

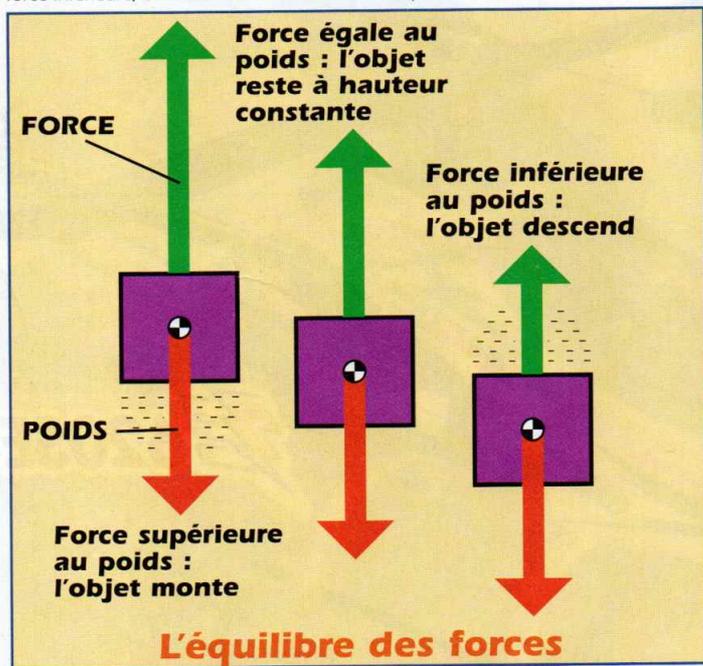
# LES BASES DE L'HELI

## De la fonction naît l'organe

La configuration générale de la plupart des hélicos est venue tout bonnement de ce que l'on attend d'eux : décoller à la verticale. Pour soulever une charge quelle qu'elle soit, il faut opposer à son poids une force égale ou supérieure. Force égale, on maintient une hauteur constante, force supérieure, on monte, force inférieure, on descend...

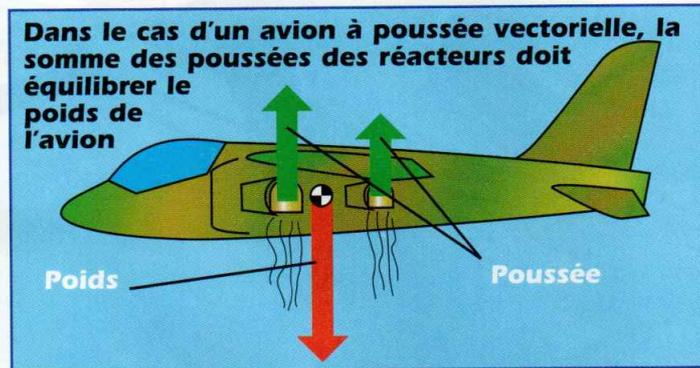
**Bien sûr, tout le monde sait ce qu'est un hélicoptère ! C'est un engin volant, avec une grande hélice au-dessus, et une petite à l'arrière... Mais sait-on pourquoi un hélico ressemble justement à ça ? Vous allez voir que tout découle logiquement de ce qu'on veut obtenir...**

Cela peut être un réacteur dont la poussée est dirigée vers le bas (Comme le Hawker Harrier dont les tuyères pivotent).



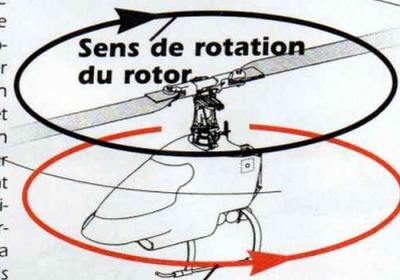
Pour créer cette force, sans faire appel à un élément extérieur (bien sûr, avec une grue, on y arrive !), il faut que le véhicule dispose d'un élément fournissant cette force. Cela peut être un propulseur à carburant liquide ou solide comme les fusées, mais la flamme considérable qui s'échappe pose un problème pour tout ce qui est en dessous...

Mais le réacteur est une invention récente, et avant lui, on ne disposait que du moteur à hélice pour générer une traction. De là à imaginer qu'en mettant l'hélice au-dessus du véhicule, son axe devenu vertical, et ainsi à créer une force dirigée vers le haut, il n'y avait qu'un pas ! Mais pourquoi les hélices d'hélicoptères sont-elles si grandes ? La réponse est dans le rendement des hélices : à traction identique, une petite hélice tournant très vite est bien plus gourmande en énergie qu'une très grande hélice tournant lentement. C'est comme les ailes d'un avion : le rendement des ailes immenses à grand allongement des planeurs est sans commune mesure avec celui des ailes courtes et trapues d'avions de tourisme ! Des grandes pales d'hélices, la solution était là.



Mais se pose un problème avec cette grande hélice : parmi les grands principes immuables de la physique, il y a celui bien connu de l'action-réaction : si on exerce sur un corps quelconque une force, ce corps en retour exerce une force égale et de direction opposée. Ainsi, le moteur qui va entraîner notre grande hélice lui transmet un couple, et en retour, l'hélice transmet au moteur un couple identique en intensité, et de sens opposé. Le moteur étant solidaire du véhicule, tout revient à dire que l'hélice transmet au dit véhicule un couple qui tend à le faire tourner sur lui-même en sens inverse de la rotation de l'hélice. Embêtant, ça ! Mais les avions, ils devraient tourner autour de leur hélice, non ? Effectivement, et c'est bien ce qu'ils essayent de faire, et ça s'appelle le couple de renversement. Mais d'une part, l'hélice est petite et tourne vite, le couple est considérablement plus faible, et d'autre part, avec la vitesse, un soupçon de braquage des ailerons, à peine perceptible, suffit à le contraindre. Sur les warbirds de la seconde guerre mondiale, une remise de gaz trop brutale à basse vitesse pouvait faire passer sur le dos, c'était la conséquence vraiment visible du couple de renversement.

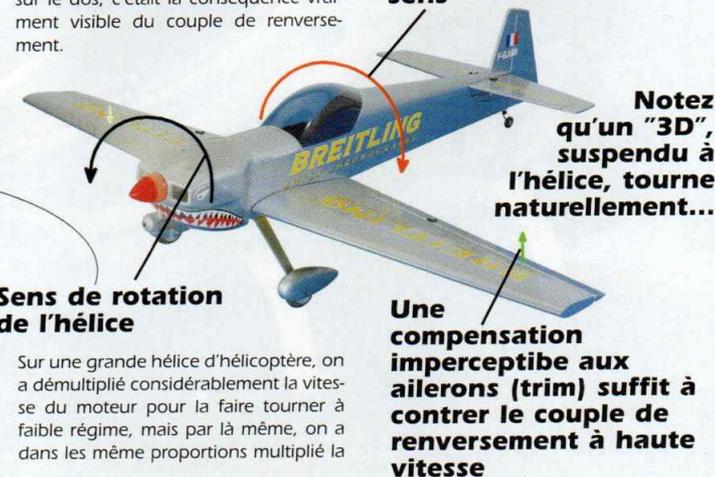
valeur du couple. Et on ne dispose ni de vitesse, du moins en stationnaire, ni de gouvernes, pour le contraindre.



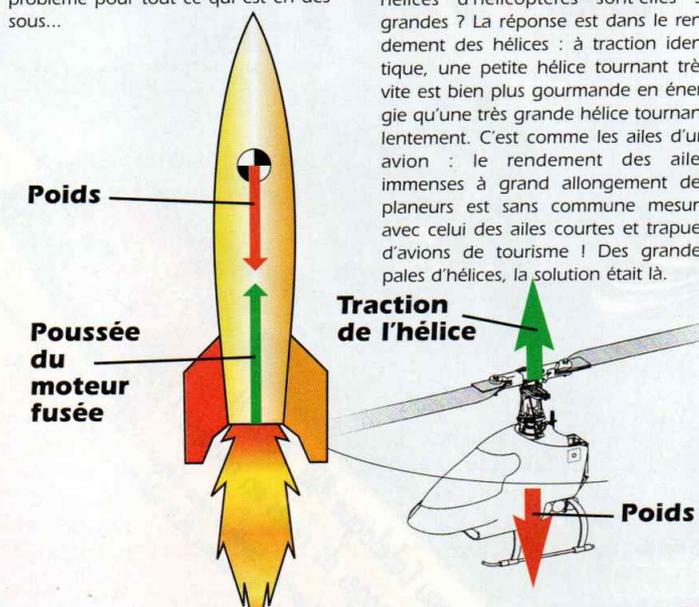
**Par réaction, notre véhicule tourne dans ce sens**

Donc, si on veut avoir une chance d'avancer en ligne droite, il va falloir contraindre ce couple. Diverses solutions existent : soit purement et simplement

**Le couple de renversement tend à faire tourner l'avion dans ce sens**



Notez qu'un "3D", suspendu à l'hélice, tourne naturellement...



# HELICOPTERE

supprimer ce couple. C'est possible ! L'Helicoptère Djinn utilisait un petit réacteur comme générateur de gaz, ces gaz étaient envoyés sous pressions dans les pales du rotor et éjectés par des tuyères en bout de pales et entraînaient ainsi le rotor en rotation... Pas de transmission mécanique du couple, pas de couple à contrer ! Pour orienter le Djinn, on utilisait les gaz résiduels, sortant par la tuyère du réacteur, pour souffler une dérive. Ça marchait très bien, mais c'était assez complexe pour canaliser sans fuites les gaz. Bon, si on ne supprime pas le couple, il faut en exercer un second, qui annule le premier. Une solution que l'on trouve par exemple sur les hélicoptères Kamov consiste à monter deux hélices l'une au-dessus de l'autre, tournant chacune dans un sens. Ça aussi, ça marche ! Peu usitée en "grandeur", la

Depuis quelques années, une ultime solution est née : un jet de gaz modulé éjecté latéralement prend la place du rotor de queue, c'est le système NOTAR (voir ci-contre).

## Enfin

Bref, le plus utilisé, parce que finalement le plus simple à mettre en pratique, reste le rotor de queue, simple ou sous forme de "fenestron" quand il est multipales et caréné. Nous verrons plus loin qu'il a tout de même un défaut : il déporte latéralement notre véhicule... La perfection n'est pas de ce monde !



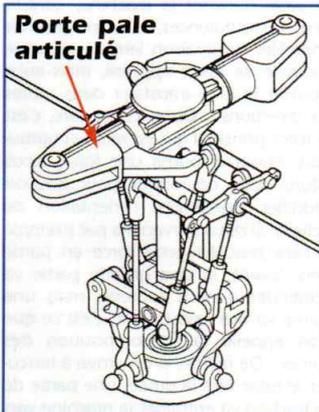
**A gauche, la solution la plus classique, le rotor de queue, appelé anti-couple et à droite, la variante "fenestron", un rotor multipales caréné. Vario et Hirobo sont les seuls à proposer des maquettes d'hélicoptères à fenestron.**

**Le système Notar est utilisé sur le Hughes MD 520N. On distingue la sortie d'air latérale à l'arrière de la poutre. Vario est le seul à proposer un NOTAR modèle réduit.**



## Monter et descendre

Pour monter et descendre, il est clair qu'il faut modifier la force de traction de l'hélice principale, que nous allons désormais appeler **ROTOR principal**. Une solution consiste à faire varier la vitesse de celui-ci : à pas constant, plus il tourne vite, plus il porte. Ce type d'hélico existe en modèle réduit, les premiers modèles étaient réalisés ainsi, et c'est une solution que l'on retrouve



**Une tête de rotor à pas collectif permet d'augmenter la portance presque instantanément.**

modèles réduits. Bien sûr, il faut varier aussi la puissance du moteur pour compenser la plus forte résistance du rotor quand on augmente le pas, mais l'inertie du rotor justement nous aide à avoir le temps de le faire. Sur les anciens hélicoptères grandeur, le Bell 47 par exemple, le pilote disposait d'un levier (façon frein à main central) pour faire varier le pas, avec une poignée rotative type moto à son extrémité pour faire varier la puissance moteur manuellement. Les hélicoptères modernes, souvent à turbine, ont une régulation automatique. En modèle réduit, nous utilisons en règle générale un mixage électronique entre la commande du moteur et la commande du pas (ouf !). Cette variation de pas sera appelée "PAS COLLECTIF", puisque l'on fait varier de façon identique le pas de toutes les pales du rotor principal.

## Et pour se diriger ?

C'est bien beau, de réussir à se soulever et à ne pas tourner... Mais encore faut-il pouvoir tenir notre engin stable, et aussi bien sûr le faire avancer, monter, descendre, reculer, se déplacer à droite ou à gauche, pivoter, s'incliner d'avant en arrière, latéralement... Une simple hélice toute bête, qui tourne au dessus du toit, n'offre aucun moyen de piloter l'engin.



sur les hélicoptères indoor (Pixel, Piccolo, Hornet). Cette solution a un défaut : le temps de réaction. Pour modifier la vitesse de rotation d'une grande hélice, il faut du temps à cause de son inertie et de celle des éléments servant à la réduction. Les réponses sont lentes et demande une grande anticipation des ordres de pilotage.

## Pas variable !

L'autre possibilité consiste à faire varier le pas des pales, c'est la solution utilisée sur tous les hélicoptères grandeur et sur la grande majorité des hélicoptères

## Pivoter

Bien, on sait maintenant monter et descendre ! Pour pivoter, nous allons faire travailler de la même façon... le rotor

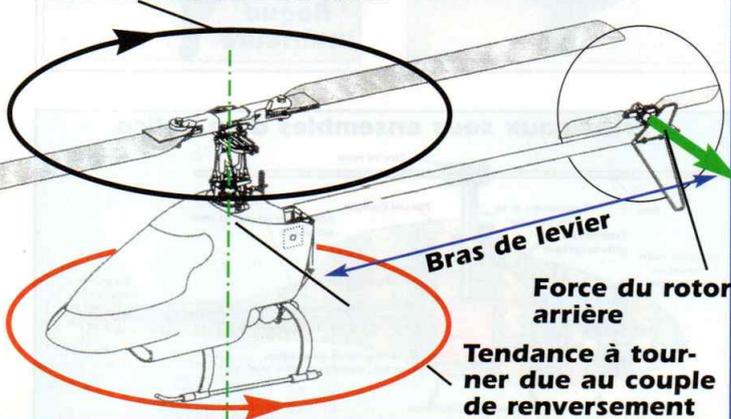
## 2 rotors contra-rotatifs, les couples s'annulent.

formule fait le succès des hélicos RC indoor bi-rotor, ultra stables. Reste la solution la plus classique :

Un couple, soit il nous arrive tout cuit de l'arbre du moteur, soit il résulte de l'action d'une force exercée avec un certain bras de levier.

Plus le bras de levier est grand, plus la force nécessaire à créer le couple sera faible et inversement. Encore une fois, on cherche donc à créer une force, prenons une autre hélice, plaçons la avec un axe horizontal et perpendiculaire à l'axe de vol, et éloignons la de l'axe de rotation. Ça marche ! Le couple est vaincu, nous pouvons stabiliser la rotation de notre engin !

## Sens de rotation du rotor

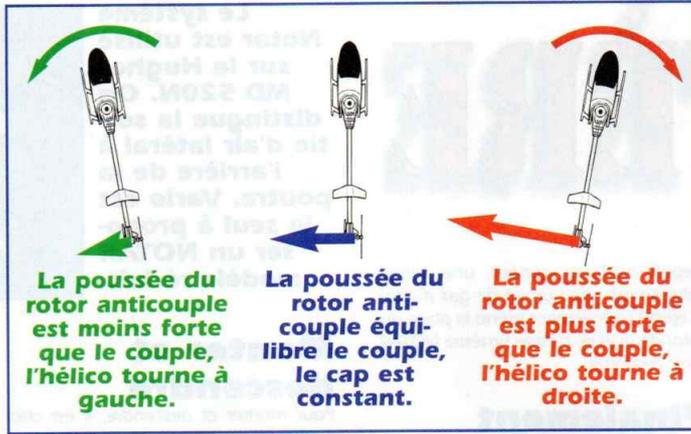


**On trouve typiquement des rotors à pas fixe sur les hélicoptères indoor de type bi-rotor. Sur ce Swiss Lama de BMI, le rotor anti-couple est factice**

arrière. En faisant varier le pas de ses pales, on va pouvoir modifier la force qu'il exerce, et donc, l'hélicoptère va pivoter à droite ou à gauche. Le rotor anticouple est donc lui aussi à pas variable (sauf de rares exceptions où l'on a installé un moteur séparé pour le rotor anticouple, et où on fait varier la vitesse de ce rotor, c'est le cas des Pixel et Piccolo).

### Avancer !

Maintenant, c'est bien beau de savoir rester sur place, mais d'une part, il faut pouvoir stabiliser la machine, contre vent et turbulences, et donc pouvoir contrôler l'inclinaison latérale et longitudinale de notre appareil, mais aussi pouvoir le faire translater dans toutes les directions... Cette fois encore, c'est le rotor principal qui est mis à contribution. Puisqu'il fournit une force, nous allons nous débrouiller pour pouvoir modifier légèrement l'orientation de celle-ci. Si nous parvenons par exemple à faire basculer cette force en partie vers l'avant, la plus grande partie va continuer à nous soutenir, mais une partie va tirer vers l'avant, c'est ce que l'on appelle la "décomposition des forces". De même, si on arrive à basculer le rotor vers la droite, une partie de la traction va entraîner la machine vers la droite. Pour arriver à incliner le rotor, nous allons une fois de plus utiliser la variation de pas des pales du rotor principal, mais de façon cyclique. Nous allons au fil du tour que fait chaque pale modifier son pas, pour qu'elle porte différemment devant, à droite, derrière et à gauche de l'appareil.



impalpables, mais bien présents et puissants, qui agissent sur tout corps en rotation. Plus on tourne vite, plus la masse en mouvement est importante, plus les effets sont violents ! Et notre rotor principal, comme volant de gyroscope, il se pose là ! On va essayer de simplifier au maximum : Si on exerce une force sur le volant d'un gyroscope, il réagit en exerçant une force décalée de 90°, le côté du décalage dépendant du sens de rotation. Exemple, si notre rotor tourne dans le sens des aiguilles d'une montre vu du dessus, et que je modifie le pas des pales pour que la pale "arrière" porte plus que la pale avant, j'exerce un "petit" effort qui tend à basculer le rotor vers l'avant, mais les effets gyroscopiques réagissent en imposant un effort qui fait puissamment basculer le rotor vers... la droite !

### Le couple gyroscopique : une puissante réaction de rotation se crée, décalée de 90° par rapport à l'effort exercé.

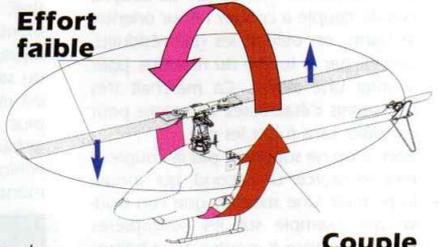
Pour obtenir la variation cyclique du pas des pales du rotor principal, on utilise un plateau comprenant deux bagues : La bague intérieure tourne en même temps que le rotor et est montée sur une rotule axée sur le mât rotor. Elle peut s'incliner d'avant en arrière, latéralement, et son inclinaison correspond à l'inclinaison que l'on attend du rotor. Les commandes de variation de pas du rotor sont pilotées par cette bague intérieure. La bague extérieure, solidaire par un roulement à billes de la bague intérieure, ne tourne pas, et est inclinée par les commandes (manche à balai sur un "grandeur", servos sur un modèle RC).

Ainsi, on peut transmettre les ordres d'inclinaison du plateau extérieur au plateau intérieur, et donc à la tête de rotor. Ce plateau est appelé "PLATEAU CYCLIQUE". Dans certains types de montage, il coulisse de haut en bas pour commander en même temps la variation collective du pas. Résumons : pour faire avancer l'hélicoptère vers l'avant, on bascule le plateau cyclique et donc le rotor vers l'avant,

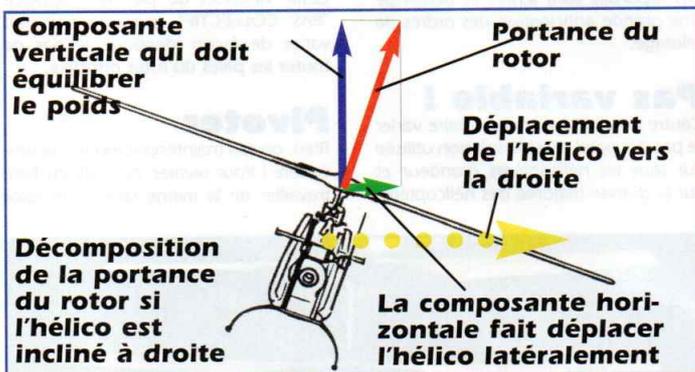
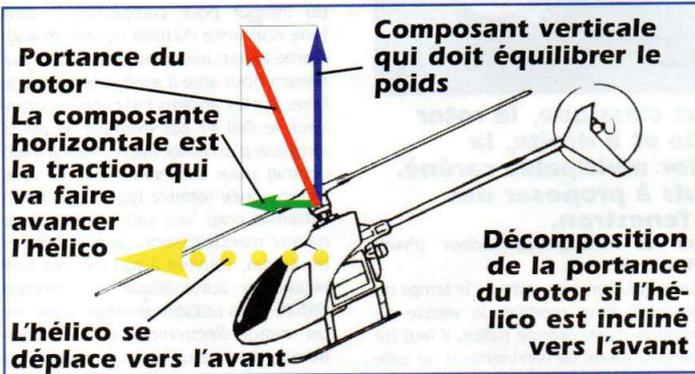
une partie de la traction du rotor "tire" l'hélico vers l'avant. Pour faire translater latéralement l'hélico vers la droite, on bascule le plateau cyclique et donc le rotor vers la droite, une partie de la traction "tire" l'hélico vers la droite. Finalement, vu du pilote, ce n'est pas si sorcier ! Le gros boulot est pour les concepteurs de têtes de rotor !

