l'avion soit «bien accrochée» et c'est avec les modèles à fuselage fibre comme ceux de la gamme Topmodel que cette méthode est la plus adaptée. D'ailleurs, ces modèles sont livrés avec leur catapulte. Avec des modèles en mousse, adapter un crochet de catapultage demande de coller une latte de bois dur sur une belle surface afin que le polystyrène ou l'EPP puissent supporter l'effort de traction. Avec une dérive en mousse, pas question de tenir par là et ce sera une tenue par le fuselage, moins évidente et qui donc demandera au pilote une action à cabrer quand le modèle est lâché.

- Autre version plus sophistiquée du catapultage, la «rampe de lancement». On retrouve un sandow et sa rallonge en cordelette, mais en plus, on va installer une rampe d'environ 5 mètres de long, sur laquelle le modèle va glisser durant l'accélération. Ainsi, on est certain d'avoir des ailes horizontales en sortie, mais aussi, le temps que le modèle parvienne en sortie de rampe, il aura acquis de la vitesse et n'aura pas tendance à s'enfoncer. Les rampes de lancement sont de plus équipées d'un système de retenue qui permet de poser l'avion en place et de libérer la catapulte grâce à une pédale. Le système est très rassurant et plus facile pour un pilote seul, mais aussi plus encombrant. On trouve dans le commerce des rampes de lancement toutes faites, sinon, chacun peut fabriquer sa propre rampe.



Rampe VASA et à droite, sa pédale de libération.





Votre jet est monté, vérifié, prêt pour le vol. Maintenant, c'est à vous de le piloter, et quitte à «faire du jet», autant s'efforcer d'adopter un style de pilotage qui va mettre votre bolide en valeur. Que ce soit durant l'activité normale sur votre terrain, ou en présentation publique, si vous voulez capter l'attention des autres modélistes ou des spectateurs, il faut que le vol se distingue de celui des trainers, des voltigeurs, des 3D... Bref, il faut que «ça fasse jet» !

Regardez voler les grandeurs !

Pour bien «présenter» un jet, la meilleure des écoles est de savoir observer. Et c'est dans les meetings et salons aériens que vous pouvez les voir, les jets grandeurs, non pas dans leur activité quotidienne où ils parcourent des distances importantes, mais dans un exercice de vol «à vue du public», ce qui avouons le ressemble beaucoup à ce que nous faisons avec nos modèles réduits.

Et donc, ce qui différencie une présentation de jet, c'est bien sûr la vitesse, mais aussi le volume d'évolution, très étiré, et le «tendu» des trajectoires. Un jet ne se balade pas autour de ses axes, il est rivé dessus. Avec les avions de combat, on note que si la trajectoire sur axe est formidablement «lissée», la maniabilité est toujours mise en valeur dans les présentations, et le taux de roulis est systématiquement démontré, soit par des séries de tonneaux rapides, soit par des changements de sens d'inclinaison et de virages rapides, voire brutaux. Une présentation de jet s'efforce souvent de démontrer également l'écart entre la vitesse minimale et les hautes vitesses. Ceci ne veut pas toujours dire la vitesse maximale, car il est hors de question de faire passer en meeting un avion en «supersonique»...

Les vitesses atteintes imposent des évolutions bien ciblées afin de rester dans un volume visible du public.

Et bien, toutes ces spécificités, nous allons les retrouver avec nos jets modèles réduits, mais il va falloir adapter les réglages et le pilotage pour simuler ce que nous n'avons en fait pas : l'inertie ! Par contre, nous avons un avantage : nous ne sommes pas à bord et donc, nous n'avons pas à «subir» les énormes accélérations (les fameux «g») que doit encaisser un pilote dans sa machine de combat.

Etre maniable, mais voler tendu...

Voilà deux impératifs qui sont un tantinet antagonistes. La maniabilité suppose en général de gros débattements, un centrage plutôt arrière. Voler tendu au contraire fait penser à de tout petits débattements et un centrage... juste comme il faut... Et c'est par là que nous allons commencer.

Régler le centrage

Un centrage très avant rend un avion plus stable. Certes. Un centrage arrière donne de la manœuvrabilité, et trop arrière, de l'instabilité. On pourrait penser que

de belles trajectoires, puisque ça rend stable. Ce serait vrai si on volait à vitesse constante, mais c'est très loin d'être le cas. Avec les jets, la vitesse en nécessairement en perpétuelle évolution. Et plus on est centré avant, plus l'avion essaye de revenir à son équilibre. Avec un centrage avant, trimé pour un vol à une vitesse donnée, mettons en palier à 2/3 des gaz, augmenter la puissance va le faire irrémédiablement monter, vous obligeant à «pousser» la profondeur au fur et à mesure de l'augmentation de vitesse. A l'inverse, toute réduction de puissance le verra mettre le nez en bas, à la recherche de la vitesse «trimée», et vous devrez le «soutenir» au fil de la régression de la vitesse. On le voit, ça veut dire que durant un «passage» rapide par exemple, amené plein gaz et en léger piqué, vous devrez «pousser» en permanence pour assurer la trajectoire voulue. Et en approche, à vitesse réduite et peu de puissance, vous devrez tirer assez fortement la profondeur pour ne pas le voir mettre le nez vers le sol... Pas très confortable tout ça, et surtout, parfait pour avoir des oscillations en tangage !