### Les éléments principaux

Après tout ce que nous venons de dire, nous pouvons en faire la synthèse et déterminer quels sont les éléments constitutifs d'un hélicoptère (de manière générale, modèle réduit ou grandeur nature).



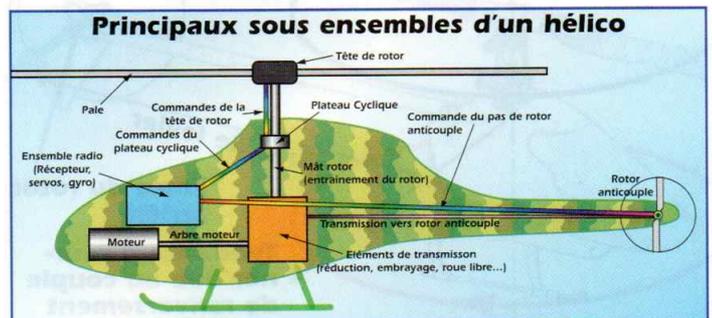
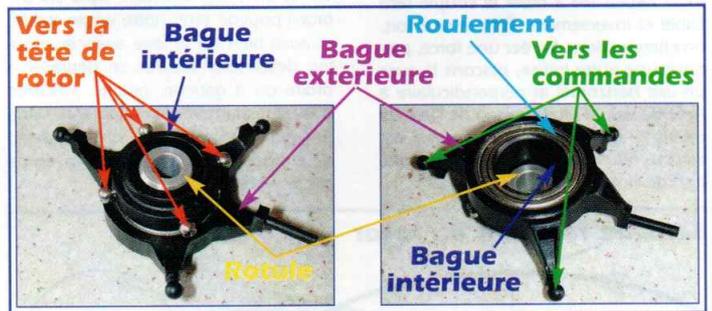
- Le **moteur** fournit l'énergie nécessaire à la sustentation et à la propulsion.
  - Des **éléments de transmission** abaissent la vitesse de rotation du moteur et la transmettent d'une part au rotor principal, d'autre part au rotor anticouple.
  - Un **plateau cyclique** permet d'orienter le rotor, en étant au départ actionné par les commandes (tringleries venant du pilote ou des servos).
  - Le **rotor principal** possède des pales à pas variable de façon simultanées pour doser la portance et de façon cyclique pour orienter cette portance (contrôle en roulis et tangage).
  - Le **rotor anti-couple**, situé à l'arrière d'une longue poutre, contre le couple du moteur transmis au rotor, et son pas variable permet en outre le contrôle en lacet de l'hélico.
- Dans la suite de ce numéro, nous allons détailler chacun de ces éléments.



### Effets gyroscopiques

Vous pourriez penser que si on fait porter d'avantage la pale quand elle est à l'arrière et moins quand elle est à l'avant, l'hélicoptère bascule vers l'avant, ce serait fort logique ! Hélas, trois fois hélas, ce serait trop simple ! Entrent en jeu les effets gyroscopiques,

On va donc utiliser avant tout ces forces gyroscopiques pour basculer le rotor, et c'est la mécanique de la tête qui va se charger de gérer ce décalage de 90° entre la variation de pas et donc de portance des pales, et l'action effective sur le rotor. En pratique, vous n'aurez pas à vous en occuper, ni même à vous en rendre compte.



# LES PAILES

## Une petite aile

Dans l'introduction, je faisais le rapprochement entre une pale d'hélicoptère et une aile d'avion, et pour cause ! Elles doivent toutes deux assurer la portance de l'aéronef, et pour cela, il s'agit de fournir de la vitesse par rapport à la masse d'air à un corps profilé de façon adéquate. Un petit rappel, une aile, une hélice, ou une pale d'hélico possèdent un "profil", qui est la section de cette aile, de cette pale ou de cette hélice. Ce profil animé d'une certaine vitesse crée une surpression à son intrados (le dessous) et une surpression à son extrados (le dessus). La dépression est bien plus importante que la surpression.

**Débutons notre tour d'horizon des différents constituants d'un hélico par celui qui nous tient en l'air, élément qui justifie à lui seul tous les autres éléments qui composent un hélicoptère. Les pales sont à l'hélicoptère ce que sont les ailes à l'avion.**

quant une perte brutale de portance. Dans le cas d'un avion, la vitesse est obtenue grâce à un moteur qui fait avancer le modèle. Pour l'hélicoptères, ce n'est pas le modèle qui avance, mais le moteur entraîne le rotor en rotation, et la vitesse linéaire va en croissant du centre vers l'extrémité. La portance du rotor n'est donc pas répartie de façon constante, les extrémités des pales portent bien plus que la partie intérieure.

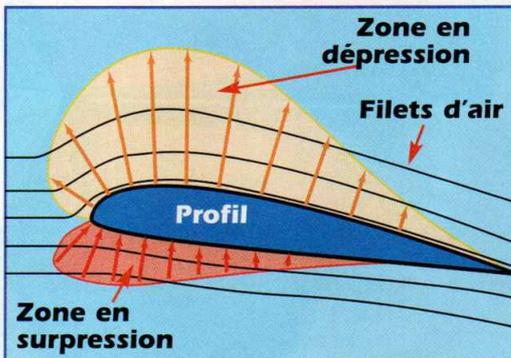
bonne place. Les autres rotations (variation de pas, battement...) sont gérés au niveau de la tête de rotor, nous en parlerons dans le chapitre qui y est consacré.

## Profil des pales

Le profil des pales influe directement sur le comportement de l'hélico. On va, suivant le type de vol que l'on aime pratiquer, choisir entre différents types

### Profil plan convexe :

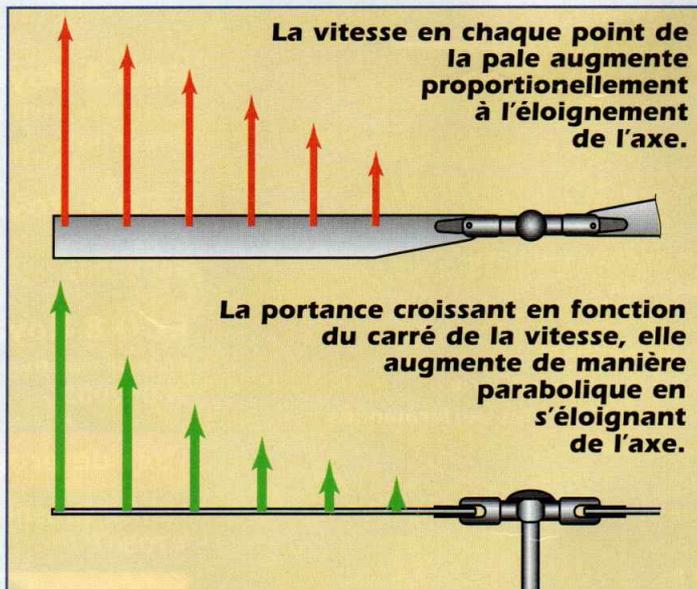
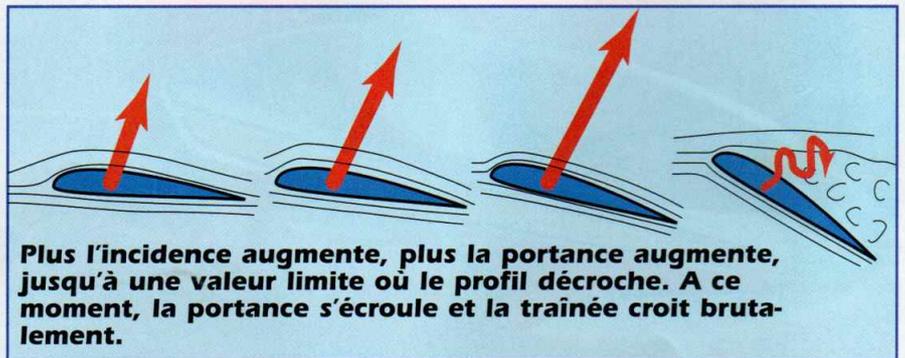
C'est le même type de profil que pour les avions de début. Il donne une portance importante, et demandera moins d'incidence. C'est un bon choix pour les débutants.



L'ensemble de ces surpression et dépression s'accroissent pour créer une force que l'on appelle résultante aérodynamique. Celle-ci peut être décomposée en une force perpendiculaire à l'axe du modèle, qui est la portance, et une force parallèle à cet axe, et qui est la traînée, souvent appelée "résistance à l'air". La portance et la traînée voient leur intensité varier avec la vitesse et avec l'incidence du profil.



L'incidence est l'angle entre les filets d'air et la corde de référence du profil. En gros, plus l'incidence augmente, plus portance et traînée augmentent, mais cela jusqu'à une limite : le décrochage. Au-delà d'un angle d'incidence dépendant de la forme du profil, mais dépassant rarement les 15 degrés, les filets d'air ne parviennent plus à rester collés à l'extrados du profil, ils se décolent et la dépression s'évanouit, provo-



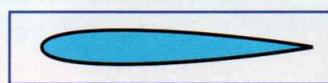
## Articulations

La pale est fixée sur la tête de rotor par un axe, et reste libre de pivoter autour de cet axe. On peut se demander comment elle reste parfaitement alignée avec la tête de rotor, alors que la traînée devrait la faire "reculer". En fait, c'est la force centrifuge qui s'exerce sur la pale en rotation qui est considérablement plus importante que la traînée, et qui positionne la pale à la

de profils (mais aussi matériaux, voir plus loin) :

### Profil symétrique :

La portance est modérée, mais peut être égale dans les deux sens. C'est le type de profil que l'on utilisera pour la voltige et le 3D en particulier.



### Profil "S", ou autostable :

Ce type de profil à double courbure présente la caractéristique d'avoir un centre de poussée qui recule quand l'incidence augmente, ce qui lui procure une extraordinaire stabilité. En avion ou planeur, il sert aux ailes volantes. Un rotor équipé d'un autostable offre une remarquable stabilité en stationnaire.



### Profil creux :

Très peu courant, on le trouve pourtant sur les pales bois de l'Eco 8, même si le creux est à peine visible et localisé dans la partie arrière du profil. Il présente avant tout une portance vraiment très élevée et est donc bien adapté pour des rotors tournant à des régimes un peu faibles, ce qui est le cas souvent avec des motorisations ferrite économiques.



## Le poids des pales

Le poids des pales influe directement sur les effets gyroscopiques. Plus les pales sont lourdes, plus l'hélicoptère est mou, "camion" comme on l'entend souvent. Des pales lourdes sont agréables pour du vol maquette, mais aussi pour les débutants, car l'hélico est



**Extrémité d'une pale en mousse Kyosho. Un ponçage du bord d'attaque est souvent nécessaire, terminé par la pose d'un adhésif fin sur tout le bord d'attaque.**

plus stable, moins vif aux commandes, donc laisse plus le temps de réfléchir. Des pales légères offrent de la vivacité, et sont utilisées pour la voltige et le 3D en particulier.

## Les matériaux

On trouve 5 types de pales :

### Pales bois :

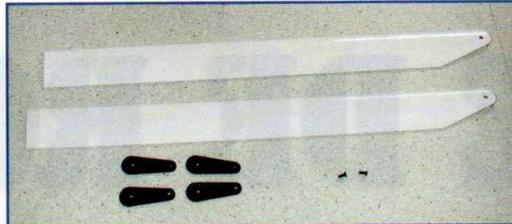
Ce sont les plus anciennes. Elles sont en général constituées de deux essences de bois différentes : la partie avant, sur la moitié avant, qui supportera l'axe d'articulation, est réalisée dans un bois dur, dense et robuste. La partie arrière est réalisée en balsa, léger mais peu résistant. Ceci permet d'une part d'avoir la résistance nécessaire au pied de pale, mais aussi d'avoir un centre de gravité de la pale proche du centre de poussée (comme on centre un avion). Le centre de gravité est en gros vers le tiers avant du profil. Les pales doivent être entoillées, ce qui peut être fait à l'aide de film thermo-rétractable (Solar, Oracover...), ou de gaine thermo-rétractable. De plus en plus souvent, les pales bois sont livrées entoillées par une gaine. Les pales bois sont les moins chères, mais ont un respect du profil assez relatif.

### Pales fibre de verre :

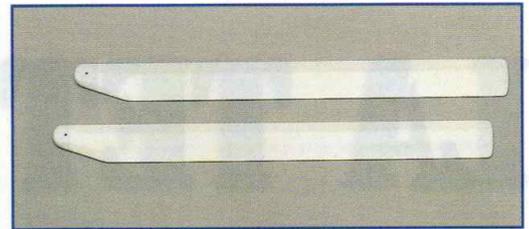
Elles sont fabriquées dans des moules et sont généralement livrées appariées, pré-équilibrées. Le profil est bien respecté et l'état de surface remarquable. Ces pales permettent d'améliorer les performances des modèles et sur les électriques, d'augmenter l'autonomie, du fait de leur meilleur rendement aérodynamique. Elles sont par contre assez lourdes et donc plus adaptées à des modèles calmes ou des maquettes.

### Pales fibre de carbone :

Pratiquement identiques aux précédentes à un détail près : elles sont net-



**Les pales bois sont fréquemment livrées terminées et entoillées comme ici ces pales Ikarus d'Eco 8**



**Les pales fibre (Ici, des pales Robbe Schlüter) sont plus performantes, et livrées pré-équilibrées.**

tement plus légères et donc mieux adaptées pour les modèles vifs, les 3D en particulier.

### Pales métalliques :

Peu répandues, et pour cause, leur usage est rigoureusement interdit en compétition pour des raisons de sécurité, elles sont en alu extrudé avec un respect parfait du profil, une rigidité remarquable, le tout offrant des performances exceptionnelles... Le gain en autonomie peut atteindre 10 % ! Mais nous n'irons pas plus loin, ce sont de véritables cutters volants en cas de rupture de l'axe de pale... Hélas donc à oublier.

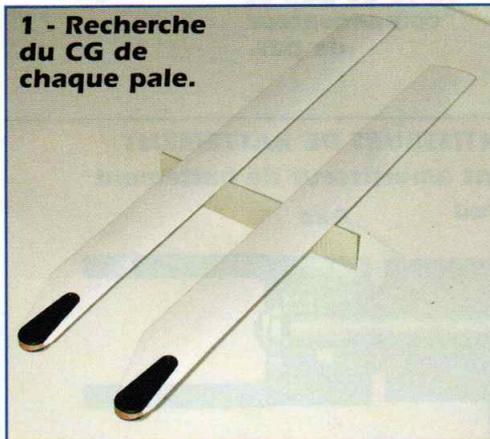
### Pales en polystyrène :

On ne les rencontre que sur l'EP Concept de Kyosho. En fait, elles sont réalisées en moule, avec une mousse dense à l'intérieur, une peau dure à l'extérieur. Des renforts sont noyés dans les pieds de pales, et des masselottes sont également intégrées lors du moulage pour augmenter leur inertie et leur donner un centrage correct.

## Equilibrage des pales

Le rotor est une pièce en rotation et le moindre balourd se traduit par des vibrations intenses et destructrices. Afin de limiter au maximum les vibrations, il est indispensable d'équilibrer les pales d'un hélicoptère. Rien de difficile, mais un peu de soin est nécessaire ! Voyons comment réaliser cet équilibrage. Nous allons d'abord leur donner un centre de gravité (dans le sens de l'envergure) commun. Pour cela, nous posons nos pales côte à côte sur une lame de contre-plaqué fin ou d'époxy. Coulissons les jusqu'à ce qu'elles soient en équilibre (1).

### 1 - Recherche du CG de chaque pale.



Nous trouvons ainsi le centre de gravité de chaque pale et nous le marquons sur les pales à l'aide d'un feutre (2). Si l'écart de position du CG entre les pales est inférieur à 5 mm, on peut se contenter de la méthode précédente.

### 2 - Tracé du CG des pales

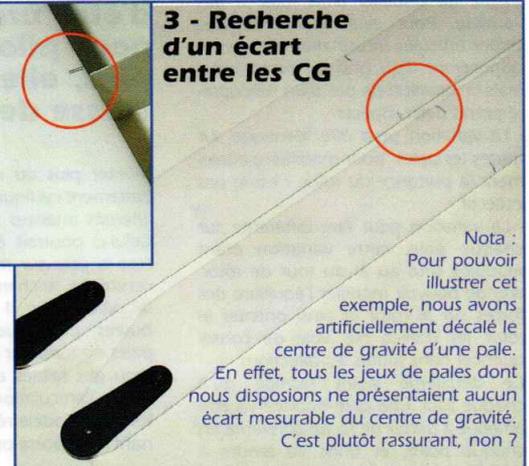


Sinon, nous allons commencer par repérer celle dont le centre de gravité est le plus loin du moyeu et relever la cote exacte du CG. Tracez une marque à ce niveau sur chacune des pales (3).

L'autre pale, celle qui dont le CG est le plus proche du moyeu, nous la posons sur la lame et nous allons placer un ruban adhésif à l'extrémité, en le recoupant jusqu'à ce que le CG se trouve exactement sur le tracé (4). Nos pales ont maintenant un CG commun.

Il reste à leur donner un poids commun. Pour cela, nous utilisons un équilibreur d'hélice qui n'est jamais qu'une balance. Si vous n'en avez pas,

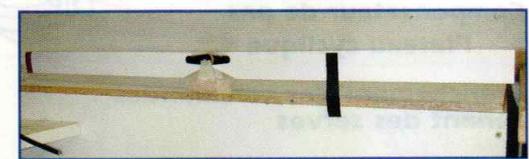
### 3 - Recherche d'un écart entre les CG



Nota : Pour pouvoir illustrer cet exemple, nous avons artificiellement décalé le centre de gravité d'une pale.

En effet, tous les jeux de pales dont nous disposons ne présentent aucun écart mesurable du centre de gravité. C'est plutôt rassurant, non ?

### 4 - rectification du CG, puis la longueur d'adhésif est repliée autour de la pale.



il est possible d'en bricoler un très simplement. La pale la plus légère est chargée en son centre de gravité à l'aide d'un ruban adhésif recoupé jusqu'à équilibrer parfaitement, puis enroulé. son centre de gravité. C'est terminé !

## Conseils

- Une paire de pales équilibrée doit rester intègre. Si vous devez remplacer une seule pale, tout l'équilibrage est à refaire. Si vous disposez de plusieurs jeux de pales, repérez-les par un marquage approprié pour

ne pas mélanger les pales entre les jeux !

- Si par exemple vous avez un adhésif rouge à l'extrémité d'une pale, réalisez une marque rouge sur le porte-pale correspondant du moyeu. Ainsi, si vous démontez vos pales, vous replacerez toujours la même pale sur le même porte-pale, et vos réglages seront conservés (tracking en particulier).

- Enfin, il me semble indispensable de conclure ce sujet par un avertissement : si lors d'un crash, une pale est endommagée, même légèrement, c'est le remplacement qui s'impose. **On ne recolle jamais une pale !** A la vitesse ou elle tourne, le danger est immense. **C'est d'ailleurs une règle générale en hélico : toute pièce douteuse est remplacée sans hésitation.**

# LA TÊTE DE ROTOR

## Ses fonctions

Tout d'abord, la tête de rotor va permettre de disposer d'un rotor à pas variable. Pour cela, les porte-pales seront articulés (articulation de pas) et disposeront d'un gras de commande. Mais la variation de pas d'un hélicoptère prend deux aspects :

- La variation peut être identique sur toutes les pales, pour modifier globalement la portance du rotor, c'est le pas collectif.

- La variation peut être différente sur chaque pale, cette variation étant modulée tout au fil du tour de rotor, afin de pouvoir modifier l'équilibre des forces sur le rotor et ainsi orienter le rotor (et l'hélico par voie de conséquence) dans toutes les directions.

Ce deuxième point signifie qu'à chaque tour, une pale donnée va être amenée à porter de façon différente en chaque point, et donc va tendre à

**La tête de rotor est un des éléments les plus complexes, mais aussi les plus essentiels d'un hélicoptère. Elle ne se contente pas d'être un moyeu retenant les pales, c'est grâce à elle que l'on peut piloter notre hélico sur 5 de ses 6 degrés de liberté. De plus, elle est soumise à des efforts monumentaux, du fait de la masse des éléments en rotation.**

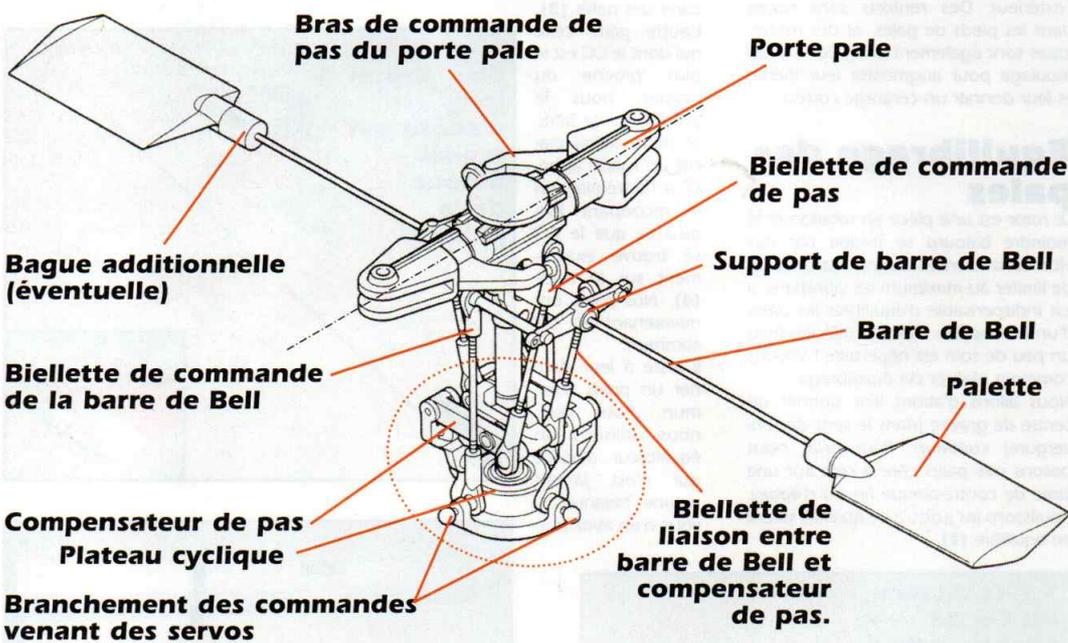
monter plus ou moins. Ceci crée un battement cyclique, qui crée des efforts alternés intenses sur le pied de pale. Celui-ci pourrait être articulé, comme l'est la pale sur le porte-pale, la force centrifuge se chargeant de positionner la pale. Mais il faudrait alors des butées, pour que rotor à l'arrêt, les pales ne tombent pas au sol... Compte tenu des faibles amplitudes du battement, l'articulation est remplacée sur les têtes modèle réduit par un axe retenant les porte-pales montés sur le

moyeu via un élément souple amortisseur, en général de simples joints toriques, dont la dureté du caoutchouc est choisie pour procurer le bon amortissement. Les meilleurs spécialistes n'hésitent d'ailleurs pas à modifier la dureté de ces joints pour modifier la réactivité de la tête.

Le pilotage du pas, et le mélange entre pas collectif et pas cyclique n'est pas directement réalisé sur la tête, mais au niveau d'un élément qui transmet les actions des commandes venant du

pilote (en grandeur) ou des servos (en radio-commande) et faisant partie des éléments non tournants de la machine, à la tête de rotor qui est une partie tournante. Cet élément est appelé plateau cyclique et est traité dans le chapitre suivant. Venant du plateau cyclique, un ensemble de biellettes va permettre l'orientation adéquate, variable en permanence, de chaque pale du rotor.

Nous avons vu dans le chapitre sur les pales que celles-ci sont montées sur un



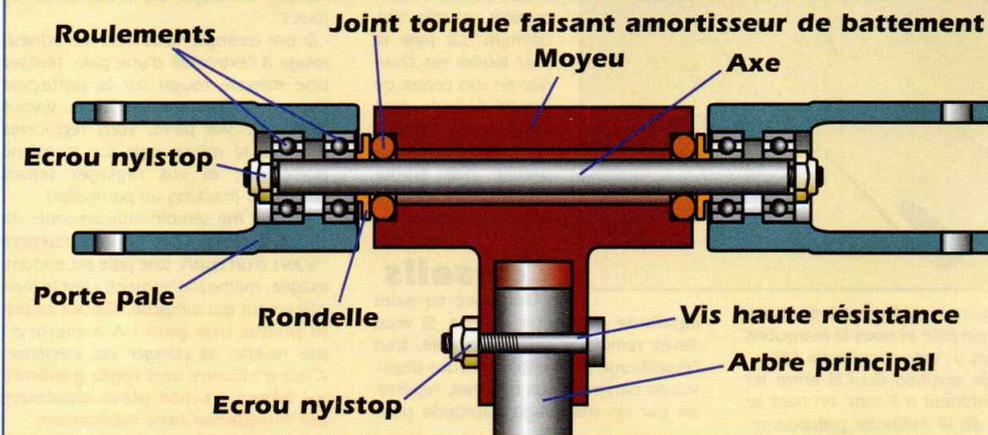
**A gauche, une tête de rotor biplae type. Dans cet exemple, il s'agit d'une tête seesaw utilisée sur un EP Concept SR de Kyosho.**

axe, c'est l'articulation de trainée. En modèle réduit, on ne monte pas de butée de trainée (en grandeur, le débattement de la pale est limité mécaniquement). Ce qui veut dire qu'il ne faut pas d'à coup brutal au démarrage ou à l'arrêt, sous peine de voir la pale aller brutalement se replier sur le porte-pale. D'où la nécessité d'un embrayage progressif pour les moteurs thermiques, ou d'un variateur permettant un démarrage en douceur en électrique, et d'une roue libre (électrique) pour qu'à l'arrêt du moteur, le rotor s'arrête tranquillement sur son inertie.

## Nombre de pales

Le rotor peut comporter un nombre variable de pales, et en grandeur, on rencontre des hélicos à 2, 3, 4, voire 5 pales ! Pourquoi augmenter le nombre de pales ? Plus un hélico doit porter une lourde charge, plus on demande de la portance (et de la puissance). Mais comme nous sommes limités par une incidence limite (décrochage), une pale d'une longueur donnée, quelle que soit la puissance que l'on installe, ne pourra pas dépasser une portance maxi. Une solution est de monter un rotor plus grand, mais on arriverait vite à un gigantisme irréaliste. L'autre solution est de répartir la charge sur d'avantage de surface portante, donc de multiplier les pales. Autre intérêt, entre deux hélicoptères de taille et masse équivalente, dont l'un serait bipale et l'autre quadripale par exemple, chaque pale ayant moins à supporter, on peut les faire travailler avec moins de pas, et on améliore les

## LE MONTAGE DES PORTE-PALES sur AMORTISSEURS DE BATTEMENT





**Les têtes tri ou quadri pales se rencontre exclusivement sur les maquettes. Vario est spécialiste de ce type de machines et propose un large éventail de solutions pour obtenir un réalisme exemplaire.**

qualités de vol en volant à pas faible, plutôt qu'avec en permanence un pas laissant peu de marge avec le pas limite de décrochage. Les pas élevés sont de plus gourmands en énergie, car la traînée est nettement plus importante. En modèle réduit, on ne rencontre des rotors à plus de 2 pales que sur les maquettes reproduisant des hélicos grandeurs possédant eux aussi plus de deux pales. L'hélico purement modèle réduit possède un rotor bipale, et pour cette initiation, nous nous contenterons de traiter ce type.

### Barre de Bell

Le rotor bipale est séduisant pour une apparente simplicité, mais il s'avère que son équilibre n'est pas naturel. En gros, c'est comme pour tout ce qui doit rester stable en ce bas monde : il faut au moins 3 points d'appui pour qu'un corps soit en équilibre et puisse y rester. Le rotor bipale "s'appuie" sur chacune de ses pales, ce qui ne fait que deux points... C'est Bell (le célèbre fabricant d'hélicoptères américain) qui a trouvé une technique remarquable, utilisée sur absolument tous les hélicos modèles réduits bipales après avoir connu le succès sur une multitude d'appareils grandeurs, comme les célèbres Bell 47 ou Jet Ranger pour ne citer qu'eux. Ce système, c'est la "Barre de Bell", une barre transversale lestée à ses extrémités et qui agit un peu comme le balancier d'un funambule. Elle stabilise latéralement le rotor. Mais elle peut faire plus et aider au pilotage : elle est articulée et commandée, comme le pas des pales, par le plateau cyclique. On les a doté de petites pales à ses extrémités (qui en fait formeront le lest). Le plateau cyclique agit en faisant pivoter la barre sur elle-même, et donc, cela permet d'augmenter l'incidence d'une palette en diminuant d'autant celle de la palette opposée. Ces palettes sont calées quand les commandes sont au neutre à 0°. Elle ne sont pas là pour apporter un surcroît de portance. Par contre, elles participent

très activement au pilotage. Les actions sur le pas collectif sont sans effet sur la barre de Bell, toutes les actions sur le pas cyclique sont reportées sur la barre de Bell, en plus de l'action sur les pales du rotor principal. Comme pour les pales, la masse des palettes influe sur la stabilité de l'hélico. Des palettes légères donnent un comportement vif, des palettes lourdes assagissent le modèle. Si on ne peut pas changer les palettes, mais que l'on veut "calmer" une machine, on peut monter des bagues (arrêts de roues par exemple) sur la barre, en les éloignant plus ou moins, pour augmenter l'inertie de la barre et donc la stabilité du rotor. Les petits hélicos électriques sont très sensibles à ce type de réglage. La barre peut être dans le plan du rotor, au-dessous ou au-dessus, ça ne change rien au principe, les constructeurs ont leurs techniques, leurs modes aussi.

### A chacun sa tête

Les têtes de rotor sont des mécaniques très étudiées, et il en existe une multitude. Toutes assurent les mêmes fonctions, avec des solutions techniques variées. Nous n'allons pas les étudier une par une, le magazine n'y suffirait pas ! Pour débiter, il faut se contenter de respecter scrupuleusement les notices de montage, et surtout veiller à régler les biellettes au dixième de millimètre près aux cotes stipulées. Tout dissymétrie entre les biellettes de chaque côté est source d'imprécision de pilotage, de vibrations. L'achat d'un pied à coulisse est de rigueur !

### Tracking

Voilà un mot que vous avez entendu chaque fois qu'une discussion tourne autour de l'hélicoptère. Une petite différence de réglage des biellettes, ou une infime différence à la fabrication (tolérances d'usinage) entre les pièces de la tête de rotor peut faire que les pales ne passent pas dans le même

**Les pales passent à la même hauteur, les couleurs des marques se confondent, le tracking est bon.**

**Dans cet exemple, la pale "rouge" porte plus que la pale "blanche". Il faut diminuer le pas de la pale rouge.**

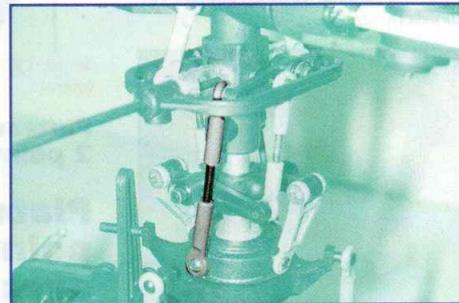
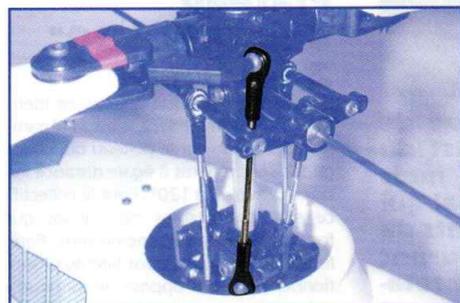
**Une solution toute simple pour brider l'hélico au sol pendant que l'on vérifie le tracking.**

plan de rotation. Une pale "est plus haute" que l'autre. C'est ce que l'on appelle le "Tracking". Ceci est une source de vibrations importantes et de perte de rendement du rotor. Heureusement, il est prévu de pouvoir régler ce tracking, et cela se fait au niveau de la biellette de commande de pas du porte-pale. Ce réglage sera effectué juste avant de commencer les premiers vols, et sera à reprendre chaque fois qu'un changement de pales est nécessaire, ou qu'une intervention a été faite sur la tête, pouvant l'avoir dérégulée. Le réglage de la valeur de pas mini, stationnaire et maxi aura été faite au préalable (ceci est traité plus loin dans ce numéro, car nous avons besoin d'avoir abordé les éléments de radio-commande pour les expliquer).

Comment procéder ? Tout d'abord, les pales doivent avoir été soigneusement équilibrées (voir chapitre précédent) et équipées d'adhésifs de couleurs différentes aux extrémités des pales. Si vous avez rectifié le centre de gravité d'une pale, un adhésif est déjà en place, l'autre pale est certainement blanche, ça suffit à faire une différence de couleur. L'hélico va être posé au sol et bridé pour qu'il ne puisse pas décoller. Une solution simple consiste à passer un ou deux tasseaux dans le train d'atterrissage (quand on débute, c'est encore plus

facile avec l'immense train d'entraînement), et à les lester par des poids.

On va mettre le moteur en marche et monter la puissance et le pas pour se situer aux valeurs correspondant au stationnaire. Placez vous à 4 ou 5 mètres pour votre sécurité (au fait, ceci se fait impérativement en extérieur, jamais dans l'atelier !) et placez votre regard dans le plan du rotor. Vous pouvez alors voir si les pales tournent dans le même plan ou pas. Si une pale est plus haute que l'autre, vous repérez laquelle grâce à la différence de couleur. Repérez bien la couleur la plus haute, puis arrêtez le moteur. Corrigez l'incidence de la pale la plus "haute" en diminuant son incidence au niveau de la biellette de commande de pas. Procédez d'abord par 1 tour ce chape à la fois. Refaites le même essai jusqu'à ce que les deux pales tournent parfaitement dans le même plan (On peut se fixer une tolérance équivalente à l'épaisseur d'une pale). Pour ne pas vous tromper, réglez toujours la même biellette correspondant à la même pale ! Quand c'est possible (car toutes les chapes à boules ne permettent pas un montage dans les deux sens), terminez le réglage au demi-tour de chape près. Comme déjà dit au chapitre sur les pales, repérez par une touche de couleur le porte pale pour toujours remonter la même pale dui même côté si les pales doivent être déposées.



**Il faut bien identifier quelle est la biellette qui permet de régler la tracking. Pour vous aider, voici cette biellette mise en évidence sur de gauche à droite : Tête Seesaw d'EP Concept SR, tête d'Eco 8 et tête de Voyager E.**

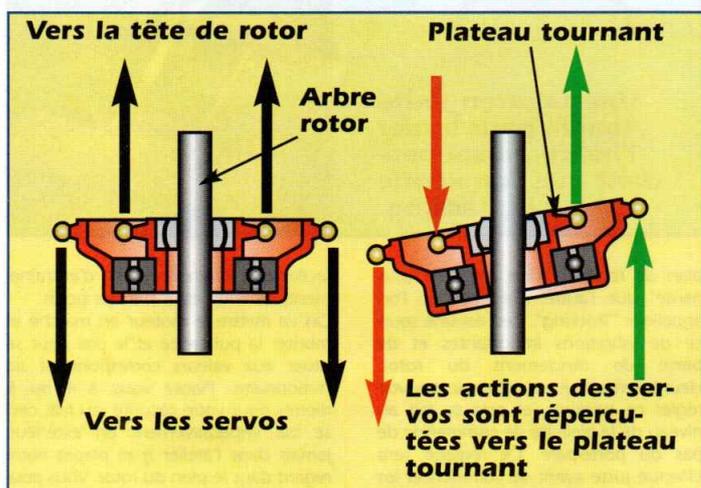
# PLATEAU CYCLIQUE

## Le principe

Avant tout, le plateau cyclique, c'est une rotule et un roulement à billes : la rotule permet au plateau de s'incliner dans tous les sens, le roulement assure la transmission des mouvements de sa partie externe, pilotée par les servos, et sa partie interne qui va retransmettre les ordres vers la tête.

**Un élément crucial dans la chaîne des composants permettant de piloter un hélicoptère est le plateau cyclique. Il est l'intermédiaire entre les parties non tournantes des commandes et l'ensemble de la tête de rotor, tournant bien évidemment. Mais il existe plusieurs façons de piloter ce plateau cyclique.**

## Coupe d'un plateau cyclique



Si la partie interne est à peu près toujours semblable, avec 4 points d'accrochage des commandes de la tête, le plateau extérieur peut lui être commandé de différentes façons :

Tout d'abord, le plateau peut gérer uniquement le pas cyclique, ou combiner les fonctions de pas cyclique et de pas collectif. Dans le premier cas, la rotule restera toujours à la même hauteur sur le mât rotor. Dans le second cas, la rotule coulisse sur le mât rotor pour pentecôte au plateau cyclique de monter ou descendre, et ainsi faire varier le pas général.

Le plateau collectif est surmonté du compensateur de pas (Washout pour les anglophiles), lequel est directement connecté au plateau par deux courtes biellettes. Le compensateur de pas pilote ensuite la variation de pas des pales du rotor. Quand aux deux autres points de la bague intérieure du plateau, ils sont reliés directement à la barre stabilisatrice, appelée barre de Bell du nom de son inventeur, et ils en pilotent l'inclinaison.

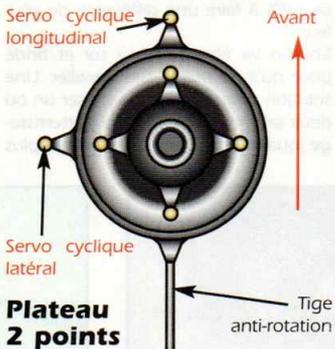


**Un plateau cyclique surmonté du compensateur de pas.**

Vous noterez que le plateau cyclique est pourvu d'une longue tige, destinée à coulisser librement dans un guide, et dont la fonction est d'empêcher la bague extérieure de tourner.

## Plateau 2 points

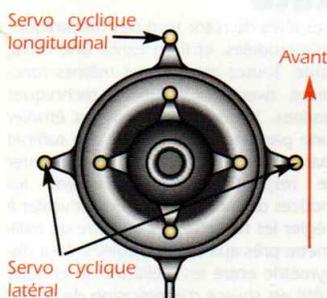
Le plateau cyclique peut être commandé en seulement deux points, s'il n'assure pas la fonction "pas collectif". Cette solution est de moins en moins utilisée, on la trouve sur des hélicos à pas fixe. Un servo va commander l'inclinaison (cyclique latéral), un autre le tangage (cyclique longitudinal).



## Plateau 3 points à 90°, avec servos indépendants

Ce montage peut être utilisé même si le plateau n'assure pas le collectif. Un servo va gérer un des axes en se pre-

nant sur un point unique, mais l'autre servo sera relié simultanément aux deux points diamétralement opposés, ce qui donne plus de stabilité à l'ensemble du plateau. Avec un mixage mécanique, on peut gérer le pas collectif à l'aide d'un troisième servo qui décale simultanément les trois points. C'est typiquement le montage de l'Eco 8 Ikarus en version "radio sans mixages". Chaque servo assure une fonction précise et unique. Avantage : on n'a pas besoin de mixages spécifiques hélico pour ce type de montage. On peut avoir 2 points sur le latéral et un point sur le longitudinal (Eco 8), ou deux points sur le longitudinal et un point pour le latéral (EP Concept SR). Si le collectif n'est pas assuré par le plateau cyclique, il faudra une commande intégrée au mât pour obtenir cette commande au niveau du compensateur de pas.



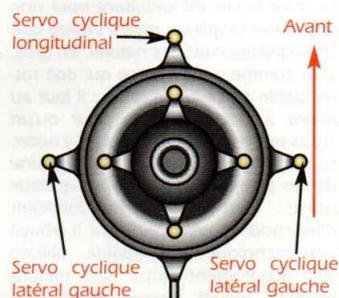
## Plateau 3 points, pas collectif par mixage mécanique



**Le plateau cyclique de l'EP Concept SR est du type 3 points, mais c'est le longitudinal qui possède deux points de commande, assurant par la même l'anti rotation. Le collectif est commandé directement sur le compensateur de pas.**

## Plateau 3 points à 90°, servos mixés

Cette fois, nous avons à coup sûr une radio type "hélico", capable de gérer une tête 3 points. Ici, un servo pilote en direct, via une courte biellette, un point du plateau cyclique. C'est le programme qui assure des mouvements cohérents des trois servos pour obtenir la réponse désirée.



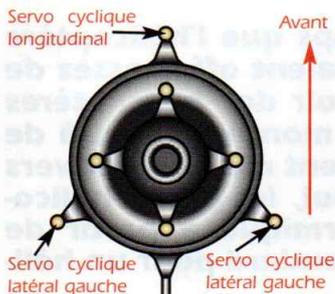
## Plateau 3 points, pas collectif par mixage sur l'émetteur.

Pour augmenter le pas collectif, les trois servos agissent dans le même sens et poussent le plateau vers le haut. Pour donner du latéral, les deux servos latéraux agissent chacun dans un sens, l'un poussant vers le haut, l'autre tirant vers le bas, tandis que le servo de longitudinal reste immobile. Pour donner du longitudinal, les servos latéraux ne bougent pas, et le servo de longitudinal est seul à agir. Avantage de ce type de montage, on supprime les mixages mécaniques, donc le nombre d'articulations, et par conséquent les jeux. Ce système est plus précis et donne une réponse plus rapide que le montage précédent.

## Plateau 3 points 120° 2 latéraux

Le principe d'attaque directe est identique au cas précédent, c'est la répartition des points sur le plateau qui change : Ils sont répartis à égale distance les uns des autres, à 120°. Pour le collectif, ce sont toujours les trois servos qui fonctionnent dans le même sens. Pour le latéral, les deux servos latéraux fonctionnent en sens opposé, le longitudinal ne bouge pas. Pour donner du cyclique longitudinal, le servo de longi bouge dans un sens, tandis que les deux servos latéraux bougent en sens opposé, de la moitié de la valeur du

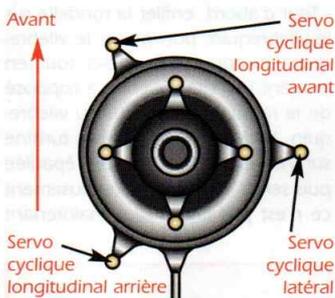
longi.  
Ce type de tête est de plus en plus utilisé, car il répartit les efforts sur les trois servos de manière très équilibrée. Le pilotage est ultra précis. C'est le montage que l'on rencontre sur le Logo 10, le Voyager E et sur l'Heaven Up.



**Plateau 3 points à 120°, avec deux servo de latéral.**

### Plateau 3 points 120° avec 2 points longitudinaux

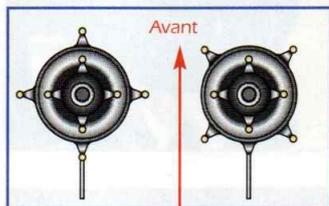
C'est le même que le précédent, mais pivoté de 90°. Cette fois, deux servos sont actionnés pour le contrôle longitudinal, les trois pour le contrôle latéral.



**Plateau 3 points à 120°, avec deux servo de longitudinal.**

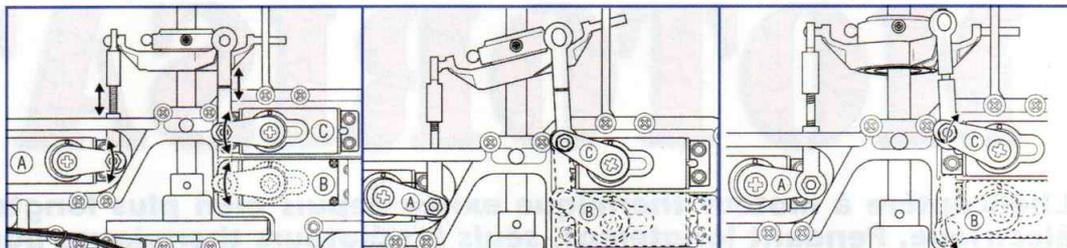
### 4 points

Cette fois, on trouve non plus 3 servos, mais 4 pour piloter la tête, toujours en attaque directe. Le but est de diviser les efforts et de gagner en puissance de commandes. L'inconvénient, c'est que le système demande des réglages d'une extrême précision pour qu'un servo ne force pas sur son vis à vis, le



**Deux types de plateaux 4 points, une solution qui ne se trouve que sur des hélicos haut de gamme.**

système étant hyperstatique. On peut le rencontrer avec les points de commande devant, derrière et de chaque côté, ou pivoté de 45°. Ce système peut se rencontrer sur des hélicos thermiques.