Sans aller à un centrage totalement «indifférent», il faudra trouver un centrage qui sur une bonne étendue du domaine de vol ne vous contraigne pas à toujours avoir besoin d'une action à la profondeur pour tenir la trajectoire. En général, on est «trop arrière» quand, à la réduction de puissance, le modèle lève le nez et vous contraint à «pousser». L'idéal est en vol lent d'avoir à peine à tirer la profondeur. Ce type de centrage va s'accompagner de faibles débattements à la profondeur, puisque l'avion n'a pas besoin de grosses actions pour compenser les écarts de puissance et de vitesse.

Pour les premiers vols, il faut en général vous fier à une indication que vous trouvez sur la notice, ou dans nos essais. Au fil des tests de modèles, j'ai pu constater que si certaines notices sont dignes de confiance, d'autres sont assez «à côté de la plaque», laissant planer la question d'un «copier-coller» malheureux depuis la notice d'un autre modèle ou d'essais en vol pas vraiment aboutis... Quand vous avez un essai du modèle de notre part, fiez-vous à notre centrage, il a été déterminé à la suite de vols permettant d'affiner la valeur pour obtenir le comportement fluide que nous aimons obtenir avec ce type d'avion. Il est plus délicat avec de nombreuses semi-maquettes de jets de définir un centrage uniquement par le calcul, qu'avec les avions classiques, dans la mesure où les ailes sont petites et les fuselages prennent une part de la portance à leur charge... Et là, nous n'avons pas les moyens de calculer l'action du fuselage ! C'est pourquoi seuls les essais permettent de déterminer précisément un centrage optimal.

Débattement de la profondeur

Après le centrage, le débattement de la profondeur est un point crucial. Une fois l'avion «bien centré», nous avons vu qu'il va suffire d'un faible débattement pour manœuvrer l'avion. Suivant le type de modèle, on va souhaiter des évolutions plus ou moins serrées en tangage. Sur un Phantom, un Mirage F1, ou un Mig 21, on ne recherche jamais des virages «ultra serrés», ou des boucles sur diamètre minuscule. Le débattement maxi de la profondeur sera à déterminer de manière à pouvoir amener soit l'avion juste à la limite du «décrochage», soit, suivant les modèles, à la vitesse où il commence à devenir instable en roulis. En effet, certains avions (ça dépend de la géométrie des ailes) se mettent à rouler d'une aile sur l'autre vite divergente au-delà d'une certaine incidence et ce avant de décrocher par une abattée. Mettre du débattement pour aller au-delà de cette limite ne sert à rien, sinon à avoir une plage du manche que vous n'exploitez jamais et donc, vous perdrez de la précision. Autant pouvoir utiliser toute la course du manche ! En clair, à grande vitesse, vous pourrez ainsi obtenir le virage le plus serré possible en amenant la profondeur pratiquement en butée, sans

PILOTAGE LE STYLE JET

Les passages rapides légèrement inclinés, dits «à l'anglaise», sont faciles avec les jets, et mettent bien en valeur la géométrie de l'avion.



Toujours très esthétiques, les retours convergents, avec inversion d'inclinaison devant le public.

crainte de déclencher. Ce réglage vous assure également à l'atterrissage de pouvoir «arrondir» correctement et

amener l'avion à sa vitesse minimale avant de toucher le sol.

Maintenant, il est quelques avions avec lesquels vous allez demander d'aller taquiner les très grandes incidences. Je pense au Sukhoï 27 ou au Mig 29, et à leur fameuse figure du «Cobra», qui «part» de manière dynamique et dépasse allègrement l'incidence de décrochage. Je pense aussi à des avions pouvant voler à des incidences là encore supérieures à celle de décrochage, 30, 40° d'incidence, littéralement assis sur la poussée du réacteur, et pour nous de la turbine. Il va alors bien falloir mettre des débattements «de mammouth» pour atteindre de telles incidences. Mais alors, le pilotage à faible incidence et haute vitesse deviendrait particulièrement trop sensible. C'est là qu'intervient un réglage si pratique des radios programmables, l'«expo». Cette fonction modifie la courbe de réponse d'une gouverne, et on peut atténuer la réponse «autour du neutre», tout en récupérant au fil du débattement du manche, un débattement élevé en allant en butée. Quand vous souhaitez disposer de cette «super-maniabilité», mettez du débattement, certes, mais avec un fort taux d'expo qui permettra de garder l'avion pilotable et sain dans les conditions «normales de vol». Il sera en fait idéal d'utiliser conjointement le «dual rate» et l'«expo», avec une position «petits débattements» et éventuellement déjà un peu d'expo pour le vol rapide et les figures tendues, et un grand débattement et beaucoup d'expo pour les évolutions serrées à vitesse réduite. Il m'arrive même parfois avec des émetteurs disposant de «phases de vols», de prévoir 3 débattements et expos différents, un jeu adapté exclusivement au vol à très haute vitesse en passages les plus fluides et tendus possibles, un second pour la voltige ample, et un troisième pour les évolutions vraiment serrées. Ainsi, on adapte la réponse de l'avion à ce que l'on veut faire à un instant donné.



L'expo est une aide précieuse pour avoir à la fois un avion manœuvrant et capable de trajectoires tendues.

Débattement des ailerons

Comme je le disais au début, un jet, de combat en particulier, est un avion efficace en roulis, afin de pouvoir en combat éviter obus et missiles par des manœuvres d'évasion brutales, ou pour se placer ou se maintenir derrière un adversaire. Il est étonnant de constater que le taux de roulis de nombre de jets, pourtant de taille imposante et de masse élevée, ont un taux de roulis qui n'a finalement pas grand chose à envier à un avion de voltige, petit et ultra léger ! Alors, pour pouvoir être réaliste, il nous faut aussi des ailerons «qui envoient» ! Un taux de roulis permettant 180 à 270° seconde en vol rapide est assez cohérent. Mais là encore, il faudra être capable aussi bien d'enrouler deux ou trois tonneaux rapides, que d'étirer un très joli tonneau lent ou une barrique toute douce sur tout le

volume de vol disponible. Ça veut dire que là encore, il faudra utiliser l'expo sur les ailerons afin d'avoir un avion le plus doux possible autour du neutre. Comme pour la profondeur, avoir deux jeux de débattements et expos, l'un pour le vol tendu, l'autre pour les évolutions rapides est un bon choix.

En résumé

Pour tous les cas, le centrage est capital, pas trop arrière pour la sécurité, mais surtout pas trop avant pour pouvoir un pilotage sans heurts à la profondeur. Des débattements et expos rendant l'avion franchement «camion» pour les évolutions tendues à haute vitesse. Et quand le besoin se fait sentir, du débattement fort, mais accompagné d'expo, pour aller dans les limites du domaine de vol, fortes incidences et faibles vitesses.

Les évolutions typiques

Il est des évolutions vraiment adaptées aux jets, et d'autres que vous ne verrez que très rarement avec les avions réels. Un jet se présente avec des évolutions en tangage et en roulis, et très peu en lacet. Ainsi, le renversement n'est pas une figure de jet, et pour cause, les gouvernes de direction sont petites, et pas soufflées par une hélice ! La direction sur un jet grandeur sert très peu, juste à affiner la trajectoire en virage à très basse vitesse, ou à «aligner» un tir en dernier recours. Il faut avoir en tête qu'un pilote de chasse ne vole pas en «baskets», mais avec des bottes de vol, lourdes et rigides, prévues pour le protéger en cas d'éjection. Il n'a ainsi aucune «sensibilité» sur les palonniers, contrairement au pilote de voltige qui lui peut être très fin sur cet axe. Sur les jets de combat récents, à pilotage électrique, c'est carrément l'ordinateur de bord qui conserve la «bille au milieu» et qui utilise la dérive sans action du pilote pour contrer le roulis hollandais par exemple.

Donc, de manière générale, la direction va servir principalement au taxiage et à tenir l'axe au décollage et à l'atterrissage. Le reste du vol va se faire à la profondeur et aux ailerons. Et le lacet inverse me direz-vous ? Les jets ont en majorité des ailes de faible envergure et de faible allongement, qui produisent vraiment très peu de lacet inverse et ce n'est qu'en vol très lent qu'on ressent parfois un besoin de «mettre de la dérive» en virage.

Les évolutions vont donc être une combinaison de quatre «figures» extrêmement basiques :

- La ligne droite
- Le virage (souvent à grande inclinaison)
- Le tonneau
- La boucle

Bien sûr, on n'utilisera bien souvent que des «portions» de boucles et de tonneaux.

Le «passage rapide» est la base d'une présentation de jet. On peut le varier pour qu'il soit moins «répétitif», à savoir passage aile bien à plat sur l'axe de piste, passage incliné vers le public, pour montrer le dessus des ailes, et du fait des hautes vitesses, on peut passer facilement avec 30° d'inclinaison sans que ça engendre un rayon de virage trop marqué, ni que ça impose de se mettre en «glissade». On peut varier avec le passage incliné qui montre le ventre de l'avion. Enfin, quand vous avez une gouverne de direction, le passage tranche à vitesse maxi est superbe, à condition que l'avion soit stable. Il faut en général assez peu de direction sous peine de récupérer un fort mouvement en roulis qui alors rend la figure instable. Ce passage tranche n'est à envisager qu'avec des modèles vraiment très motorisés capable d'une vitesse vraiment importante.