Extraits de la notice du Voyager E de JR, ces illustrations montrent à la perfection le fonctionnement d'une tête 3 points à 120°. A gauche, les trois servos agissant dans le même sens assurent le pas collectif. Au centre, le fonctionnement en cyclique longitudinal, le servo A débat deux fois moins que les deux latéraux. A droite, fonctionnement en cyclique latéral, le servo A ne bouge pas, les deux autres fonctionnent en sens inverse.



**Un bel exemples de plateau 3 points à 120°. La réalisation est robuste, et ne craint pas les déformations.**

### Plateaux multi possibilités

On trouve des plateaux possédant les points d'ancrage permettant de les utiliser soit en 3 points 90°, soit en 3 points 120°, voire même en 4 points, au choix. Il s'agit souvent de pièces "tuning", pour ceux qui veulent personnaliser l'installation de leur modèle. Exemple, ce plateau alu pour Eco 8.



**A droite, la commande du pas collectif sur EP Concept SR : une bague au pied du mât rotor est solidaire d'une tige courant dans une rainure, et cette tige agit directement sur le compensateur da pas.**

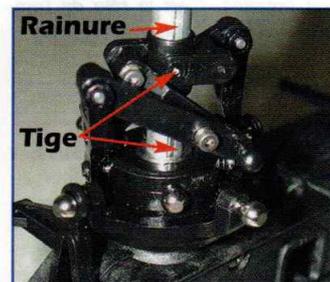
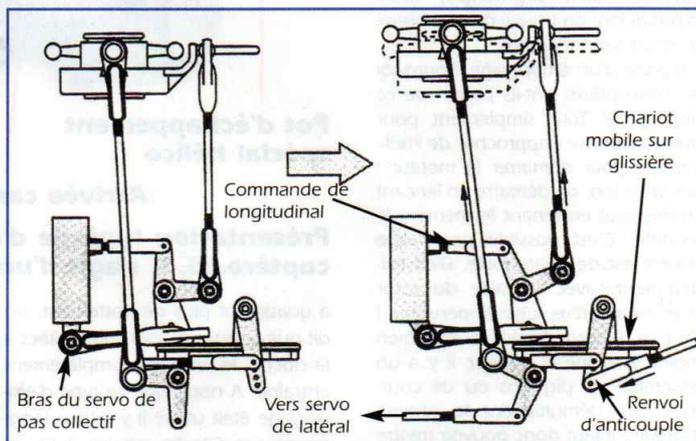


**Sur ce plateau à trois points, la bague intérieure possède deux jeux de points d'ancrage, pour disposer de 2 sensibilités.**

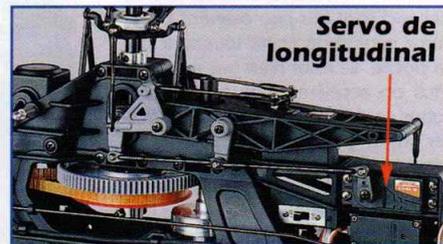
### Retour sur les mixages mécanique

Après ce tour d'horizon des types de plateaux cycliques, il est utile de revenir aux plateaux 3 points à 90° pilotés par des servos n'assurant chacun qu'une unique fonction. Un servo est dédié au pas collectif, un autre assure le cyclique longitudinal, un troisième le cyclique latéral. Le mélange des fonctions doit être assuré par un mixage mécanique situé entre les servos et le plateau. Il existe un grand nombre de possibilités pour assurer ce mélange de fonctions. Quelques exemples montreront la diversité des solutions possibles.

**Le mixeur Ikarus du premier Eco 8 utilise un chariot à glissière.**



Sur le Raptor Thunder Tiger, un plateau oscillant porte le servo de latéral et est actionné par le servo de collectif. Un parallélogramme transmet les ordres du servo de cyclique longitudinal.



# 'TRANSMISSION ET' REDUCTION

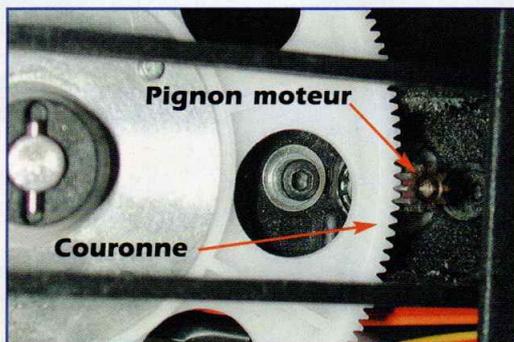
**Entre le moteur, le rotor et l'anticouple, un élément important vient abaisser le régime de rotation, c'est la transmission. Plusieurs technologies peuvent être employées pour parvenir à ce résultat, avec des résultats différents.**

## Pignons

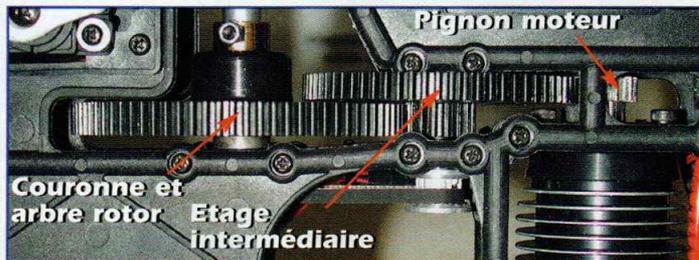
Une démultiplication par engrenages est assez simple à réaliser. Elle présente le gros avantage de posséder un excellent rendement, c'est à dire que l'on perd très peu de puissance avec ce système. L'inconvénient est que les réductions à engrenages sont souvent bruyantes.

On peut disposer d'un étage de réduction unique, mais dans ce cas, le pignon moteur est très petit, et la couronne qui sera solidaire du mât sera de très grand diamètre. Comme la place n'est pas illimitée, cela impose aussi une denture plutôt fine, ce que l'on appelle le "module" d'un engrenage, avec pour conséquence une certaine fragilité, une usure rapide si la couronne est en plastique.

Pour rendre la pignonerie plus robuste, il faut augmenter le "module" de la denture, mais alors, le diamètre de la couronne devient impossible à loger dans des dimensions acceptables. On passe alors à une réduction à deux étages. La perte de rendement due au second étage sera due avant tout aux frottements de l'axe des pignons intermédiaires, mais avec un montage sur roulements, cela reste très acceptable ! Un conseil avec les pignonerie plastiques : utilisez une graisse au téflon pour diminuer les frottements. Le gain est sensible sur le rendement, mais on diminue également le bruit de la pignonerie.



**Une réduction à pignons mono-étage oblige à utiliser une denture fine, plus fragile. Notez la taille minuscule du pignon et le gigantisme de la couronne.**



**Un exemple de réduction à deux étages, solution moins utile depuis les brushless.**

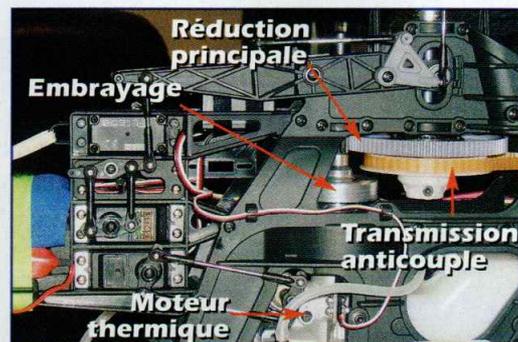
Quand on doit régler l'écartement de pignons, une technique simple est à connaître : on place une bandelette de papier entre les deux pignons, et on les rapproche en serrant légèrement le papier. On bloque les vis des éléments attachés à ces pignons. En faisant tourner les pignons, on doit pouvoir ressortir la bandelette, et celle-ci doit être nettement pliée en accordéon (ci-contre).



## Courroie

Il existe plusieurs types de courroies : les courroies lisses sont à proscrire totalement, car elles nécessitent une très forte tension pour ne pas glisser et cela consomme beaucoup trop de puissance. Les courroies crantées sont bien plus efficaces et ce sont elles que l'on

pour entraîner les rotors anti-couples, une courroie longue et fine courbe dans le tube de queue. C'est un système particulièrement fiable qui demande simplement un contrôle périodique de la tension. Il faut se référer à la notice de chaque hélicoptère qui précise à quel endroit on doit "tester" la tension en appuyant avec le doigt.



**Ici, on voit la réduction sur un hélicoptère thermique (un Raptor 50 Titanium) et la courroie de transmission de l'anticouple.**

trouve sur hélicoptères modèles réduits. Une tension modérée suffit et on ne risque pas de glissement. Le rendement est toutefois inférieur à celui des pignons. Par contre, c'est un dispositif nettement moins bruyant ! Les courroies doivent de plus être "armées", c'est à dire que des fibres de verre ou de kevlar sont incluses dans la courroie, pour limiter son élasticité et la rendre résistante dans la durée.

On peut utiliser des courroies pour la réduction entre le moteur et l'arbre rotor, mais plus encore que pour les pignons, on ne peut avoir une trop grande différence de diamètre entre la poulie émettrice et la réceptrice. C'est pourquoi il faut en général deux étages de réduction pour arriver au bon résultat.

Les courroies sont également utilisées

## Barre de torsion

Uniquement employée pour entraîner les rotors anticouple, la technique de la barre de torsion utilise une corde à piano (ou une tige carbone pour les indoors) qui est entraînée en rotation par la boîte de réduction, et qui grâce à des pignons coniques, entraîne à son tour le rotor arrière. Elle suppose un guidage de cette tige en de nombreux points pour éviter le flambage et les vibrations. Elle présente l'avantage de permettre un réglage facile de la longueur de la poutre arrière, et de ne pas demander de réglage de tension. C'est un atout pour les maquettes où l'on est tributaire d'un fuselage à longueur fixée !

## Réductions combinées

On rencontre souvent des réductions faisant appel à un double étage, l'un étant à pignons, l'autre à courroie. Cette solution mixte limite le bruit, et le rendement est intermédiaire entre les deux solutions.

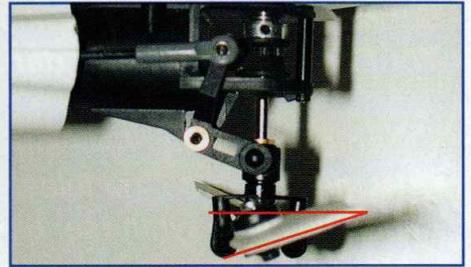
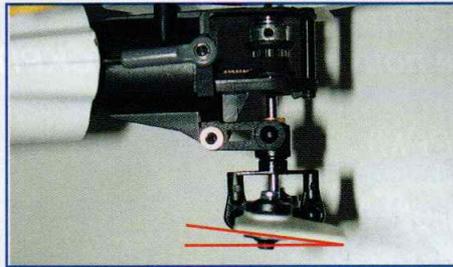
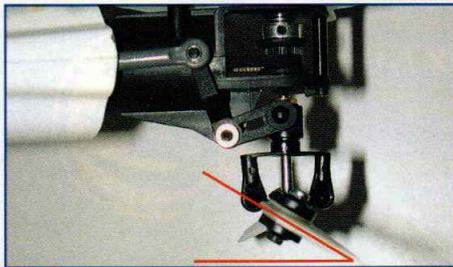
**Une transmission anticouple par barre de torsion. A gauche, réglage d'écartement de pignon typique.**



# LE ROTOR ANTICOUPLÉ

**Nous l'avons vu au début de ce numéro, le rotor anticouple est l'élément qui permet d'une part d'empêcher l'hélico de tourner sur lui-même sous l'effet du couple de renversement du rotor, et il permet également, en modulant sa poussée, d'orienter à loisir le modèle. Voyons ça plus en détail !**

mal à réagir aussi rapidement et avec précision. C'est pourquoi depuis longtemps, on utilise un gyroscope pour assister le pilote dans le contrôle de l'anticouple. Le gyroscope détecte très rapidement les débuts de rotation et agit sur le servo d'anti-couple pour



**Sur ces trois clichés, on voit le fonctionnement du pas variable de l'anticouple. La commande qui arrive du servo actionne un palonnier, lequel entraîne une bague solidaire d'une fourchette de commande qui à son tour modifie le calage des porte-pales. A gauche, on est au pas maxi, au centre, au pas correspondant au stationnaire, et à droite, au pas mini qui est un pas inversé (la reverse sur un avion).**

## Une hélice à pas variable

La grande majorité des anti-couples sont basés sur le principe d'une hélice à pas variable. Seuls quelques indooors (Pixel, Piccolo) utilisent un rotor à pas fixe, entraîné par un moteur indépendant dont on fait varier la vitesse de rotation. Pour les autres, c'est le moteur de l'hélico qui, par une transmission adaptée, transmet le mouvement de rotation au rotor arrière. L'hélice est en plus simple réalisée comme le rotor principal. Mais ici, pas de pas cyclique, juste un pas collectif. Les pales sont montées articulées sur des portes-pales, comme le rotor principal et s'alignent automatiquement grâce à la force centrifuge. Les deux porte-pales comprennent chacun un bras de commande, et ceux-ci sont actionnés simul-

tanément par une fourchette entraînée par un palonnier commandé par le servo d'anticouple.

Lors des réglages initiaux, avant le premier vol, on place le manche de gaz/pas au milieu, ce qui correspond en principe au pas de stationnaire. On règle le alors palonnier parfaitement perpendiculaire à l'axe du tube de queue, ce qui donne une valeur de pas non nulle, et très proche de la valeur nécessaire à contre le couple en stationnaire justement. C'est lors des premiers sauts de puce que l'on affinera ce réglage du neutre, au trim ou à la chape. On peut voir sur les photos les positions typiques de l'anticouple : maxi d'un côté, neutre et maxi de l'autre. On note que le pas peut s'inverser, ce qui permet des rotations rapides dans le sens où le couple entraîne déjà naturellement l'hélico !

## Multitude d'ordres !

Le rotor anticouple est initialement piloté "à la main" par le pilote. En grandeur, il faut même dire "au pied", puisque ce sont les palonniers qui commandent l'anticouple. Sur nos radio, c'est un des manches en latéral qui actionne cette commande. Mais un hélicoptère est une bête pleine d'effets indésirables et si, en grandeur, le pilote doit tout corriger lui-même, nous disposons en modèle réduit de quelques aides précieuses.

Chaque fois que l'on modifie le pas collectif du rotor principal, on modifie le couple à contre. Aussi un mixage est-il prévu sur nos modèles pour contre ces variations. Ce mixage peut être obtenu mécaniquement (Eco 8 en version radio 4 voies), ou électroniquement par une fonction de l'émetteur, solution la plus fréquente. Ainsi, quand on augmente le pas collectif au-dessus du pas de stationnaire, le couple augmente et il faut donc augmenter le pas de l'anticouple. A l'inverse, quand on abaisse le pas collectif sous le pas de stationnaire et jusqu'à un pas nul, le couple diminue et il faut donc diminuer le pas de l'anticouple qui va tendre vers 0°, mais le couple n'étant jamais nul, même à pas nul, il restera un soupçon de pas à l'anticouple. Notez que si l'on passe en pas collectif négatif important (en 3D par exemple), le couple réaugmente et il faudrait alors faire réaugmenter le pas de l'anti-couple. C'est dans ce genre de cas qu'une radio programmable évoluée commence à être agréable !

Les notices de montage donnent des valeurs approximatives du mixage Pas Collectif->Anticouple, qui servent de base aux réglages initiaux, mais on ne peut trouver un réglage vraiment correct que par des essais en vol.

De plus, les variations de couple sont très rapides et le pilote a beaucoup de

contrer ce début de rotation. Sur les derniers modèles dits à verrouillage de cap, le gyro peut même ramener avec précision l'hélico au cap qu'il avait avant le début de rotation (non demandée par le pilote).

Ainsi, l'anticouple est à la fois piloté par le gyro, par le mixage Pas->Anticouple et de façon transparente pour lui, par le pilote...

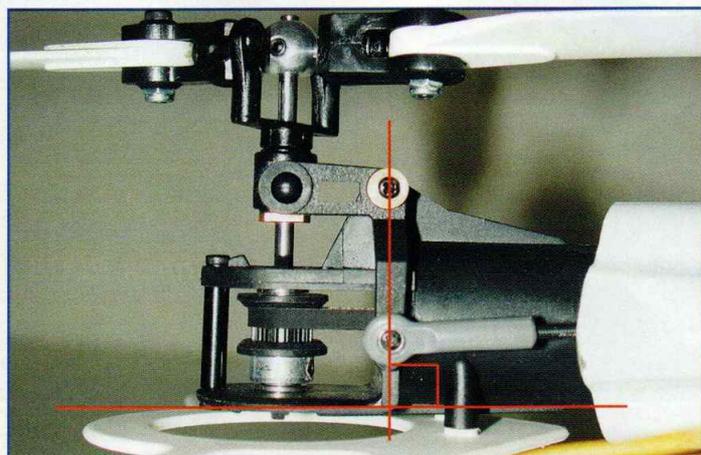
## Précision

La qualité de la tenue de cap d'un hélico est fonction de tous les éléments qui assurent la commande de l'anticouple. C'est sur cette fonction que le servo le plus rapide et le plus précis est nécessaire, et si vous devez mettre un peu plus d'argent dans un des servos, c'est à celui d'anticouple que vous l'affecterez.

## Variantes

La grande majorité des modèles réduits possèdent un anticouple bipale. Pour reproduire fidèlement des maquettes d'hélicos réels, on trouve cependant des anticouples tripales, et même des multipales type fenestron. Enfin, pour les amateurs d'originalité, il existe aussi le système NOTAR (NO-TAIL-Rotor), que Vario a réussi à adapter pour ses maquettes de Huguès. Ici, plus de rotor mais de l'air pulsé sous pression modulée...

## Rotor tripale sur un Tigre de Vario.



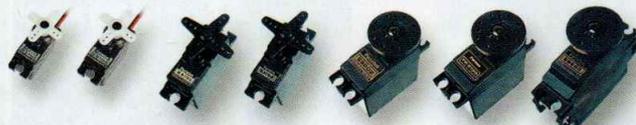
# LES SERVOS

**Le récepteur dont nous venons de parler reçoit les ordres venant de l'émetteur. Encore faut-il transformer ces ordres purement électriques en action mécaniques vers le plateau cyclique et l'anticouple. C'est le rôle des servocommandes, que l'on appelle simplement "servos". De leur rapidité et de leur précision, mais aussi de leur capacité à fournir des efforts parfois importants dépendra l'agrément de pilotage et aussi la fidélité des réactions à vos ordres.**

## De la qualité !

En avion, on peut aisément équiper un modèle dédié à l'apprentissage de servos économiques. Ce type d'avion est tolérant et supporte des gouvernes à trois millimètres près. Sur un hélico, la complexité de la tête, les bras de leviers minuscules pour piloter le pas de pales, que ce soit du rotor principal ou de l'anticouple, font que chaque dixième de jeu au départ du servo ne peut qu'aboutir à une imprécision de pilotage, voire à des vibrations importantes qui conduisent à une usure prématurée du matériel. C'est pourquoi il faut à mon sens absolument éviter sur hélicoptère de monter des servos trop bas de gamme, bourrés de jeu, au retour au neutre aléatoire, et dont il est impossible d'espérer trouver deux servos du même type ayant des débattements à la fois symétriques (par rapport au neutre) et identiques. J'ai eu l'occasion de constater qu'à modèle identique, on trouve sur un exemplaire 40° de course de part et d'autre du neutre, et sur son frère, 55 à 60° ! Impossible d'espérer piloter sainement un plateau cyclique dans ces conditions. Donc, pour choisir vos servos hélico, il va falloir commencer par éliminer les servos trop bas de gamme. De plus, un hélico est une machine à vibrer, qui va user bien plus les servos qu'un avion. C'est pourquoi il est préférable de rechercher des servos sur roulement (S) chaque fois que c'est possible. On les reconnaît souvent à un "BB" dans la désignation (pour Ball Bearing, roulement à bille...).

**Un servo format "mini" comme ce HS 225 MG est parfait sur les classe "1 mètre" à motorisation musclée.**



**Chaque marque de radios propose une gamme variée qui permet d'équiper toutes les tailles d'hélicoptères du marché.**

## Servos du plateau cyclique

Leur rôle est de piloter la tête de rotor. Les efforts redescendant de la tête sont importants et saccadés au rythme des variations cycliques. Les servos employés pour piloter le plateau cyclique seront donc de préférence assez puissants, alors que tant que l'on ne pratique pas la voltige ou pire, le 3D, la vitesse n'est pas vitale. La précision et la puissance seront les qualités à rechercher. Pour débiter, après avoir éliminé les trop bas de gamme comme indiqué plus haut, on peut se contenter de servos de prix tout à fait raisonnables. Ainsi, pour un hélico de 1 m 20 de diamètre rotor, on sait trouver des servos entre 25 et 30 euros pièce avec une précision, une vitesse et une puissance toute à fait suffisante.

**Avec 0,07 s/40°, Graupner propose un servo numérique raisonnable, parfait pour un anticouple.**

## Servo d'anticouple

Cette fois, nous avons une commande en partie manipulée par le pilote, mais en partie aussi par un gyro qui de nos jours est particulièrement rapide à la détente ! Pour profiter pleinement des qualités des gyros modernes, un critère important est la rapidité. A tel point que des servos ont été développés spécialement pour aller avec les meilleurs gyros piezo, à l'attention des pilotes de 3D. Les figures hyper spectaculaires en marche arrière entre autre seraient tout bonnement impossibles sans ce couple diabolique "gyro heading lock-servo ultra rapide. L'anticouple sera la commande sur laquelle, même pour débiter, il sera



**Equiper le plateau cyclique qu'un hélicoptère pour "apprendre" n'impose pas de se ruiner. La preuve avec les servos retenus pour équiper le Logo 500 DX testé dans ce numéro.**



intéressant de "mettre le prix" dans le servo. Les gyros modernes vous donneront toutes leurs performances avec un servo "fait pour". Le meilleur gyro du marché ne fera rien de bon si on lui adjoint un servo qui se traîne ! Comment savoir ? Une vitesse inférieure à 0,1 s/40° est une bonne indication. Il est également fréquent que les fabricants propose des ensembles gyro+servo adapté. Là, vous êtes certain d'avoir un ensemble optimisé.

## Classique ou digital ?

Extérieurement, rien de distingue un servo analogique d'un servo digital. Dans la pratique, le servo digital possède de une précision nettement supérieure, mais aussi, il est capable de tenir son neutre sous charge élevée de façon bien plus précise qu'un servo analogique. A format identique, les digitaux sont aussi nettement plus puissants que leurs homologues analogiques. Parmi les servos digitaux, on trouve aussi bien des servos à vitesse "normale" que des servos rapides, voire ultra rapide. Pour se fixer les idées, 0,12 seconde pour 40° est ce que l'on peut appeler une vitesse normale pour un servo de qualité. Un digital spécial "anticouple/gyro heading lock haut de gamme" va offrir une vitesse de 0,04 s pour ces mêmes 40° ! Cette vitesse, le pilote ne sait pas l'exploiter, mais le gyro, oui ! Bien sûr, pour que ce soit efficace, il faut que la chaîne de commande de l'anticouple soit dénuée de jeux et de frottements ! Rassurez vous, pour débiter, nul besoin de servos digitaux, ni même hors de prix. Il faut juste du "sérieux", sans plus.

## Puissance ?

Bien évidemment, les servos pour un hélico indoor n'ont pas besoin de la même puissance que pour un hélico de 1500 mm de diamètre rotor et 5 kg ! Voyons les puissances à adopter pour piloter le plateau cyclique :

- Sur indoor, des servos offrant 1 à 1,5 kg.cm de couple sont adaptés.
- Pour la classe 1 mètre, en utilisation soft (école, translations normales, vol réaliste), des servos de 2 à 3 kg.cm seront parfaits.
- Pour les mêmes, mais utilisés en voltige, il faudra préférer des 3 à 4 kg.cm de couple.
- Sur des machines de 1300 mm de diamètre rotor, il faudra tabler sur de bons 5 kg.cm pour ne pas risquer de voir les servos plier le genou.
- Sur des classe 60 et 90, surtout utilisés en voltige, il faudra envisager du 7 à 8 kg.cm...

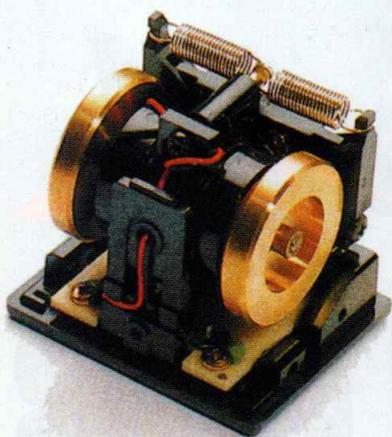
Pour l'anticouple, on peut se permettre d'être moins puissant (encore que ça ne gêne en rien de monter les mêmes servos), mais si on le peut financièrement parlant, on préférera un peu moins puissant, mais plus rapide. Malgré tout, ne descendez pas sous les 1 kg.cm pour un indoor, et sous les 2 kg.cm pour un classe 1 mètre, 3 kg pour un 1 m 20 et 4 kg.cm pour un 1 m 50.

# LE GYROSCOPE

**Voilà l'élément qui est spécifique à l'hélicoptère radiocommandé ! Sans son invention, bien peu de pilotes auraient assez de réflexes pour piloter des hélicos, et on ne pourrait même pas imaginer la voltige 3D qui s'est tant développée depuis quelques années...**

Texte :

JL Coussot/S. Brianchon



**Les premiers gyroscopes étaient mécaniques. On voit bien ici les volants d'inertie. Cette technologie n'est plus utilisée aujourd'hui.**



**Sans les gyros modernes ultra-performants, la voltige serait bien difficile et le 3D même pas imaginable !**

un capteur, et converti en un signal envoyé au servo d'anticouple et donnant un ordre destiné à contrer la rotation. Le système avait ses limites, mais c'était déjà un grand confort et les hélicoptères sont devenus plus faciles à maîtriser. Depuis, le gyroscope mécanique s'est vu supplanté par un dispositif équivalent, mais sans pièce mobile, grâce à des capteurs piézo-électroniques, qui autorisent une précision et une rapidité d'action très supérieure, et qui, n'ayant plus de pièces mobiles, sont beaucoup plus résistants à l'usure.

Le Gyroscope est donc un élément de l'ensemble radio qui vient s'installer entre le récepteur et le servo d'anticouple. Sa sensibilité est réglable, soit par un potentiomètre sur le gyro lui-même, soit depuis l'émetteur, en utilisant une voie supplémentaire.

## Gyro "standard"

Les premiers gyroscopes piézo ont le même mode de fonctionnement que les gyros mécaniques. Ils agissent sur l'anticouple pour annuler la rotation en lacet. Le pilote peut agir

Par contre, si ce type de gyro annule la rotation, le temps qu'il agisse, l'hélico a pivoté. Il ne reviendra pas au cap qu'il avait avant qu'une perturbation commence à le faire pivoter.

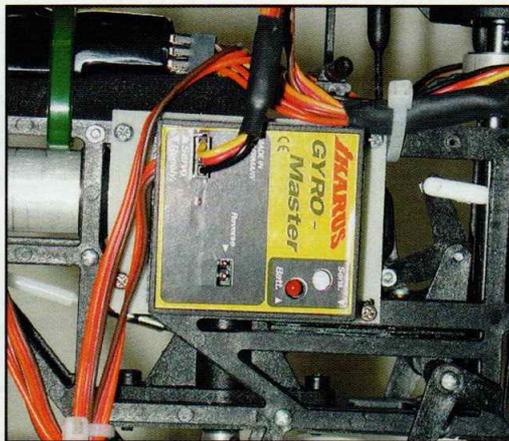
D'autre part, ce type de gyro réagit aux rotations rapides. Une rotation lente n'est pas détectée et donc pas corrigée. Ainsi, quand on vole avec un vent latéral, l'effet du vent sur la dérive tend à faire remettre l'hélico face au vent (effet de girouette). Ce type de perturbation est mal corrigé par les gyros standards. Tenir un stationnaire par vent de travers demande donc une correction constante de la part du pilote. De même, pour les marches arrière, le gyro standard a du mal à lutter contre la nette tendance de l'hélico à se remettre "dans le sens de la marche".

## Gyro "à verrouillage de cap"

La génération actuelle de gyroscopes a fait un grand pas vers le confort du pilote. Cette fois, le gyro analyse les ordres du pilote : celui-ci demande une rotation par une action du manche d'anticouple. Si le manche est au neutre, c'est que le pilote ne veut pas de rotation. C'est clair ! Dès que le manche est au neutre, le gyro enregistre la position dans l'espace de l'hélico. Si une perturbation quelconque vient à faire pivoter l'hélico, sans que le pilote ait écarté le manche du neutre, le gyro à verrouillage de cap va non seulement arrêter cette rotation, mais il va ordonner à l'anticouple une contre-rotation pour revenir au cap enregistré.

**Un des plus gros succès de ces dernières années, le GY 401 de Futaba est devenu une référence.**





**Suivant leur forme, les gyros électroniques s'installent à plat comme à gauche (le boîtier couleur alu qui est un gyro de chez JR), soit verticalement contre un flanc du châssis comme à droite avec ce gyroscope Ikarus. Dans tous les cas, on essaye de placer le gyro au plus près de l'axe du rotor principal.**

tré ! Remarquable... Ainsi, en reprenant l'exemple du stationnaire par vent de travers, le pilote n'a qu'à arrêter la rotation au cap désiré, remettre le manche au neutre et laisser faire, la compensation sera réalisée totalement par le gyro ! Il est clair que les marches arrières si délicates deviennent vraiment faciles. Pour la voltige 3D, c'est le type de gyro utilisé désormais par tous les pilotes. Comme pour les gyros standards, on trouve des modèles où la sensibilité se règle sur le boîtier, d'autres sont réglables par une voie supplémentaire.

La plupart des gyros à verrouillage de cap (heading-lock en anglais) peuvent être également utilisés en mode standard. Le passage de l'un à l'autre se fait soit par un micro switch sur le boîtier, soit par la voie de réglage de sensibilité : dans ce cas, la sensibilité est nulle quand le potentiomètre est à mi-course (neutre), elle augmente jusqu'au maximum en mode normal d'un côté, et elle augmente également jusqu'au maximum en mode verrouillage de cap de l'autre côté.

### Le must

Il existe aujourd'hui des "super gyros", capables de piloter non seulement l'anticouple, mais aussi le plateau cyclique. Avec ces systèmes, le stationnaire automatique est devenu possible. En plus d'annuler les rotations sur les trois axes, il est possible de disposer d'un capteur optique qui va maintenir le stationnaire au des-

sus d'un point fixe au sol... Et même à une altitude élevée ! Bien sûr, le coût n'est pas négligeable, et ce type de dispositif, pour séduisant qu'il soit, n'est pas fait pour "apprendre"... Si l'hélico tient son stationnaire seul, vous n'apprenez pas à le piloter. Ces dispositifs sont par contre parfaits quand l'hélicoptère modèle réduit est utilisé pour des tâches comme la prise de vue aérienne. Là, le pilote est déchargé d'une grosse part du pilotage et peut se concentrer sur le cadrage et le déclenchement des prises de vues.

### Que choisir ?

Tout d'abord, aujourd'hui, il n'est plus question de gyroscope mécanique... Même en occasion, il faut le dire, ça ne vaut plus le coup. La gamme de prix des gyroscopes est assez étendue. Soyons clair, les performances d'un gyroscope sont en général proportionnelles à son prix. Ce qui veut dire qu'il est fréquent que des gyros très économiques aient des performances un peu "pauvres", que le réglage sera par exemple délicat, ou que ce réglage dérive dans le temps ou suivant la température...

A l'autre extrémité de la gamme, on trouve des merveilles de rapidité, de précision, aux possibilités de réglages très évoluées... Ces modèles sont bien sûr très utiles aux pilotes de haut niveau, aux compétiteurs, aux amateurs de voltige extrême. Mais leurs niveau de performance n'apporte pas vraiment grand

chose au pilote débutant, pire, avec trop de possibilités de réglage, il y a risque de s'y perdre... Ces gyros sont souvent constitués de deux blocs, le capteur et le boîtier électronique. Le bon choix pour débuter est un gyro de classe "moyenne", fiable, précis, mais simple à utiliser et à régler. Il sera en général "monobloc", capteur et électronique intégrés dans un boîtier unique. La forme peut varier, on trouve souvent un format proche d'un cube, mais aussi des formes plus aplaties, un peu comme un boîtier de récepteur. La forme importe peu en elle-même, mais suivant le modèle d'hélicoptère, une forme sera plus adaptée qu'une autre pour loger le gyroscope.

### Réglages de base d'un gyro

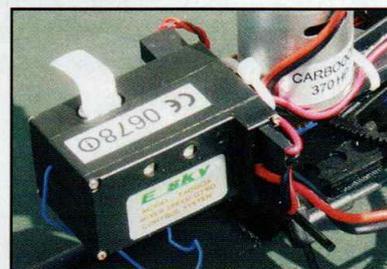
D'abord premier point, si votre gyro est muni d'un conservateur de cap, il faut l'utiliser. Je ne vois pas l'intérêt à ne pas s'en servir. Rester en normal, c'est revenir 20 ans en arrière ! Cela veut dire activer les mixages pas collectif avec le pas de l'anticouple et de trouver tous les réglages nécessaires, ce qui pose toujours des soucis quand on débute ! Attention par contre, quand vous utilisez le conservateur de cap ou heading lock, vous devez impérativement désactiver tous les mixages d'anticouple (révo mix hi et low) dans tous les modes de vol (stationnaire, idle up 1, 2 et autorotation). Deuxième point un gyro piézo n'est efficace que si il est équipé d'un servo rapide (inférieur ou égal à 0.08s/45°). Plus le servo sera lent et plus vous diminuerez le gain du gyro et moins il corrigera les mouvements de la queue de l'hélico. Exemple, avec le même gyro (GY 401), nous avons pu monter le gain à 80 % avec un servo ultra rapide, alors qu'il n'a pas tomber à 40 % en stationnaire et à 35 % en translation rapide avec un servo lent (sans jeu de mots...), et avec des arrêts de rotations en stationnaire où l'on notait encore un temps d'amortissement nettement visible. Sans commentaire ! Chaque gyro a ses spécificités, et

seule la notice peut vous renseigner. Mais tous ont en commun :  
 - Le réglage du sens de correction. Pour le déterminer, branchez la radio (moteur débranché, il ne doit pas démarrer), laissez le gyro s'initialiser (faites ce test en mode normal sur un gyro à verrouillage de cap). Mettez le manche de gaz/pas au milieu (stationnaire). L'anticouple doit alors se placer avec une compensation légère, mais bien visible (les pales ont de l'incidence). Faites alors tourner à la main l'hélicoptère en sens inverse du sens du rotor principal et observez l'anticouple. Il doit AUGMENTER la compensation, c'est à dire que le pas doit augmenter. Si c'est l'inverse qui se produit, il faut inverser le sens de compensation grâce à un micro switch sur le boîtier du gyro.  
 - Le réglage de la sensibilité (appelé également gain). Comment déterminer que le gain est trop ou pas assez fort ? En vol, si vous voyez la queue de l'hélico partir d'un côté ou l'autre lentement en subissant soit les effets des coups de pas ou du vent, la sensibilité est trop faible. Si au contraire, vous voyez la queue battre ou frétiller rapidement, le gain est trop fort. Pour ma part, je règle de la façon suivante : j'augmente la sensibilité jusqu'à voir la queue de l'hélico battre ou frétiller rapidement, ensuite je diminue un tout petit peu jusqu'à temps de voir disparaître ce phénomène. De toute façon, il est préférable d'avoir un gain de gyro trop fort que pas assez.

### Un cas particulier

En règle générale, en mode normal, vous devez avoir programmé un mixage gaz-pas vers anticouple. En mode verrouillage de cap, il ne faut jamais ce mixage. Mais attention, la règle peut avoir des variantes, c'est ainsi que le GY-401 de Futaba ne doit pas non plus avoir de mixage gaz-pas vers anticouple en mode normal... Je l'ai appris un peu à mes dépens, avec un mixage que ne parvenais pas à bien régler... Jusqu'à ce qu'un pilote habitué à ce matériel me dise de simplement ne pas en mettre, depuis, mes hélicos ainsi équipés sont merveilleux, même en mode normal... et tellement faciles à régler ! Comme quoi, la lecture très attentive de la notice d'un gyro est primordiale, ici, c'était écrit petit, pas très en évidence, et j'étais passé à travers...

### Sur les hélicos RTF, le gyroscope est intégré avec le récepteur et les variateurs.



### L'Hélicommand de Robbe, capable de faire tenir le stationnaire tout seul à un hélicoptère.

### Les gyros très haut de gamme sont souvent vendus avec le servo ultra rapide qui lui convient.



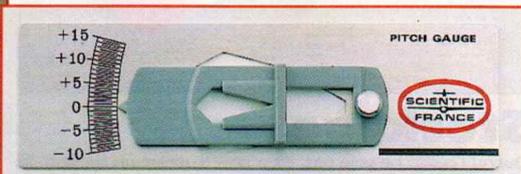
# LES ACCESSOIRES

Chaque discipline possède ses accessoires, ces outils et produits spécifiques sans lesquels on n'a bien peu de chances de réussir. Faisons un tour en images des accessoires courants utilisés en hélicoptère radio-commandé.



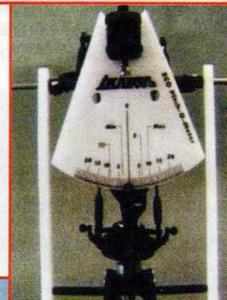
## Accessoires pour moteurs thermiques

Il vous faudra un démarreur électrique (en haut à gauche), et souvent une rallonge pour accéder à l'extrémité du vilebrequin (au centre). A droite, deux systèmes de chauffe bougie, l'un a soquet et batterie au plomb, l'autre étant un soquet autonome avec accu NiMh intégré. A gauche, le power panel que l'on monte sur une caisse de terrain et qui permet d'alimenter le démarreur, de commander une pompe à carburant et aussi d'alimenter un chauffe bougie en réglant la température. Le Power panel s'alimente par une batterie 12 Volts. Enfin, sous le power panel, la clé à bougie, absolument indispensable !



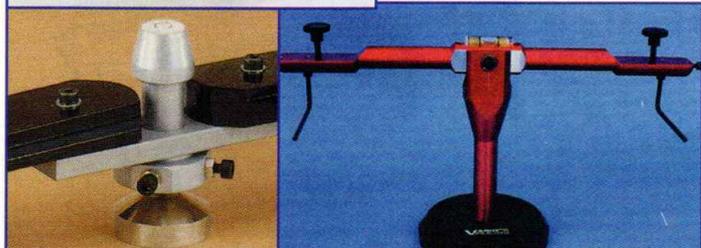
## L'incidencemètre

Il est l'outil numéro un pour le réglage des portes pales de vos hélicoptères. Il peut prendre des formes et présentations diverses et on en trouve de tailles adaptées à tous les types d'hélicoptères. Vous en avez ici quelques exemples. On peut lui adjoindre le niveau à bulle pour barre de Bell, qui fiabilise encore plus le réglage.



## Equilibreur de pales

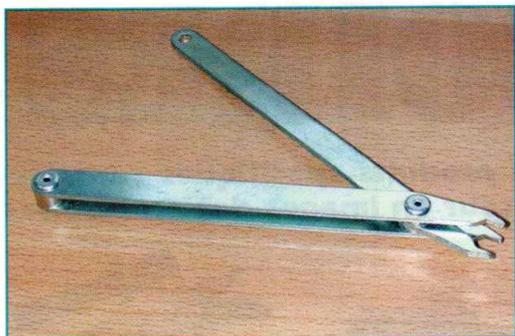
S'il est possible de bricoler un système "maison" d'équilibrage des pales, il est encore plus pratique d'utiliser des équilibreurs 100% conçus pour cette opération importante. Là encore, le choix est vaste. On trouve même des équilibreurs pour les pales de rotor anticouple.



## Train d'entraînement

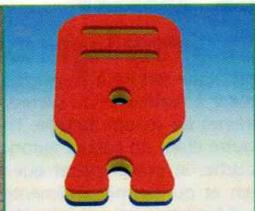
Pour vos débuts en stationnaire, le train d'entraînement élargi, composé de tubes en carbone et de boules, fixé sous le train normal, est un accessoire vraiment rassurant et qui évite bien des dégâts lors de l'apprentissage, ou même pour les premiers vol d'un hélico tout neuf !





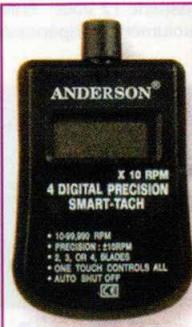
## Montage, démontage réglage et rodage des chapes à boules

Les chapes à boules ne supportent pas d'être maltraitées ! Oubliez le tournevis et les pinces standard quand il s'agit de les manipuler, vous risquez de les détériorer et la fiabilité de votre hélico sera affectée. Pour le montage et le démontage, utilisez des pinces à chapes (deux exemples ci-dessus). Pour faciliter le vissage, un outil tout simple (en haut à droite) à peut vous faciliter la vie. Et si vos chapes sont trop dures, il faut les "roder". Là encore, il existe des outils spécifiques pour faire le travail sans endommager les chapes.



## Stockage

Quand l'hélico ne vole pas, il est bon d'utiliser un support de pales qui permet d'immobiliser les pales repliées au dessus de la poutre de queue de l'hélico. Il en existe dans des tailles adaptées à tous les types d'hélicos du marché.



## Mesure

A gauche, le compte tours, qui vous permet d'affiner le régime rotor, hélicoptère au sol et entravé. Ci-dessus, pour les électriques, la pince ampèremétrique qui vous permet de mesurer la consommation instantanée de votre moteur. On la passe simplement autour d'un des fils qui sort de la batterie de propulsion.



## Produits

Deux types de produits sont absolument indispensables lors du montage et de la maintenance d'un hélicoptère : la graisse au téflon (à gauche), et le frein filet (en bas à gauche).

## Outils

On le dit, les bons outils font les bons ouvriers... Un jeu de tournevis emmanchés avec têtes plates, hexagonales, cruciformes, hexagonales creuses vous rendront bien des services !



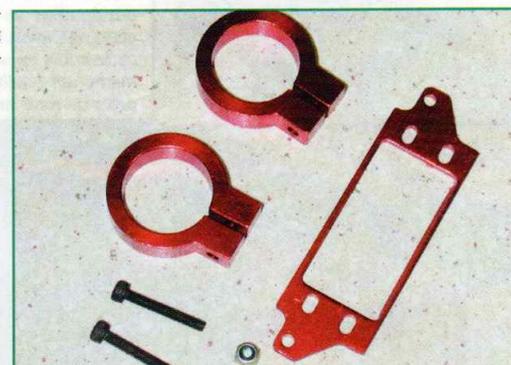
## Tuning

Faites vous plaisir ! Les fabricants et distributeurs ont tous une gamme de pièces "tuning" pour améliorer vos machines. Souvent en aluminium anodisé ou en carbone, ces pièces sont à la fois là pour le look et pour des performances accrues.



## Alim d'atelier

On ne peut plus s'en passer quand on en a eu une ! L'alimentation 12 volts est quasi indispensable dans l'atelier.