À haute vitesse et si vous disposez d'un volume de vol étendu en profondeur, le virage à forte inclinaison (60° à 80°) en tirant «modérément» pour enrouler un très vaste 360° sans dégrader le badin donnera une belle impression de puissance.



Intégrez à votre présentation un passage lent, avec une incidence marquée, vent de face, et qui suit immédiatement un passage rapide vent de dos.

ce et d'inertie à votre modèle. Vous pouvez l'enchaîner avec un second «360°» qu'au contraire vous souquerez le plus possible, pour montrer le contraste entre les rayons de virage.

Montrez les écarts de vitesse possibles avec votre modèle, en enchaînant un passage à vitesse maximale, réalisé vent dans le dos et suffisamment bas pour que le spectateur ait le sol dans son champ de vision, la vitesse étant mieux ressentie avec le sol en référence, avec immédiatement sur le «retour», un passage à vitesse minimum, face au vent, et plutôt un peu «haut». En effet, les yeux des spectateurs «levés vers le ciel» perdent la référence du sol et la lenteur est d'avantage ressentie ainsi. Comme en plus, avoir de l'eau sous la quille quand on chatouille la limite basse du domaine de vol va dans le sens de la sécurité...

Si votre avion n'est pas «surmotorisé», travaillez votre présentation dans le plan horizontal ou dans des plans légèrement obliques, et donc, sur base de virages et portions de tonneaux. Les «huit» à plat, inclinés, mais pas trop serrés, avec des retours convergeant vers la piste permettent de préserver l'énergie.

Une manière élégante de pratiquer le demi tour dans le plan horizontal (où à peine oblique) à l'issue d'un passage consiste en une mise en virage vers le «fond du cadre» avec altération de cap de 45 à 60° avec 45° d'inclinaison, et d'enrouler 3/4 de tonneau dans le sens du virage initial pour se retrouver à 45° d'inclinaison en sens inverse, ce qui inverse le virage pour revenir ensuite sur l'axe d'assez loin. Ce «3/4 de tonneau» faisant passer par une courte phase «tête en bas» donne beaucoup plus de dynamique à l'inversion du sens de virage que de juste faire 90° de roulis en restant «ventre». La même technique peut s'employer en fin de vol pour intégrer la finale sans temps mort : simplement, on arrive sur un passage rapide, et on dégrade la vitesse en ajoutant un virage initial en éloignement une mise en montée et en «barriquant» le 3/4 de tonneau. Avec un train rentrant, on combine la barrique avec la sortie du train (et des volests à l'avion en est doté) et on est à l'issue de l'inversion de virage à vitesse réduite et en configuration atterrissage. C'est joli, dynamique et efficace !

Avec les modèles ayant un bon rapport poids-poussée, on peut travailler dans le plan vertical et donc avec des portions de boucles de grande amplitude. Les demi-tours pour revenir en passage rapide se feront par demi-nœud de Savoie, donc mise en montée sous 45°, on étire, on passe dos par un demi tonneau, pas trop rapide pour fluidifier, ou par une série de tonneaux rapides en montée



terminés dos, et on tiiiiiiiiirrrre pour une grande portion de boucle qui vous réaccélère et ramène sur l'axe.

Le huit cubain sera aussi une belle figure, si vous avez de quoi l'étirer. Mais ce sont des variantes de demi-huit cubain installées dans des plans obliques qui donneront plus de variété et de dynamique à votre présentation. Exemple en commençant à mettre en montée, inclinez de 20-30° l'avion, la portion de boucle se fait sur un plan incliné et ça permet de transformer le sommet en anticipant le «dégauchissement» en un grand virage descendant qui ramène l'avion convergeant vers le centre de la piste. Idéal pour amener une superbe grande barrique par exemple ! La grande barrique, c'est un mélange de boucle et de tonneau qui est superbe justement si elle est amenée sur un axe qui converge d'environ 20 à 30° par rapport à l'axe de piste. On tire la boucle en donnant un tout petit peu d'ailerons, de manière à ce qu'au sommet, on se retrouve cette fois «divergeant» de la même valeur (20 à 30°), et on continue ainsi la boucle avec du roulis pour sortir à nouveau convergeant, à base hauteur, mais au fond de cadre latéral, là où généralement, il n'y a plus de spectateurs... Ce type de barrique a été «inventée» pour en fait garder l'avion en permanence en «positifs» sur des avions non alimentés en carburant sur le dos. Mais ça donne une figure ample, douce, majestueuse. Vue de l'intérieur (en grandeur), elle est de plus très «confortable», puisque bien que l'on passe un long moment sur le dos on est toujours en «positif», et donc, on ne pend pas dans les bretelles.

Dernière évolution «ample» type, «l'oreille», qui remplace le renversement qui ne peuvent pas réaliser les jets. C'est une figure de demi-tour, qui consiste à faire une montée sous 45 à 60° de pente, et à réaliser un virage serré au sommet en passant pratiquement tranche, voire dos. On desserre progressivement dans la descente qui s'enchaîne, ce qui fait que la forme générale de l'évolution rappelle le pavillon d'une oreille.