# SIMULATEURS

L'ordinateur individuel se vend désormais dans les supermarchés ! Et de ce fait, les foyers où est présent l'outil informatique sont de plus en plus nombreux, et le modéliste étant souvent naturellement tourné vers la technologie, la grande majorité dispose désormais d'un PC à la maison. Et pour l'apprentissage de l'hélicoptère, ça facilite grandement les choses, car d'excellents logiciels de simulation de vol radiocommandé sont sur le marché.



**Non, vous ne rêvez pas ! C'est bien une image informatique ! Les simulateurs de vol radiocommandés sont passés à l'heure du photo-réalisme !**

## Un outil

Le simulateur de vol peut être ludique, et vous trouverez dans les grandes surfaces quantité de simulateurs, les uns civils et non violents (le très célèbre Flight Simulator par exemple), les autres militaires où vous devez abattre tout ce qui vole. Pour vous former à l'hélico radio-commandé, ils ne vous seront d'aucun secours. Par contre, vous pouvez trouver dans le commerce modéliste bon nombre de simulateurs dédiés à l'apprentissage du pilotage radio-commandé. Certains vous proposent des avions, d'autres des planeurs, d'autres des hélicoptères, et beaucoup sont « pluridisciplinaires » et permettent toutes les catégories. Un simulateur de vol de modèle radio-commandé se compose de deux parties :

- Le logiciel en lui-même, que vous installez dans votre ordinateur (à noter que tous sont conçus pour le PC, si

vous avez un Mac... dommage !).

- L'interface entre l'ordinateur et le pilote. Car il faut bien se retrouver avec dans les mains quelque chose qui correspond à un véritable émetteur. Là, différentes solutions sont possibles : L'ensemble peut être livré avec un boîtier factice, dont l'antenne est remplacée par un câble à relier à l'ordinateur. Il peut aussi être livré avec un cordon qui sera à brancher d'une part à l'ordinateur, et d'autre part à la prise écologie d'un véritable émetteur. Côté ordinateur, le branchement se fait selon les modèles, soit par une port série, soit par le port Joystick, soit avec les derniers modèles par un port USB (cas le plus fréquent).

## L'ordinateur

Comme les jeux vidéo, les simulateurs de radio-commande ont progressé et exploitent les possibilités toujours plus

étendues des cartes graphiques de nos ordinateurs. De ce fait, pour utiliser pleinement les logiciels les plus récents, un ordinateur lui aussi assez récent est requis. On est un peu en retard toutefois sur d'autres produits, et un ordinateur qui a deux ans n'est heureusement pas encore périmé... comme c'est souvent le cas avec les simulateurs d'aviation grandeur récemment sortis. Disons qu'en moyenne, avec un processeur tournant à partir de 1,7 Mhz, 512 Mo de mémoire, mais surtout une bonne carte graphique, avec au moins 256 Mo de mémoire peut faire tourner les programmes du moment.

## Ne pas jouer !

Maintenant, si vous voulez apprendre à piloter grâce au simulateur, la première condition est de le faire sérieusement ! Si vous vous amusez à pousser les manches en tous sens « pour voir com-



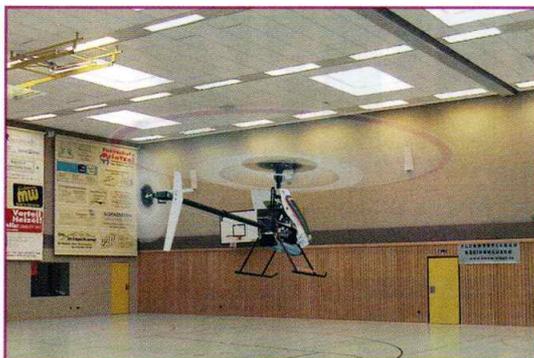
**L'émetteur factice branché sur une prise USB, le logiciel installé, et c'est parti pour l'entraînement à domicile !**

ment ça fait », sans vous soucier de la manière dont ça finit, c'est fichu d'avance ! Il faut s'imposer des exercices réalistes, les mêmes que ceux que vous allez devoir réaliser avec la machine réelle. Vous pouvez prendre le chapitre sur l'initiation au pilotage, et tenter tous les exercices un par un, autant de fois que nécessaire pour les réussir 10 fois de suite sans casse. Quand vous pourrez à coup sûr tenir un stationnaire impeccable même avec un peu de vent, réaliser des petits circuits en translation lente devant et autour de vous, faire des tours de piste complets avec montée sur axe, virage de demi-tour, vent arrière, demi tour à nouveau, mise ne descente, arrêt devant vous et posé, le passage sur un hélico non virtuel se fera facilement. Bien sûr, le simulateur ne restitue pas un paramètre pourtant important : le stress ! Mais si c'est le seul « ajout » en passant au pilotage réel, c'est maîtrisable. Le pilotage de base aura été acquis !

Je parle en connaissance de cause, car j'ai moi-même choisi d'apprendre il y a 5 ans le pilotage de l'Eco 8 à l'aide d'Aero Fly Pro d'Ikarus, et j'ai passé des dizaines d'heures devant l'écran, à répéter des exercices basiques, m'interdisant de tâter la voltige, et cherchant avant tout à toujours ramener l'hélico entier... Puis, je suis passé à l'Eco 8 bien réel, et dès le premier pack, le stationnaire a pu être tenu sans trop de mal (à part le cœur à 100 à l'heure !). Moins de 4 mois plus tard, c'était 130 vols réalisés, dont une centaine avec l'Eco, et j'étais « bien débrouillé », capable de translater rapidement, de virer à grande inclinaison, de réaliser des huit paresseux, de faire des cercles autour du pilote queue vers moi, ou hélico de profil... A comparer avec ce que je



**Les simulateurs sont livrés avec un émetteur factice ou avec un cordon interface vers un émetteur réel.**



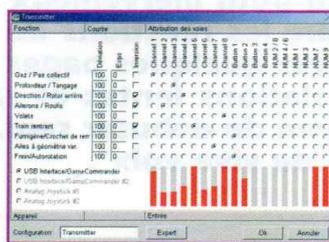
**Vous pouvez même vous entraîner au vol indoor sur simulateur. Notez le réalisme des scènes et des modèles, qui participe à la sensation d'immersion. Captures d'écran de Reflex et AeroFly Pro.**

voilà il y a 20 ans, des copains modélistes apprenant l'hélico et au bout d'un an tremblant toujours en stationnaire à 1 mètre du sol, n'envisionnant même pas une translation lente ! Franchement, le simulateur est à mon sens le premier achat à effectuer de nos jours si l'on veut se lancer dans l'hélico ! Efficace pour l'avion, il l'est assurément encore beaucoup plus pour l'hélico !

Mais je vous le répète, il est efficace utilisé comme un outil, avec rigueur, et non comme un jouet. Passer des boucles, des tonneaux et du vol dos alors que l'on ne peut tenir un stationnaire stable ne sert non seulement à rien, mais ça déforme plus que ça ne forme.

## Réalisme

Les simulateurs qui sont vendus actuellement ont tous un niveau de réalisme dans les réactions suffisant pour la formation initiale au pilotage hélico. C'est le pilote confirmé qui utilise le simu pour répéter des programmes de concours ou pour travailler la voltige 3D qui verra des différences importantes entre les logiciels. Ce qui est à mon sens important, c'est de choisir un logiciel qui autorise de modifier simplement quelques paramètres de base de l'hélico : Le poids, les dimensions des rotors, les valeurs de pas, le régime moteur et les réglages de gyros. Souvent, les modèles proposés en standard sont « trop performants ». Par exemple, l'Eco 8 d'Aero Fly Pro est motorisé et réglé pour le vol 3D ! Autant dire que pour apprendre, il faut impérativement l'assagir en commençant par ramener les pas mini et maxi aux valeurs réellement utilisées : +9° et -2°, au lieu de +9°/-9°... On veillera à régler son simulateur de



**Il est possible de régler très finement les affectations des voies, mais aussi de modifier les caractéristiques des modèles.**

la même manière que l'on réglera son hélico, en particulier au niveau du gyro : si vous devez commencer avec un «verrouillage de cap», mettez le simu en verrouillage de cap... Sinon, mettez le en normal aussi, pour ne pas être surpris lors du passage à la «réalité». Trop de puissance peut également donner trop confiance et quand on sera dans la réalité, avec peut-être un bien plus pas trop pêcher ou pas trop bien réglé, on se plantera parce que « ça a pas répondu assez »... Enfin, il est vital d'utiliser au simu un hélico dont le rotor tourne dans le même sens que votre (peut-être futur) hélico réel, les réactions étant différentes entre un rotor tournant à gauche et un rotor tournant à droite ! De même, « volez » au simu en changeant régulièrement les conditions de vent et de turbulence. Voler toujours sans vent est irréaliste, mais ne voler qu'avec du vent peut aussi donner de mauvaises habitudes. En clair, faites en sorte que votre simulateur vous mette dans des conditions les plus proches de la réalité. Si vous pouvez avoir un hélico qui est la copie (dans ses formes et son décor) de ce qu'est ou sera votre



machine réelle, c'est un bien. Même si les réactions d'une machine au look différent vous apprendront les mêmes réflexes, il y a un côté psychologique à voler avec « son hélico », et en passant du virtuel à la réalité, on retrouve encore mieux ses marques.

## Et le côté ludique ?

Depuis le début de cette page, je vous parle d'entraînement sérieux. Ne boudons toutefois pas notre plaisir, les concepteurs des simulateurs modernes s'efforcent de nous concocter quelques raffinements certes inutiles pour notre école de début, mais... L'achat d'un logiciel de simulation représente un investissement parfois important, autant le rentabiliser ! Ainsi, on trouvera la plupart du temps des « jeux d'adresse » tels que du crevé de ballons ou passages sous limbo, ou encore atterrissage de précision... Voilà qui peut d'ailleurs améliorer vos réflexes... si vous vous évertuez à ne pas planter ! On trouve aussi régulièrement la possibilité de piloter à deux, avec un émetteur à prise double commande, plus un

boîtier factice. Il devient alors possible de faire des courses, du remorquage de planeur, de la patrouille... L'écran est pour ce type d'activité coupé en deux, verticalement ou horizontalement.

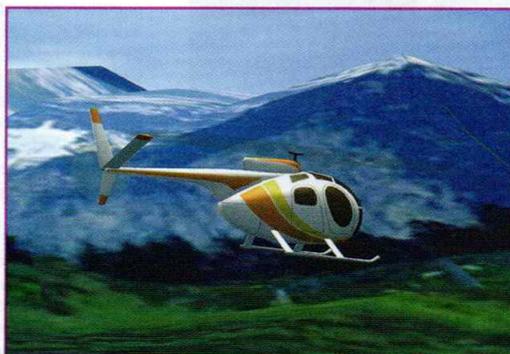
Et puis, c'est tout récent, nous allons pouvoir sur simulateur de vol radio-commandé piloter des avions... grandeur nature. Ressentir l'inertie bien différente est une sensation surprenante pour le pilote modéliste. Ici, nous sommes à 100 % dans l'utilisation ludique du simulateur, et ça ne vous apportera rien pour votre entraînement, mais c'est une nouvelle manière de passer un bon moment. C'est Ikarus qui a eu cette nouvelle idée, de même que celle de produire des additifs qui permettent de piloter des reproductions d'avions de modélistes renommés, compétiteurs avion ou hélico. Les modèles de vol ont été conçus en collaboration avec les pilotes concernés, et vous pouvez découvrir les sensations que procurent ces avions de champion ! Et pour en finir avec l'utilisation « non sérieuse », soyez certain que quand vous aurez terminé votre entraînement « officiel », vos enfants seront ravis, eux aussi, de prendre les manches de l'émetteur « virtuel »... Et qui sait, ça leur donnera peut-être l'envie de faire comme vous ! Et ça, je suis sûr que ça vous plairait bien, non ?

## Pour tous les budgets

Aujourd'hui, vous trouverez des simulateurs dans une fourchette de prix vraiment étendue, puisque le moins cher est... gratuit ! FMS est un simulateur en libre téléchargement sur internet. Les réactions des modèles sont très simplifiées, mais il permet de découvrir les réactions de base. Il faut bien sur un émetteur factice compris par l'ordinateur comme un joystick. De nombreux distributeurs ont d'ailleurs compris l'ambiance et proposent des émetteurs factices USB pour utiliser FMS. Il est même la plupart du temps fourni avec, sur un CD. Les prix s'échelonnent ensuite jusque vers les 240 euros (émetteur factice compris) avec des simulateurs très haut de gamme, comme Real Flight G3.5 ou AeroFly Pro Deluxe, des simulateurs dont les comportements des modèles sont vraiment quasi parfaits, avec des environnements photo-réalistes où « l'on s'y croit vraiment ». Ces produits proposent même des addons (additifs) nombreux pour augmenter le nombre de modèles disponibles et le choix de terrains d'évolution.

**AeroFly propose aussi des scènes non photo-réalistes et là, le pilote peut se déplacer dans un environnement 3D et même... monter à bord !**

**FMS est un simulateur gartuit, téléchargeable sur Internet. Très simple, il permet toutefois de découvrir les réactions de bases de l'hélico.**



# NE RESTEZ PAS ISOLE

**Nous venons de voir que le simulateur est un outil merveilleux pour s'entraîner, pour acquérir les réflexes de base, pour comprendre les réactions de l'hélicoptère. Ensuite, il va falloir voler pour de bon, et vous trouverez quelques pages plus loin un cours qui vous fera découvrir le stationnaire, les translations lentes et rapides... Alors soyons clair, avec le simulateur et le cours, il y a moyen de débiter seul. Mais... il est toujours bien plus rassurant d'être entouré, conseillé "de vive voix".**

## Les clubs

Une excellente manière de trouver de l'aide est de rejoindre un club. La Fédération Française d'Aéro Modélisme (FFAM) regroupe près de 700 clubs en France ! Bien sûr, on ne pratique pas dans tous l'hélicoptère, mais il en est un bon nombre où cette activité est développée. Trouver déjà quelques pilotes "plus expérimentés" que vous qui débitez, c'est pouvoir être rassuré avant le premier vol sur le sens des débats, sur les réglages principaux. Un pilote expérimenté peut aussi faire pour vous le premier vol de votre hélico et ainsi, le régler pour qu'en prenant les commandes, vous ayez à coup sûr une machine qui "va droit". Mieux, il existe des "moniteurs" qui peuvent vous apprendre à piloter en double commande. Les émetteurs modernes permettent cela : un cordon relie l'émetteur du moniteur à celui de l'élève. Le moniteur bascule un interrupteur pour donner les commandes à l'élève et reprend immédiatement les commandes si ça va mal. Les émetteurs les plus perfectionnés permettent même de donner les voies une à une si on le désire, ce qui permet un appren-



tissage progressif des fonctions. Comment trouver un club où l'on pratique l'hélicoptère ? Simple : en contactant la FFAM, ou en précisant votre région, on vous aiguillera vers les clubs les plus proches :

### FFAM

108, rue St Maur

75011 Paris

Tel 01 43 55 82 03

Site internet :

<http://www.ffam.asso.fr/>

## Les stages

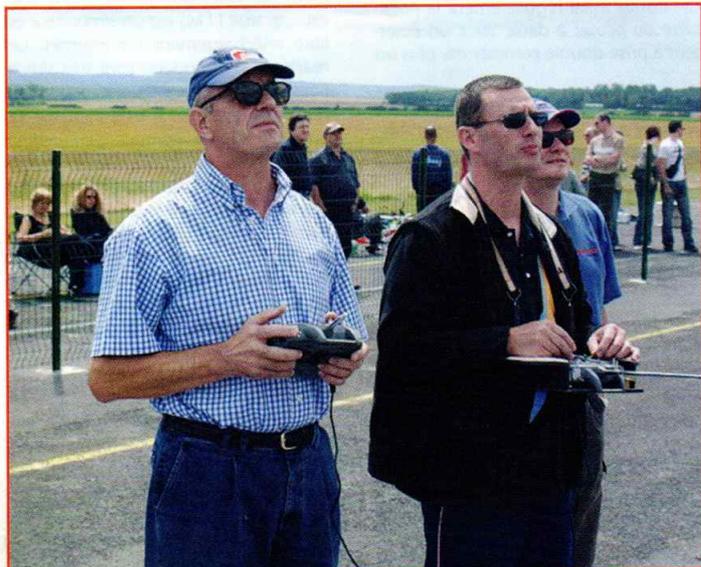
Vous trouverez aussi des formations sous forme de stages en général d'une semaine. Ceux-ci sont organisés soit, là

**Les symposium hélico et les compétitions sont des lieux de rencontres privilégiés entre passionnés d'hélicoptère. Vous pouvez y apprendre énormément en une seule journée.**

encore, par des clubs (lire régulièrement les informations des clubs dans la presse modéliste), soit par des entreprises privées spécialisées. Les vols se font le plus souvent sur des modèles appartenant à l'école de pilotage, équipés bien entendu en double commande. Le stage est une bonne formule où l'on vole de manière intensive, où l'on reçoit également des cours théoriques, où les moniteurs sont aussi à même de vous aider à finaliser les réglages de votre propre hélicoptère.

C'est pile ce dont vous avez besoin. Et quand vous avez acquis un petit niveau, pourquoi pas tenter de concourir ? Pas pour la première place, du moins au début... mais pour que vos erreurs soient identifiées et que ça vous permette de savoir tout de suite ce qui est à travailler ! Et les compétiteurs plus aguerris vous donnerons les tuyaux, les méthodes pour progresser plus facilement en voltige.

**L'école en double commande : une sécurité et un confort particulièrement applicable.**



## Assistez à des rencontres

Un bon moyen de rencontrer beaucoup de pratiquants consiste à venir assister, même si vous ne pratiquez pas encore, à des rencontres hélico organisées par les clubs. Elles prennent souvent le nom un peu pompeux de "symposium", mais ce sont toujours des journées destinées à permettre à des passionnés de se rencontrer, de partager leur passion, et donc, justement, parfaites pour découvrir la discipline "sur pièce". A ces rencontres, des pilotes de tous niveaux, du tout débutant au super crack ! Et vous pourrez souvent en une journée en apprendre plus que seul dans votre coin en 3 mois ! Les compétitions sont aussi un lieu de rencontre. Discuter avec les compétiteurs peut là aussi vous faire gagner un temps précieux. Il se trouve que les réglages pour le F3C (la catégorie de compétition hélico officielle) marchent fort bien pour un pilote... débutant ! Les machines doivent être stables, faciles et précises en stationnaire et avoir un vol tendu en translation...

## Sur la toile

Le développement d'internet permet non pas de vous prendre en double commande, mais de trouver plus facilement que par le passé une aide parfois précieuse quand vous bloquez sur un montage, sur un réglage, sur une programmation. De nombreux forums dédiés aux hélicoptères radio-commandés sont ouverts et vous permettent de poser vos questions, en espérant que quelqu'un a la réponse. Il est même des forums créés par des professionnels pour l'assistance de leurs clients, c'est ainsi par exemple qu'un forum est dédié par A2Pro et e-copter à l'assistance des pilotes de Dragonus. D'autres distributeurs commencent à proposer le même style de service, on ne peut que s'en réjouir ! Internet est aussi un accès souvent pratique aux fabricants qui mettent à disposition des notices, des mises à jour de leurs produits. Il ne faut pas hésiter à aller à la recherche du renseignement, les outils modernes sont pour cela très performants !

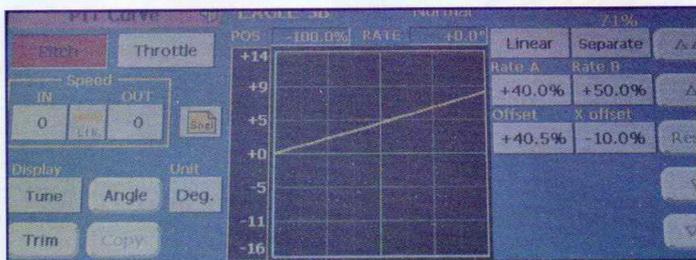
# LA MISE AU POINT

**Le montage d'un hélicoptère est une sorte de mecano qui, avec des notices bien faites, ne pose pratiquement plus aucune difficulté. Mais le modèle monté n'est pas pour autant en état de voler ! Comme on règle le centrage et les débattements de gouvernes sur un avion, nous allons régler le centrage, les débattements du pas collectif, le mixage entre ce pas collectif et le moteur, et entre le pas et l'anticouple.**

## Centrage

Il y a moins de questions à se poser que pour centrer un avion... Pas de corde moyenne à calculer, pas de pourcentage dépendant du profil... L'hélico doit voir son centre de gravité passer par l'axe de l'arbre principal. Une méthode approximative consiste à soulever l'hélico par la barre de Bell (prenez la avec précaution et le plus près possible du moyeu pour ne pas la tordre) et à vérifier l'horizontalité du fuselage. Cette méthode manque cruellement de précision, car le centre de gravité est nettement plus bas que notre point d'attache. Mais on peut voir s'il y a un gros défaut.

a solution la plus efficace consiste à saisir la tête de rotor à pleine main et à soulever l'hélicoptère en le plaçant "sur la tranche". Il doit rester en équilibre, fuselage horizontal. Si le fuselage penche vers l'arrière, il va falloir dépla-



**Visualisation de la courbe de pas sur un émetteur T 14 Futaba : le grand luxe !**

d'accus de propulsion qui peut être déplacé dans ses supports et qui va permettre de régler correctement le centrage. Attention : ne volez jamais avec un centre de gravité en arrière de

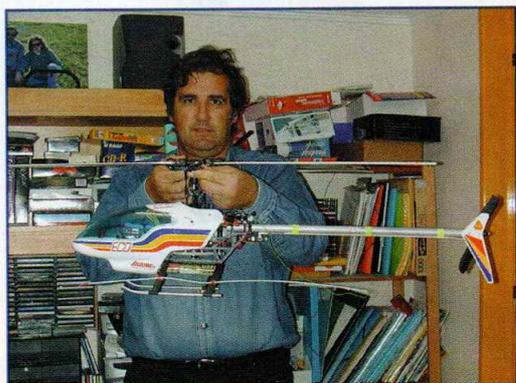
## L'incidencemètre est indispensable



**On règle ici l'incidencemètre pour un pas de stationnaire à +8°.**

rentes valeurs correspondant au vol stationnaire, au vol rapide, à la voltige... Si vous en êtes à apprendre le pilotage, ce sont les valeurs pour du vol stationnaire qu'il faut utiliser. Mettez le manche de gaz/pas juste au milieu. C'est dans cette position que l'on veut avoir l'hélico stable en stationnaire.