Les figures serrées

Nous avons déjà évoqué le virage serré, qui se passe en jet «avec les gaz en grand», car serrer la trajectoire augmente l'incidence et la traînée, et on a besoin de la poussée pour ne pas arrêter complètement l'avion. De la même manière, avec un bon rapport poids-poussée, on peut passer la «petite boucle», qui sera d'autant plus démonstrative qu'on la fera suivre une «grande boucle». On pourra démontrer une capacité à voler serré par des huit paresseux, mais là encore, contrairement à un avion à hélice, on gardera toujours de la puissance, même en descente, on peut réduire légèrement, mais jamais couper les gaz. Les évolutions serrées en jet doivent se faire avec de la vitesse et des «g» pour ressembler à quelque chose.

Voler au-delà du décrochage

Les jets modernes ont considérablement étendu leur domaine de vol et recherchent désormais une sorte d'ultra maniabilité, toujours dans l'idée de pouvoir «décrocher» un adversaire ou un missile tout proche. C'est ainsi que les russes ont inventé la figure du «Cobra», qui consiste en partant d'un vol moyennement rapide à cabrer très brutalement l'avion au point de le décrocher aérodynamiquement, et grâce à l'inertie, de l'amener même à 90° d'incidence, nez planté dans le ciel, avant de le rebasculer en avant, plein gaz... La vitesse est ainsi réduite à presque rien en l'espace de deux à trois secondes, ce qui en principe doit faire passer le poursuivant devant. Bien sûr, cette manœuvre suppose des gouvernes surpuissantes et des réacteurs capable d'avoir un temps de réponse très faible et de ne pas s'étouffer quand l'incidence est aussi forte... Pour reproduire ce type de figure avec un modèle réduit, et uniquement avec les gouvernes aérodynamiques, il faut déjà un modèle suffisamment grand et lourd pour disposer d'assez d'inertie pour atteindre la verticale en peu de temps et avant d'être arrêté... Et il faut aussi un jeu de débattements à la profondeur «déraisonnables», afin de pouvoir tirer assez fort... Rares sont les avions qui en sont capables. Mais pour ceux qui y parviennent, il faut encore une turbine puissante pour pouvoir se sortir du cabré en «poussant». Toutefois, si vous ne pouvez pas ressortir «par le haut», quand les gouvernes sont suffisantes, il est possible de réaliser une «boucle minuscule» qui se termine pratiquement à l'arrêt, en parachutant un moment, le temps que la poussée vous renvoie vers l'avant. Le vol à très forte incidence est parfois également possible, en asseyant l'avion sur la poussée de la turbine et sur la traînée de la voilure amenée à des incidences de 30 à 50°. Il faut bien sûr que l'avion accepte d'être stable en roulis à ces incidences, et c'est avec des «tailerons» ou les avions deltas qu'on a le plus de chance d'y arriver.



Au décollage, pas de brusquerie, laissez rouler longtemps, et faites une rotation en douceur, avec une pente de montée initiale sage pour laisser accélérer.

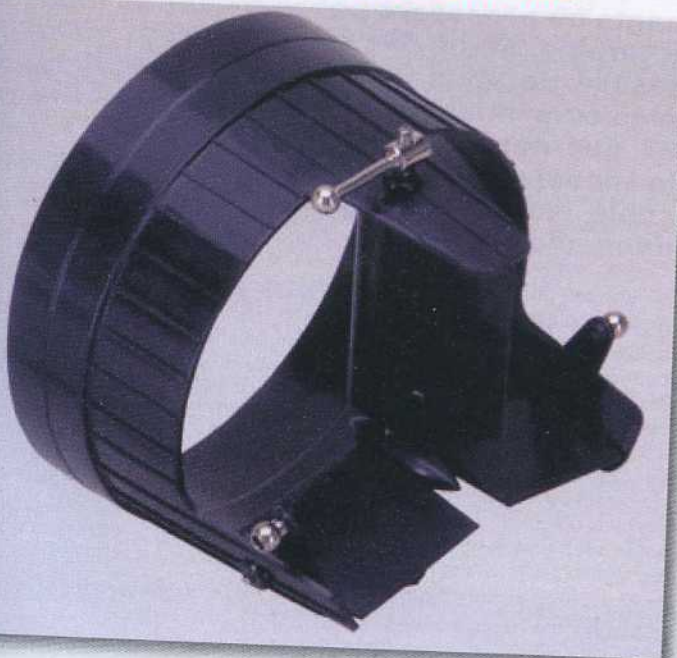


La poussée vectorielle par tuyères sur rotules. A gauche, les tuyères sont dans l'axe, et à droite, on les voit braquées. Elles peuvent être braquées en tangage et en lacet, et sur un biturbine, ça ajoute une petite action possible en roulis, en en braquant une vers le haut, l'autre vers le bas. Ici, trois servos actionnent les deux tuyères en tangage, lacet et roulis, grâce à des mixages.

Pour aller plus loin, la poussée vectorielle

C'est la nouveauté de l'année ! En grandeur, des avions expérimentaux comme le X-31 l'ont abordée, pour défricher le domaine de vol «hypermaniable». Des versions récentes du Su-27 russe l'utilisent «en série». En modèle réduit, elle existe déjà sur les jets à réacteur depuis quelque temps, on a pu voir des ailes volantes à hélice avec une poussée vectorielle en orientant le moteur, et voici que les jets électriques commencent à proposer cette option. De quoi s'agit-il ? Quand les gouvernes perdent leur efficacité, soit parce que la vitesse est trop faible, soit parce qu'à très forte incidence, elles sont «décrochées», on trouve une nouvelle possibilité de «piloter» en orientant la poussée de la (ou des) turbine(s). Bien sûr, l'efficacité sera liée au régime de la turbine et gaz réduits ou coupés, la poussée vectorielle n'a aucune efficacité. Comment fait-on ? Il n'est pas question d'orienter l'ensemble turbine-moteur. On dévie en fait l'air expulsé à l'arrière de l'avion. Deux techniques se trouvent actuellement sur le marché : l'une consiste à installer des palettes dans le flux d'air, juste derrière la tuyère. L'autre utilise une tuyère montée sur rotule. Dans les deux cas, des servos orientent les palettes ou la tuyère. Il peut s'agir des mêmes servos qui animent les gouvernes, va des biellettes supplémentaires, soit de servos dédiés, ce qui a pour intérêt de pouvoir n'utiliser la poussée vectorielle que quand on le désire, via des mixages activables par inter. La poussée vectorielle donne en général avant tout du lacet (direction) et du tangage (profondeur). Même si on trouve des systèmes à palettes pouvant donner en théorie du roulis, ou si sur les bi-turbine, on peut en utilisant chaque poussée vectorielle en sens inverse sur l'axe de tangage, les «bras de levier» autour de l'axe de roulis sont très faibles et l'action est très réduite sur cet axe. Il faudrait

La tuyère à poussée vectorielle à «palettes» de chez Phase III. On connecte les palettes aux servos des gouvernes.



des turbines vraiment très écartées pour obtenir un effet important en roulis. Les figures qui vont être possibles sont à nouveau le Cobra, qui va être grandement facilité, avec une faculté de remettre le nez à plat en poussant même quand la vitesse est pratiquement nulle, mais aussi les «flips», qui sont des boucles tournées pratiquement sur place, en partant d'un vol très lent. Le double flip est une des manœuvres les plus belles utilisant la poussée vectorielle sur le Su-34 testé dans ce numéro. On va également favoriser le vol aux très grandes incidences, en récupérant un contrôle que les gouvernes ne savent plus donner. En lacet, la poussée vectorielle utilisée avec peu de débattement peut remplacer la gouverne de direction, en virage à très basse vitesse par exemple, ou pour tenir un vol tranche. Et avec de grandes amplitudes, elle permet de déclencher et d'entretenir la fameuse «vrille à plat», et aussi d'en sortir facilement, puisque même à très forte incidence, on peut remettre le nez «en bas», les gouvernes étant remplacées par la déviation du jet. On peut bien sûr envisager le vol stationnaire, «posé» sur le jet de la turbine. Il faut pour cela disposer d'un rapport poussée/poids nettement supérieur à 1, ce qui n'est pas encore chose courante... Le Squall en 4S a une poussée qui permet de l'envisager... J'avoue que mon pilotage n'est pas suffisant pour avoir vraiment testé cette possibilité. On comprend qu'il sera possible de bien gérer la profondeur et la direction en vol vertical arrêté... Pour le roulis, je suis moins certain que l'on dispose vraiment de défense. Encore qu'après avoir vu à Kehl un pilote allemand le faire avec un réacteur... il m'a expliqué que la puissance du jet du réacteur «aspirait» un écoulement d'air à l'extérieur du fuselage, qui suffisait à alimenter les ailerons... Pourquoi pas avec les turbines électriques les plus puissantes ? Mais là, j'anticipe et nous attendrons de voir ce que parviennent à réaliser d'ici quelques temps des pilotes d'exception !

Au final

Bien présenter un jet, c'est varier le style, varier la vitesse, varier les angles de présentation pour les spectateurs. Les vols sont courts, vous devez faire «dense» avec dès que vous maîtrisez le modèle, l'écriture d'un programme, même simple, mais qui conduise à éviter de «se répéter». Et je le répète, regardez les «vrais» et inspirez vous d'eux ! Ce sera un plaisir pour vous, et un plaisir pour ceux qui vous regardent !

S'il est préférable de garder le taxiage pour la fin, ne négligez pas de finir votre présentation par un retour parking soigné, roulage pas trop rapide et surtout, sans zig-zaguer ! Un débattement modéré et de l'expo sur la direction vous y aideront !





Voici les équipements fournis par T2M pour équiper le Su-27. En indoor, un accu plus léger sera souhaitable.