On règle l'incidencemètre à l'angle



**Centrage d'un hélico : en le tenant sous la barre de Bell, à gauche, peu précis, ou en le prenant par la tête de rotor à pleine main, beaucoup plus efficace, à droite. Le fuselage doit rester horizontal.**



**Le manche à mi-course, on maintient la barre de Bell perpendiculaire au mât rotor et on règle sur la radio de manière à avoir le dessous de l'incidencemètre parallèle à la barre de Bell.**

cer des masses vers l'avant, ou si rien ne peut être déplacé, fixer du lest. A l'inverse, si c'est le nez qui tombe, il faut reculer des masses. Sur un hélico électrique, c'est en général le pack

l'axe rotor, le pilotage devient difficile voire dangereux. On peut tolérer un centrage légèrement avant, mais pas d'excès !

## Courbe de pas

Lors du montage, la notice vous a en général donné ses indications pour que de construction, quand tous les servos sont parfaitement au neutre, le rotor principal se trouve à un pas proche de l'idéal pour tenir le stationnaire. Mais proche ne veut pas dire exactement ! La notice doit également vous prescrire une valeur angulaire pour ce pas de stationnaire, pour le pas maxi et pour le pas mini. Ces valeurs peuvent varier assez sérieusement d'un modèle à un autre. Exemple, le pas de stationnaire d'un Eco 8 est de 5 à 6°, son maxi de 9°, son mini de -2°. Sur le Voyager E, nous avons 8° pour le stationnaire, 12° au maxi et -3° au mini...

N'inventez pas ce que la notice vous propose ! Appliquez le.

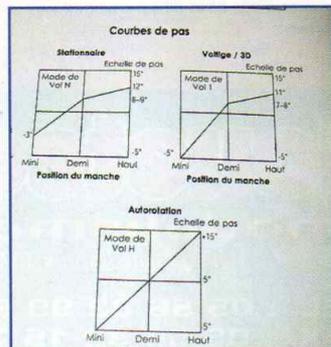
Pour effectuer ces réglages, prenez toujours la précaution soit de débrancher le moteur, soit de déposer son pignon, afin de ne pas risquer un démarrage intempestif !

Pour régler ces débattements, il vous faut un outil indispensable, l'incidencemètre. C'est un petit appareil qui se glisse sur une pale et qui est muni de secteurs gradués.

Maintenant, il nous faut allumer l'émetteur et passer dans le menu qui règle la courbe de pas (consultez la notice de votre radio, les modèles sont trop nombreux avec des accès trop différents pour que nous puissions généraliser sur la procédure d'accès à cette fonction). Allumez également la réception. Nous allons commencer par régler finement le pas de stationnaire. La notice de montage vous indique la valeur recommandée. Parfois, vous avez diffé-



relevé sur la notice, on le glisse sur la pale et on va maintenir la barre de Bell parfaitement perpendiculaire au mât rotor. Nous allons maintenant agir sur le paramètre adéquat de la radio pour amener visuellement la référence de l'incidencemètre [sur nos photos, c'est le dessus ou le dessous de l'appareil] parallèle à la barre de Bell. C'est aussi simple que ça ! Si vous devez modifier exagérément ce point "milieu", c'est que la longueur



**La notice vous indique les valeurs de pas.**

# DE L'HELICOPTERE

des biellettes qui n'est pas bonne... Dans ce cas, il vaut mieux rectifier aux biellettes.

Ensuite, nous allons régler le pas maxi. On passe le manche de gaz/pas tout



Réglage du pas maxi (10° pour cet exemple).

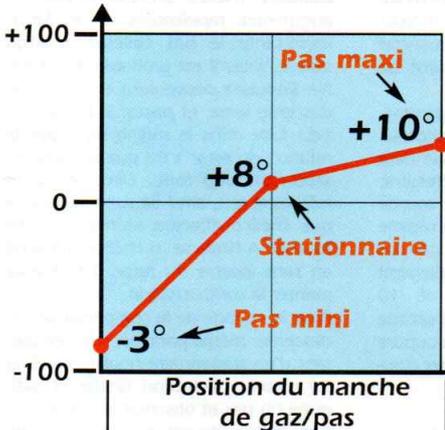
en haut, et on règle l'incidence-mètre à la valeur de pas maxi de la notice. Puis, même procédure, on glisse l'incidence-mètre sur la pale, on maintient la barre de Bell perpendiculaire au mêt rotor, et à l'aide des paramètres de l'émetteur, on amène la référence de l'incidence-



Réglage du pas mini (-3° pour cet exemple).

mètre parallèle à la barre de Bell. Vous l'avez compris, il ne reste qu'à recommencer une dernière fois pour le pas mini, manche de gaz/pas en bas, réglage de l'incidence-mètre à la valeur

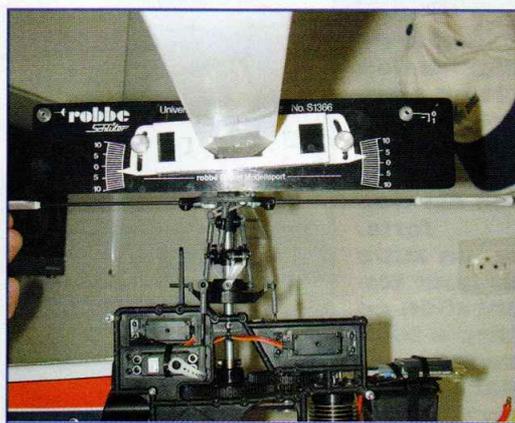
### Pas collectif



de pas mini... Paramètre de l'émetteur pour amener l'incidence-mètre parallèle à la barre de Bell.

Finalement, c'est bien plus difficile à décrire qu'à faire !

Si l'on représente la courbe de pas sur un graphique, nous avons deux segments de droite qui ressemblent à ceci : Sur les radios programmables assez

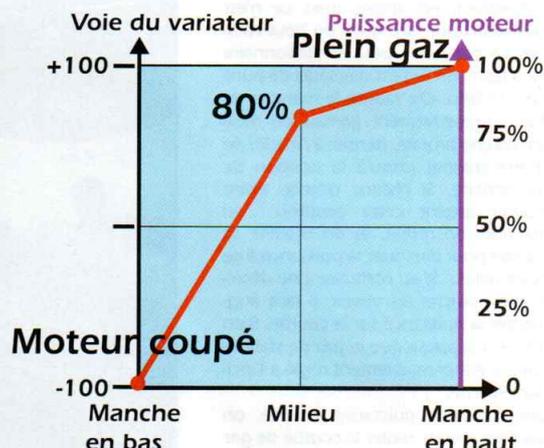


haut de gamme, on trouve la possibilité de créer un courbe de pas en plus de 3 points. 5, 7, 9... A quoi cela peut-il servir ? Tout simplement à améliorer, à personnaliser la réponse de votre pas collectif. Ainsi, si nous prenons une courbe en 7 points, nous pouvons "arrondir" la courbe, pour que le passage au point de stationnaire ne change pas brusquement de sensibilité. D'ailleurs, pour travailler finement le vol stationnaire quand on débute, il est possible avec ce type de courbe d'aplatir la courbe autour du pas de stationnaire comme le montre ce schéma :

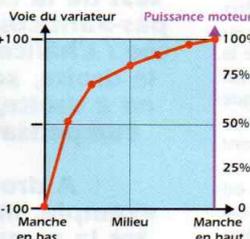


Ainsi, nous aurons une très grande précision pour tenir une altitude constante.

Notez que pour vos tout premiers vols, il peut être sage de limiter le pas mini à 0°, pour prévenir le réflexe (surtout pour les pilotes "avion", de couper brutalement les gaz, dangereux en hélico.

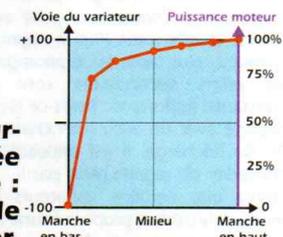


Courbe de gaz type "3 points", la plus basique utilisable.



A gauche, une courbe de gaz multi-points adaptée au stationnaire.

A droite, une courbe de gaz adaptée au vol rapide : on donne plus de régime au rotor.



## Courbes multiples

Certains émetteur vous offrent la possibilité de commuter en vol entre deux courbes de pas (voir plus). L'intérêt est d'optimiser par exemple une courbe de pas pour le stationnaire (telle que nous venons de la voir), et une autre pour les translations rapides où le pas descendra plus rapidement quand le manche passe sous la valeur de stationnaire, évitant d'avoir un hélico qui a du mal à descendre (qui donne la sensation de "planer"). Cette possibilité est souvent associée à une double courbe de gaz, et dans ce cas, on pourra aussi changer le régime du rotor entre la position stationnaire (régime faible) et la position translation (régime plus rapide). Il faudra (mais ce sont les essais en vol qui vous guideront) alors régler pour chaque cas un pas de stationnaire légèrement différent (plus le rotor tourne vite, moins on a besoin de pas en stationnaire).

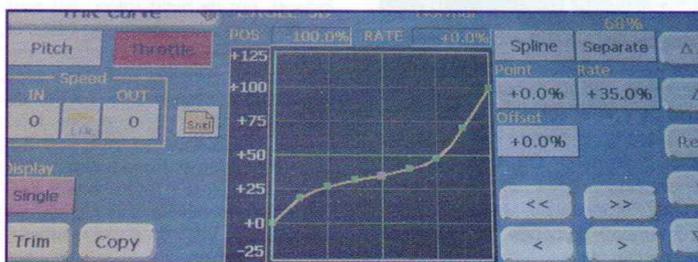
## Courbe de gaz

Après avoir réglé la courbe de pas, intéressons nous au fonctionnement du moteur. Les radios hélico permettent de réaliser une courbe de gaz très semblable à la courbe de pas. Comme elle, elle peut être constituée suivant le niveau des émetteurs de 3, 5, 7 points, voire plus.

Manche de gaz/pas tout en bas, nous devons en principe être moteur à l'arrêt (sur un thermique, on ralentit). Mais pour voler, le rotor doit toujours tourner à une vitesse élevée, et la plus constante possible. Sur les hélicos électriques, si la notice ne précise rien, il faudra que, manche de gaz/pas à la position de stationnaire, la puissance délivrée par le variateur soit aux environs de 75 à 85 % du maximum. Manche de gaz/pas tout en haut (pas maxi), les gaz doivent être à 100 %. Voir le graphique en haut de cette page.

Si vous disposez de plus de 3 points,

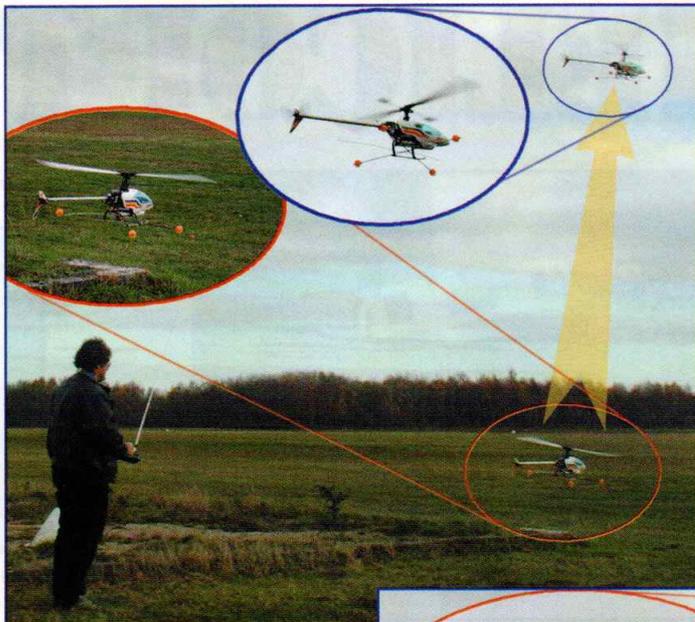
## Visualisation de courbe de gaz sur une T 14.



pas d'hésitation, le premier point accessible au dessus du pas mini sera monté pour disposer de 45 à 60 % de la puissance, afin de réduire la plage du manche inutilisable parce que le moteur ne donne pas assez de tours. Cette courbe de gaz est réglée approximativement en atelier, mais ce n'est que rotor tournant que l'on peut l'affiner. La puissance pour le stationnaire est à tester en faisant des sauts de puce avec l'hélico. On monte le manche de gaz progressivement (jamais de mise en marche brutale, pensez à l'inertie de la mécanique) jusqu'à la position de stationnaire. Si l'hélico décolle avant d'avoir atteint cette position du manche, on réduit, et on modifie sa courbe pour diminuer la puissance à ce point milieu. Si au contraire il ne décolle pas manche au milieu, il faut augmenter la puissance sur la courbe. Bien sûr, ceci suppose que le pas de stationnaire a été préalablement réglé à l'incidence.

Une fois cette puissance trouvée, on peut essayer de régler la courbe de gaz pour que le moteur tourne à régime constant sur la plus grande partie de la course du manche (sauf dans la partie basse puisque l'on veut pouvoir arrêter le moteur). Pour cela, bridez l'hélico au sol et réglez les différents points de la courbe jusqu'au plein gaz/pas pour obtenir un régime aussi constant que possible. Cela peut se faire approximativement à l'aide d'un compte-tour posé au sol sous le disque rotor. Plus le régime est constant, plus facile est le pilotage, car les effets secondaires sont plus constants. Important : faites ce type de réglage avec un accu bien chargé, en fin de décharge, il est impossible de conserver du régime plein pas !

Notez que certains variateurs pour moteurs brushless proposent une régulation électronique de régime constant.



**Ci-dessus, exemple de test de la compensation pas->anticouple en montée : L'hélico tourne vers la droite, son rotor tourne à droite, c'est que la compensation est trop forte.**

**A droite, un autre exemple, mais pour tester la compensation en descente. L'hélico a tourné vers la gauche, avec un rotor tournant à droite, là aussi on diagnostique une compensation à diminuer.**



## Inter d'autorotation

L'autorotation est le cas de figure où l'on doit poser un hélicoptère moteur en panne. Pour pouvoir la pratiquer, il faut disposer de suffisamment de hauteur ou d'une vitesse élevée. Le principe est que dès que le moteur s'arrête, on passe le pas général assez fortement en négatif, et l'hélico tombant sous son propre poids donne une vitesse qui permet au rotor de tourner naturellement, voire même de gagner des tours. C'est parce qu'il est entraîné par la vitesse de chute et non par le moteur que l'on parle d'autorotation. En arrivant près du sol, on repasse rapidement le pas en positif pour freiner la chute en utilisant l'inertie du rotor pour disposer de quelques secondes pour doser la portance et essayer de poser en douceur. Je viens d'évoquer l'inertie du rotor, hors, cette inertie est d'autant plus grande que le rotor est grand et lourd, et que sa vitesse est élevée... Mais nos hélicos électriques, qu'il soient de la classe 1 mètre ou pire, indoors, ont de petits rotors, pas bien lourds... Donc, leur inertie est faible, et il est peu envisageable de réussir une autorotation avec ces machines. Mais comme un moteur électrique a peu de raison de caler, ce n'est pas bien grave... Ce qui nous intéresse, c'est que les radios hélico ont une fonction destinée à s'entraîner à l'autorotation, prévue pour les hélicos thermiques. En basculant un inter, on passe le moteur sur une position pré-déterminée, qui

en ce qui nous concerne sera moteur coupé. On peut aussi disposer d'une courbe de pas supplémentaire qui permet d'obtenir plus de pas négatif et plus de positif. C'est la coupure moteur qui est intéressante, car elle permet d'avoir un inter de sécurité sur la radio, qui évite tout démarrage du moteur quelle que soit la position du manche de gaz-pas lors du branchement de l'accu sur l'hélico.

Sur des émetteurs très haut de gamme, le passage de cette position autorotation à la position de vol normale peut être temporisée. C'est très intéressant, car on peut alors réaliser une courbe de gaz qui donne notre fameux régime constant, même manche de gaz-pas tout en bas. Je règle personnellement la temporisation entre 5 et 10 secondes, ce qui assure un réamorçage très progressif du moteur. La coupure moteur se fait en basculant l'inter d'autorotation.

## Mixage pas collectif -> anticouple

Chaque variation du pas collectif modifie le couple, et il faut en conséquence agir sur l'anticouple pour tenir le cap. Le gyro atténue les à-coups, mais n'empêche pas l'hélico de tourner si la différence de couple dure. Le neutre du servo d'anticouple est réglé au trim pour le pas de stationnaire. Mais en dehors de cette position, l'hélico serait détrimé sans le secours du

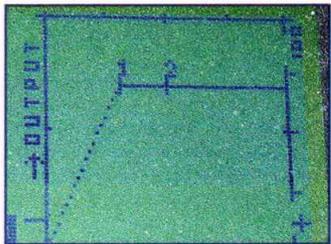
mixage pas-anticouple que l'on trouve sur les radios hélico. Nous allons encore une fois trouver au moins un réglage en trois points. L'un est ce qu'il est, c'est la position trimée de l'anticouple en stationnaire. Ensuite, il va falloir trouver un point de compensation correspondant au pas maxi, et un correspondant au pas mini. Là encore, la notice de montage doit vous donner une valeur approximative de compensation. Mais il est impossible de donner une valeur précise, car tout dépend des bras de servos que vous utilisez, du débattement du servo, etc... Toutes choses qui varient d'une marque à une autre, d'un modèle à un autre. Pour le début de votre apprentissage, vous allez voler uniquement en stationnaire, en vous efforçant de ne pas avoir à faire de fortes variations de pas. La compensation, même approximativement réglée, suffira. Mais dès que vous voudrez effectuer une montée plus musclée, il faudra affiner ce réglage.

Pour pouvoir y procéder, il faut impérativement maîtriser le stationnaire à 10 cm du sol, à hauteur des yeux, à 3 mètres et même entre 5 et 10 mètres de haut.

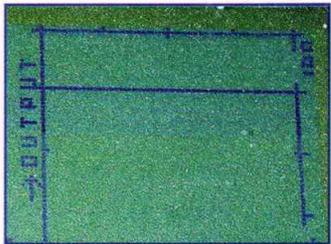
Pour régler le mixage pour la montée, stabilisez l'hélico en stationnaire, et augmentez rapidement et de façon importante le pas collectif. L'hélico s'élève, mais il est probable qu'il tourne. Réduisez doucement et faites une descente lente, et posez. Si la rotation s'est faite dans le même sens que la rotation du rotor, c'est que la compensation est trop forte. Diminuez la et refaites le test, ainsi de suite jusqu'à ce que l'hélico effectue sa montée sans tourner. A l'inverse, si l'hélico a tourné en sens inverse du rotor, il faut augmenter la compensation.

Pour le réglage de la compensation en descente, même principe, mais en partant d'un stationnaire haut (entre 5 et 10 mètres), réduction rapide et marquée du pas et observation de la rotation, remise de pas et stabilisation en stationnaire avant de poser. Si l'hélico a tourné dans le sens du rotor, c'est que la compensation est insuffisante. Si l'hélico a tourné en sens inverse du rotor, c'est que la compensation est trop forte.

Si vous avez un moniteur, n'hésitez pas à lui demander de faire pour vous ce réglage, vous y gagnerez en confort plus rapidement. Si vous avez un gyroscope à verrouillage de cap... mettez le dans ce mode et supprimez simplement ce mixage ! C'est encore la solution la plus rapide !



**Courbe de gaz avec moteur brushless et variateur à régulateur de régime, ci-dessus en mode normal, et ci-dessous en idle-up.**



Dans ce cas, la courbe de gaz devient une droite horizontale dont la hauteur fixe un régime que le variateur se chargera de garder constant, et ce même alors que la tension de l'accu varie au fil de la décharge. Un confort extraordinaire pour le pilote, et une facilité de réglage étonnante ! Mais le compte-tour s'impose pratiquement pour savoir ce que l'on fait !

# LES BASSES II

## Avant tout !

Apprendre à piloter un hélicoptère seul est possible, mais vous allez devoir à la fois découvrir le pilotage et effectuer les derniers réglages de votre hélico, ceux que l'on ne peut faire qu'en volant. Alors, chaque fois que c'est possible, je vous conseille de vous inscrire dans un club d'aéromodélisme où des pilotes hélico vont pouvoir vous aider. Tout d'abord, ils pourront vérifier que vous avez monté correctement votre modèle, installé la radio de manière cohérente, que vos réglages sont corrects. Et puis, ils seront plus à même d'effectuer le premier vol de votre machine et d'affiner ses réglages. Ainsi, vous prendrez en main un hélico déjà stable, et ce sera d'autant plus facile ! Un conseil cependant : ne confiez jamais votre hélico à un pilote que vous n'avez pas vu à l'œuvre. Le pilote qui "se la pète", qui épate tout le monde à coup de figures violentes n'est pas le bon choix. Il faut un modéliste posé, qui rentre son propre hélico à chaque vol en parfait état, celui qui ne va pas en guise de premier vol de votre machine chercher à SE faire plaisir, mais va la régler pour son usage : l'école. S'il n'y a que des "casse-cou", il vaut encore mieux se débrouiller seul, hélas !

## Assurance

Il existe des clubs qui assurent l'école hélico en double commande, et c'est l'idéal.

Vous pouvez aussi trouver des stages de formation, soit dans des clubs, soit par des sociétés professionnelles de la formation modéliste, c'est une très bonne formule où sur une durée réduite, vous accumulez les vols.

Autre intérêt de s'inscrire à un club, l'assurance qu'il est impératif de souscrire pour couvrir les éventuels dégâts que vous pourriez occasionner à des tiers. Si vous ne vous inscrivez pas à un club, faites porter à votre assurance responsabilité civile une clause couvrant les risques liés à la pratique de l'aéromodélisme.