Equipements

Pour équiper le Su-27, il faudra deux servos, Ikarus propose les Micro 201. Il faudra également un variateur, et T2M qui distribue Ikarus nous a confié l'IMCS 7 (pour 7 ampères), qui assure aussi l'alimentation de la radio (BEC). T2M nous a également fourni un récepteur 5 voies DyNam R-5P et un accu Dymond Lipo 2S XC-750 (750 mAh 25C).

Deux options

Le Su 27 Ikarus peut être monté en deux versions : l'une dite pour «débutants» ne va utiliser que les gouvernes des empennages horizontaux, l'autre dite pour «experts» va coupler les gouvernes des empennages et les ailerons. Dans les deux cas, on utilise uniquement deux servos et un mixage type «delta». Ce qui fait qu'en version «expert», on va avoir une efficacité en roulis impressionnante. Par contre, en tangage, le fait que les ailerons se relèvent quand on cabre diminue considérablement la portance et on perd sérieusement en efficacité pour serrer une évolution ou passer une boucle. Après avoir essayé la version expert, je recommande plutôt de garder les ailerons fixes, l'avion sera plus agréable en virage et chaque fois que vous devrez tirer la profondeur. J'arrive à ce constat après avoir finalement «désactivé» les ailerons.

Montage

Le collage du Dépron à la Uhu Por est identique à l'utilisation d'une colle «contact» : encollage en fine couche sur les deux pièces, on attend une dizaine de minutes et on plaque. Pour les pièces devant s'interpénétrer, le fait de laisser sécher empêche une mise en place correcte, car les pièces pré-encollées ne veulent plus glisser l'une dans l'autre. Il faut alors mettre en place immédiatement après encollage et laisser sécher plus longtemps, les solvants ayant plus de mal à s'évacuer. On peut aussi utiliser des colles cyano spéciales dépron et accélérateur en spray, mais attention, tous les accélérateurs ne sont pas adaptés, certains sont agressifs sur le dépron. Faites des tests sur des chutes avant d'utiliser le spray. Le montage se fait très simplement en suivant la notice, il faut juste un chantier bien plan pour monter le Su 27 sans vrillage. Toutes les pièces sont munies de tenons et mortaises qui obligent à un assemblage à la bonne position. Les pièces voilées se redressent du fait de la conception ou chaque pièce impose la position de celle qui est collée dessus.

Accessoires astucieux

On connaissait déjà la grappe d'accessoires Ikarus, avec des micro chapes très bien pensées, qui se replient sur la tige carbone constituant la commande. Sur les gouvernes, les guignols sont également la «chape», avec une partie souple assurant le débattement sans efforts. Le montage est propre, léger et réglable.

Implantation radio

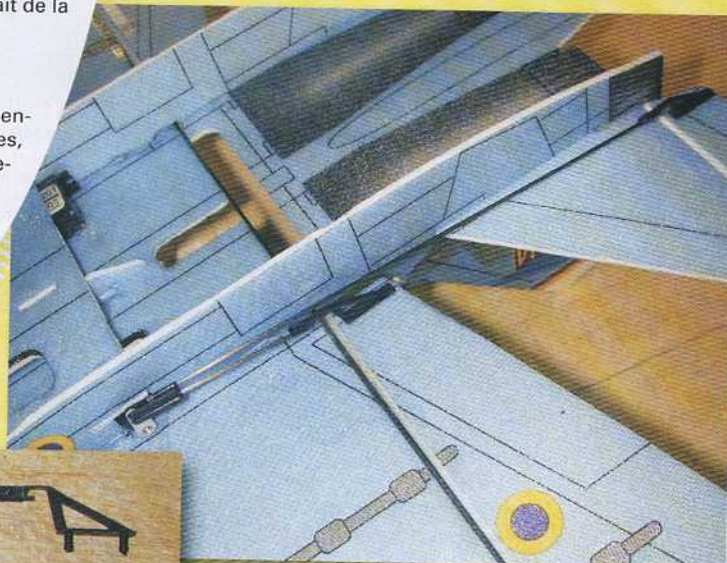
Les servos sont pris entre deux épaisseurs de dépron, et collés en place. Entre ces deux épaisseurs, on va également loger le récepteur, le variateur, sur un côté, et l'accu de l'autre côté. A noter que le 750 mAh est le grand maximum que l'on puisse loger et que c'est un accu «lourd» pour l'avion, plus destiné à le faire voler en extérieur les jours de vent calme à nul. Pour du vol indoor, des packs 2S de 350 à 450 mAh seront plus adaptés pour diminuer la charge alaire et donc la vitesse de vol. Le variateur doit être raccordé au moteur, soit soudé (contrô-



L'hélice traverse le plan central. Notez que le plat de carbone qui renforce l'aile n'est pas coupé.



Moteur et variateur sont minuscules !



A gauche, les commandes sont préparées. Notez les guignols-chapes très astucieux et inventés par Ikarus. Ci-dessus, ces commandes en place sur l'avion. En mode «simple», on laissera les ailerons fixes.





Pour les photos en vol, nous avons préféré voler en extérieur, au soleil, mais ce n'est possible que par vent très faible ou nul. Le Su 27 est avant tout dédié au vol indoor.

Réglages

Centrage

65 mm du bord d'attaque à l'implanture (plaques verticales).

Débattements mode «débutant»

Seules les gouvernes des empennages sont mobiles. Mesure au plus large de la gouverne.

En roulis : +/- 17 mm

En tangage : +/- 17 mm

Débattements mode «expert»

Les gouvernes des empennages et les ailerons sont mobiles. Mesure au plus large de la gouverne.

Gouvernes arrières : En roulis : +/- 15 mm, en tangage : +/- 15 mm

Ailerons : En roulis : +/- 12 mm, en tangage : +/- 12 mm

50 % d'expo en roulis, 25 % d'expo en tangage.

de l'aile. L'hélice est simplement enfoncée sur l'axe, en faisant attention au sens de montage, elle doit pousser vers l'arrière !

Réglages

Avec l'accu de 750 mAh reculé au maxi, on est centré pile au repère de la notice, soit 65 mm en arrière du bord d'attaque au niveau des plaques verticales des nacelles moteur. Pour les débattements, si vous choisissez le mode expert, placez la commande de profondeur au trou le plus éloigné sur le servo, et la commande d'ailerons beaucoup plus proche de l'axe. Essayez d'obtenir +/- 15 mm en tangage comme en roulis sur les gouvernes des empennages, et +/- 12 mm sur les ailerons. La mesure étant faite au plus large de chaque gouverne. 50% d'expo aux ailerons et 25 % à la profondeur évitent un vol heurté, tout en gardant l'énorme efficacité des ailerons.

En mode «débutant», +/- 17 mm en tangage comme en roulis sur les empennages et donc, des ailerons laissés fixes et dans l'axe de l'aile.

Conclusion

Le Su-27 Ikarus reste un pur indoor, conçu pour voler sans vent, et dans des espaces restreints. Si le look est «jet», le vol reste celui d'un avion conventionnel, avec des trajectoires et des vitesses sans rapport avec les modèles à turbine que nous allons tester ensuite. C'est par contre la possibilité de disposer d'un look de chasseur à réaction sur un modèle vite monté et capable de voler en gymnase ou dans un grand jardin les jours sans vent.

FLY TEST

Lancer : La prise en main se fait devant es servos, en ne serrant «pas trop fort». Cela dit, vu le poids plume, on n'a pas à «bananer» non plus, et le Su-27 part facilement.

En vol : Testé initialement en mode «expert», le Su-27 s'est montré particulièrement vif en roulis, d'où les 50 % d'expo qui ont vite été ajoutés. Les tonneaux peuvent être ultra rapides ! Le vol est plus rapide que sur un avion indoor de voltige, et pour cause, on est nettement plus chargé surtout avec 750 mAh ! Pour le vol indoor, il sera préférable de réduire la capacité des accus à 350-450 mAh afin de diminuer la charge alaire. En tangage, la profondeur est un peu déroutante, car quand on cabre, l'avion prend de l'incidence mais monte peu. La raison est simple : les gouvernes de profondeur se braquent vers le haut, mais les ailerons aussi, diminuant la portance de l'aile. Ce qui fait que les virages se font en «s'asseyant» sur le stab en quelque sorte. Je n'ai pas réussi dans ce mode à passer une jolie boucle, l'aile refusant de donner le Cz nécessaire. C'est pourquoi j'ai préféré revenir au mode «ailerons fixes» en ne conservant que les gouvernes arrières. Le roulis est plus doux et les tonneaux beaucoup moins rapides, mais en virage, le Sukhoï se comporte mieux et est bien mieux porté, et de même, il peut passer la boucle sans difficulté cette fois. Comme quoi il est parfois bon de rester tout simple !

Atterrissage : Là, rien de compliqué, on arrive avec un filet de moteur, on arrondi, on coupe les gaz et on se pose sur place ou presque !

Impression générale : Le Su-27 Ikarus offre le look jet en vol en salle. Plus rapide qu'un F3P ou qu'un slow flyer, il n'est toutefois pas aussi vélocité (remis à l'échelle) que les jets à turbine d'extérieur, et heureusement, on n'aurait pas la place de le faire tourner dans un gymnase ! Il faut tout de même déjà être «bien débrouillé» en pilotage pour l'aborder, surtout en intérieur, car les murs arrivent vite et si les ailerons permettent de se mettre quasi instantanément en virage, il faut encore ne pas avoir d'hésitation sur le sens de l'action à effectuer.



Servos, récepteur, variateur et accu se logent entre deux plaques de dépron qui donnent toute la rigidité au modèle.

*La main donne l'échelle de ce jet vraiment minuscule ! Pen-
sez, l'envergure n'est que de 415 mm !*