Pour trouver un club, la solution simple consiste à contacter la Fédération Française d'Aéro Modélisme qui regroupe plus de 600 clubs en France. Vous trouverez ainsi les clubs les plus proches de chez vous et parmi ceux-ci, ceux où l'on pratique l'hélicoptère.

### F.F.A.M.

108, rue St Maur  
75011 Paris

Tél : 01 43 55 82 03

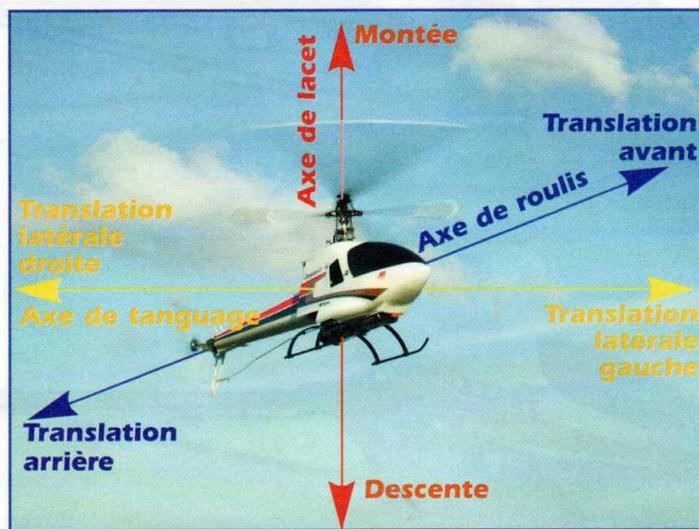
Fax : 01 43 55 79 93

## Les axes de l'hélico

Avant toute chose, il nous faut parler un langage commun. Un hélicoptère peut pivoter autour de trois axes, et il peut se déplacer le long de ces trois axes. Les trois axes passent par le centre de gravité, situé sous le rotor.

- L'axe de lacet est un axe vertical. Il est

**Nous y voilà ! Nous avons monté un hélicoptère, nous l'avons réglé, il est fin prêt, nous allons voler... Il est temps de garder son calme, la tête froide, d'avoir de la méthode et de ne surtout pas précipiter les choses. Je vous propose un ordre de progression logique, qui doit vous amener en douceur à maîtriser le pilotage de base de ces merveilleuses machines que sont les hélicoptères.**



**Les axes de rotation et les directions de translation d'un hélicoptère.**

confondu avec l'axe de l'arbre du rotor principal. C'est autour de lui que l'on va faire pivoter l'hélico à l'aide de la commande de pas du rotor anticouple. Cette rotation est appelée "lacet". En se déplaçant le long de cet axe, on fait "monter" et "descendre" l'hélicoptère verticalement, en utilisant la commande de pas collectif.

- L'axe de roulis est horizontal et entre par le nez du modèle pour ressortir par la queue. Autour de cet axe, l'hélicoptère s'incline à droite ou à gauche, en utilisant la commande de pas cyclique latéral. Cette rotation est appelée "roulis". En se déplaçant le long de cet axe, on obtient une "translation latérale".

- L'axe de tangage est lui aussi horizontal, mais entre par un côté et ressort par l'autre. Autour de cet axe, l'hélicoptère se penche en avant ou en arrière, en utilisant la commande de pas cyclique longitudinal. Cette rotation est appelée "tangage". En se déplaçant le long de cet axe, on obtient une "translation longitudinale", ou "translation avant" ou "translation arrière".

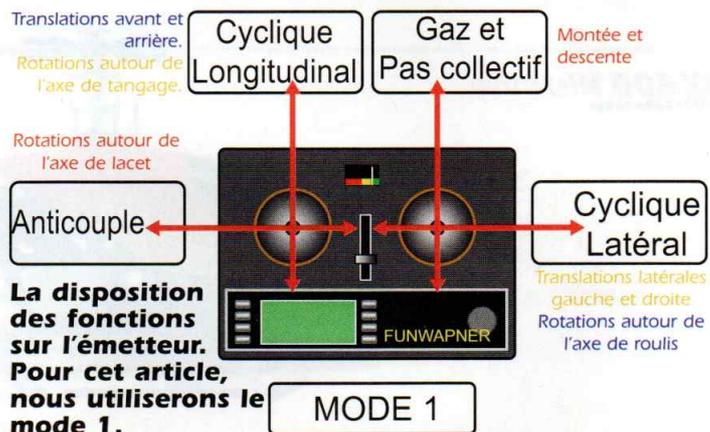
## Les commandes sur l'émetteur

Nous avons vu qu'il était possible de disposer les commandes de 4 manières différentes sur l'émetteur. Pour les exemples et illustrations qui vont suivre, nous adopterons la disposition

dite "mode 1". Si vous en choisissez une autre, il suffira de faire la correspondance entre les modes.

## Commande de pas collectif

Le manche de droite (en mode 1) va piloter à la fois le régime du moteur et le pas collectif du rotor principal, c'est à dire qu'il va gérer directement la portance du rotor. Manche vers le pilote, le pas est au minimum, voire négatif, c'est à dire qu'il ne porte pas ou même attire l'hélicoptère vers le sol. Manche au milieu, le pas est positif et le rotor porte l'hélicoptère avec une force qui doit équilibrer son poids, c'est la position utilisée pour tenir une altitude constante. Manche tout en haut, le pas est à son maximum positif et la portance est à son maximum pour faire monter l'hélicoptère. Notons que cet axe du manche ne possède pas de ressort de rappel au neutre, mais soit un cranta-



**Ci-dessous, action du manche de gaz/pas collectif**

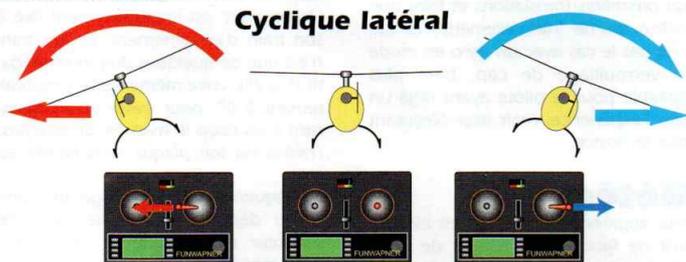


# OU PILOTAGE

ge, soit une friction (ce qui permet de lâcher le manche sans que l'hélico ne décolle tout seul).

## Commande de cyclique latéral

C'est toujours le manche de droite (en mode 1), mais déplacé de droite à gauche, qui va piloter les inclinaisons latérales et les translations latérales. Manche vers la droite, l'hélicoptère s'incline vers SA droite. Inversement, manche vers la gauche, on donne du roulis vers la gauche. Notez que dès que l'hélicoptère est incliné d'un côté, une partie de la portance de son rotor l'attire de ce côté et il se met à se déplacer latéralement du côté où il est incliné.



**Cyclique latéral vers la gauche, inclinaison à gauche et translation vers la gauche**

**Cyclique latéral vers la droite, inclinaison à droite et translation vers la droite**

Contrairement à un avion (avec du dièdre), un hélicoptère n'a pas d'autostabilité latérale. Pourquoi ? Quand l'hélico commence à se déplacer, la résistance de l'air sur son fuselage exerce une force latérale opposée au sens de déplacement, qui tend à entretenir l'inclinaison, et ce, malgré le centre de gravité bas de la machine. Plus les surfaces latérales sont importantes, plus l'effet est marqué. Tout déplacement latéral doit donc être stoppé en exerçant une action contraire sur le manche de cyclique latéral, pas simplement en recentrant le manche.

du centre de gravité, et suivant la vitesse acquise, les translations avant/arrière s'amortissent ou s'entretiennent, il n'y a pas de règle vraiment générale. Pour vos débuts, considérez que tout déplacement avant ou arrière a besoin d'être contrôlé pour s'arrêter.



**Cyclique longitudinal**

**Cyclique longitudinal vers l'avant, l'hélico s'incline vers l'avant et translate vers l'avant.**

**Cyclique longitudinal vers l'arrière, l'hélico se cabre et translate vers l'arrière.**

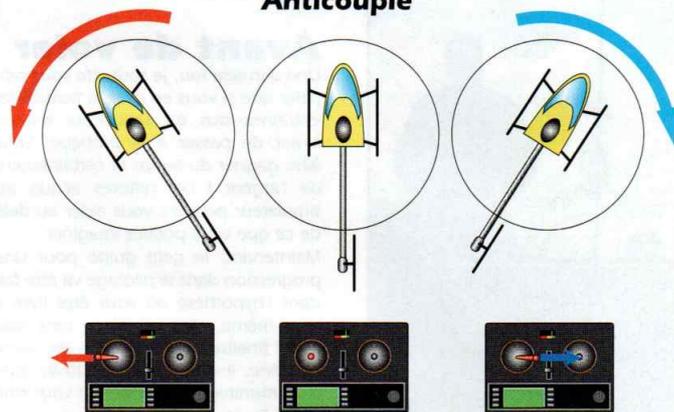
## Commande d'anticouple

Nous sommes toujours sur le manche de gauche, utilisé cette fois de droite à gauche. Manche au neutre, le rotor anticouple exerce une force qui équilibre le couple du rotor principal.

Manche vers la droite, il va modifier le pas du rotor anticouple pour exercer une force qui fasse pivoter l'hélico sur lui-même NEZ vers la droite. Manche vers la gauche, le rotor anticouple exerce une force qui fait pivoter le nez vers la gauche. Grâce aux gyroscopes installés sur les hélicoptères, les rotations en roulis s'arrêtent naturellement dès que le manche est recentré (hélico bien réglé...), du moins face au vent.

sent-ils. Le pilote qui veut voler en stationnaire avec le vent de travers doit donc manuellement appliquer une correction au manche d'anticouple pour équilibrer cet effet de girouette. Vent venant de la droite, il faudra maintenir une pression sur le manche d'anticouple vers la gauche, et inversement, vent venant de la gauche, il faudra garder une pression vers la droite.

## Anticouple

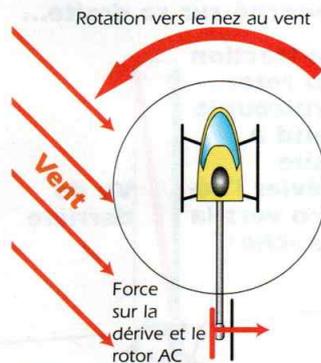


**Manche d'anticouple vers la gauche, l'hélico pivote en lacet nez vers la gauche.**

**Manche d'anticouple vers la droite, l'hélico pivote en lacet nez vers la droite.**

## L'effet de girouette

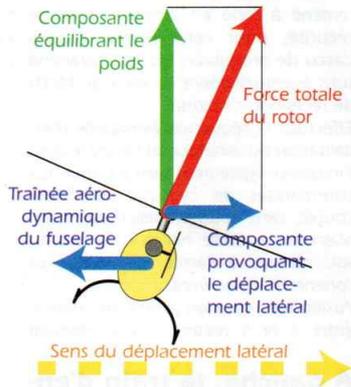
Une particularité du pilotage de l'axe de lacet à l'aide de l'anticouple est l'effet de girouette : un hélicoptère est assimilable à une girouette dont l'axe est le mât rotor. La dérive et le rotor anticouple constituent une palette à l'arrière de la poutre, bien éloignés de



**Effet de girouette : le vent vient ici 3/4 avant gauche : il pousse sur la dérive et l'anticouple et fait pivoter l'hélico nez vers la gauche, jusqu'à ce que celui-ci soit face au vent.**

## Mon hélico vole penché !

Voilà une réflexion que vous allez vous faire dès vos premiers essais de vol stationnaire. Rassurez-vous, c'est normal ! Explication : Le rotor anticouple fournit un couple qui est le résultat d'une force s'exerçant avec un bras de levier qui est la distance entre le centre de gravité et l'axe du rotor arrière, et qui doit équilibrer le couple du rotor principal. Tout serait parfait si cette force, en dehors



**En translation latérale, la traînée du fuselage entretient l'inclinaison de l'hélicoptère.**

de l'effet souhaité, n'avait pas la désagréable idée de déplacer latéralement notre hélicoptère... On pousse latéralement, ça se déplace, c'est logique (mais tant que l'on y a pas réfléchi en détail, ça ne saute pas aux yeux !). Il faut donc, si l'on veut rester sur place, trouver une force antagoniste... On va donc régler (à l'aide du trim de cyclique latéral) l'hélico pour qu'il vole très légèrement penché et qu'une petite partie de la portance du rotor principal s'oppose à la force développée par l'anticouple. COFD !

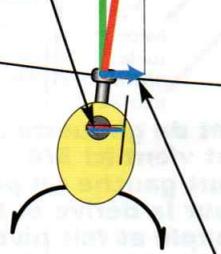
De quel côté notre hélico va-t-il pencher ? Pour un rotor tournant à droite (sens horaire vu du dessus), l'hélico devra pencher à droite et inversement. L'hélico penche du côté où tourne le rotor, c'est facile à se souvenir.



**Stationnaire sans vent... Pourtant, l'hélico est penché sur sa droite...**

**La traction du rotor anticouple tend à faire dévier l'hélico vers la gauche**

**Vu de derrière**



**En inclinant l'hélico à droite, la composante horizontale de la traction du rotor compense l'effet de l'anticouple.**

## Quand j'avance, toi tu recules...

Nous allons évoquer, tant que nous sommes sur les effets indésirables, un effet qui, rassurez-vous, ne vous posera pas trop de problème durant votre formation de base. Un hélicoptère qui se

déplace se trouve avec une pale qui avance par rapport à la masse d'air plus vite quand elle est d'un côté que quand elle est de l'autre du fuselage... Résultat, si son incidence est constante, la portance va être déséquilibrée latéralement. Moins le rotor tourne vite et plus la vitesse sur trajectoire est élevée, plus ce déséquilibre est important. En principe, donc, plus on va translater vite, plus l'hélico aura tendance à se pencher latéralement... Rassurez vous, c'est beaucoup plus sensible sur un hélico grandeur qui vole nettement plus vite, et avec des régimes rotor très faibles... A vos débuts, vous ne vous en rendez même pas compte... Ceci explique tout de même en partie pourquoi on règle souvent un régime de rotation plus élevé pour la translation que pour le stationnaire ! Je le répète cependant, pour vos premières armes, inutile de vous focaliser sur ce phénomène, vous avez mieux à faire.

## Avant de voler

Une dernière fois, je souhaite vous rappeler que si vous en avez la possibilité, entraînez-vous sur simulateur de vol avant de passer à la pratique, vous allez gagner du temps et certainement de l'argent ! Les réflexes acquis au simulateur peuvent vous aider au delà de ce que vous pouvez imaginer.

Maintenant, le petit guide pour une progression dans le pilotage va être fait dans l'hypothèse où vous êtes livré à vous même, sans moniteur, sans aide pour finaliser les réglages de votre machine. Il est certain que toute aide d'un moniteur compétent va vous simplifier la vie.

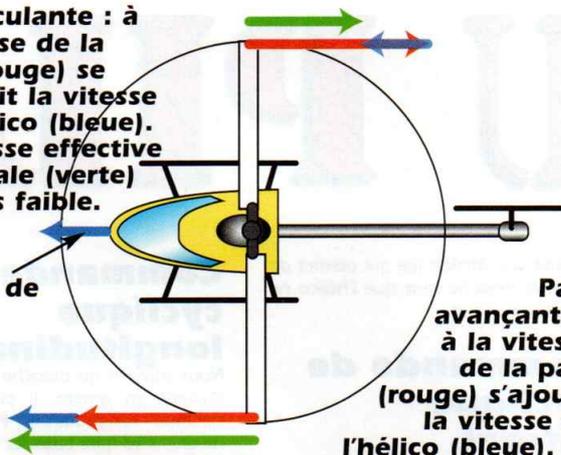
## Train d'entraînement

Pour vos premiers vols, il est indispensable de donner une assise large au sol à votre machine. Pour cela, il faut acheter ou se confectionner un train d'entraînement qui peut être constitué d'un cerceau ou tout simplement d'une croix en tubes carbone munis de balles de ping-pong aux extrémités. C'est la solution la mieux adaptée en terme de simplicité et de légèreté pour les hélicos électriques, indoor ou classe 1 mètre. Pour la classe 1 mètre, les tubes feront 75 à 80 cm de long (ça tombe bien, on trouve facilement des tubes carbone en 1,6 m de long...). Ce train d'entraînement sera fixé au train d'origine, en utilisant des colliers rilsan (Tie-rip). Vous allez le garder jusqu'à ce que le stationnaire et les translations lentes ne vous posent plus de difficulté, et vous le remonterez chaque fois que vous effectuerez une modification d'équipement ou de réglage de la machine, le temps de vérifier que les régals de base sont toujours bons ou qu'il faut les retoucher.



**Pale reculante : à la vitesse de la pale (rouge) se soustrait la vitesse de l'hélico (bleue). La vitesse effective de la pale (verte) est plus faible.**

**Vitesse de l'hélico**



**Pale avançante : à la vitesse de la pale (rouge) s'ajoute la vitesse de l'hélico (bleue). La vitesse effective de la pale (verte) est plus importante.**

## Gyroscope

Pour cette initiation, nous convenons d'utiliser un gyro fonctionnant en mode standard. Cela permet de mieux ressentir les réactions de l'hélico et de véritablement apprendre à travailler avec l'anticouple. Par ailleurs, l'effet de girouette va être utilisé pour faciliter nos premières translations et faire que l'hélico tourne "naturellement", ce qui n'est pas le cas avec un gyro en mode de verrouillage de cap, bien plus agréable pour le pilote ayant déjà un peu d'expérience, mais trop déroutant pour le novice.

## Météo

Pour apprendre à piloter, il est évident qu'il ne faudra pas essayer de voler dans une tempête. Mais il n'est pas utile de chercher systématiquement le vent nul (sauf avec les indoors). Les hélicos classe 1 mètres supportent bien le vent et il est même plus facile de tenir le stationnaire bas avec un léger vent de face que sans vent du tout. L'explication : le vent chasse les turbulences que votre rotor provoque sous la machine. Sans vent, vous êtes dans vos propres remous tant que vous êtes en effet de sol, c'est-à-dire patins à moins d'un diamètre à un diamètre et demi de rotor principal du sol. 5 à 10 km/h de vent ne sont donc pas un handicap pour débuter.

## Premiers sauts de puce

Nous y voilà, l'accu est chargé celui de la radio également. Vous allez commencer par trouver un terrain de vol dégagé. Ne succombez pas à la tentation de vouloir faire votre premier essai dans votre cour ou pire dans votre garage. Vous n'êtes pas en mesure de faire rester l'hélico sur place du premier

coup !

Si vous êtes dans un club de modélisme, ce sera le terrain du club. Sinon, choisissez un prairie la plus vaste possible, et surtout vide d'obstacles proches (arbres, clôtures, voiture (même la votre)). Si vous êtes accompagné, demandez à votre entourage de rester en permanence derrière vous.

L'hélicoptère est impérativement fixé à son train d'entraînement. Le pas mini n'est que de quelques degrés en négatif (1 à 2°), voire même réglé temporairement à 0°, pour éviter qu'en abaissant d'un coup le manche de gaz/pas, l'hélico ne soit plaqué violemment au sol.

La séquence de démarrage de votre hélico dépend du modèle de votre variateur électronique et de la programmation de votre radio, et là, impossible de généraliser. Les notices de ces équipements vous indiquent la marche à suivre. Quoi qu'il en soit, l'émetteur est toujours allumé le premier, et faites SYSTEMATIQUÉMENT une check-list complète des différents trims et inters de l'émetteur. La position du manche de gaz et éventuellement de l'inter d'autorotation s'il est utilisé pour couper le moteur doit être mis en accord avec les spécificités du variateur pour son initialisation correcte (certains variateurs imposent une mise sous tension en position "plein gaz" - mais le moteur ne démarre pas pour autant - puis un passage plein ralenti, après quoi seulement, le variateur peut envoyer du courant au moteur). Pour vos tous premiers essais, je vous recommande d'avoir obligatoirement le moteur coupé quand le manche est ramené à fond en arrière. C'est une sécurité, pour cette phase initiale. L'accu de propulsion est alors branché suivi éventuellement de l'inter de l'accu de réception s'il existe.

Effectuez la séquence éventuelle d'initialisation du variateur, et laissez le gyro s'initialiser également sans toucher aux commandes de cyclique et d'anticouple, sans bouger l'hélico non plus. Maintenant, votre hélico doit être au sol, moteur à l'arrêt, et vous allez l'orienter face au vent.

Positionnez vous en arrière de l'hélico, entre 3 et 5 mètres, éventuellement

**A gauche, le train d'entraînement en gros plan : il est indispensable pour faire vos premières armes.**



**Si vous n'êtes pas sur la piste d'un club, faites votre apprentissage dans une prairie vaste et très dégagée ! Pour vos premiers sauts de puce et l'apprentissage du stationnaire, placez vous 3 à 5 mètres en arrière de l'hélico.**

très légèrement décalé d'un côté ou de l'autre (pas plus d'un mètre), car cela permet de mieux voir si le modèle s'incline en avant ou en arrière. Il n'y a plus qu'à y aller...

### Faire les trims

Vous allez pousser doucement le manche de gaz/pas vers l'avant, le rotor commence à tourner. Montez le très progressivement, l'hélico va petit à petit s'alléger sur son train. Si le sol est suffisamment lisse, la première réaction visible sera certainement une tendance à pivoter autour de l'axe de lacet. Les balles de ping-pong du train d'entraînement facilitent cette rotation en roulant. Utilisez le trim d'anticouple pour annuler cette rotation. Prenez tout de suite la bonne habitude de visualiser le nez de l'appareil, pas la queue, même si elle est vers vous. C'est le nez qui tourne à droite ou à gauche et qui vous indique la correction à effectuer. Nez à droite, correction à gauche, et inversement. Continuez à monter le manche de gaz/pas, jusqu'au moment où le train commence à se soulever (certains ont un côté avant l'autre) et vérifiez qu'à ce moment, le trim d'anticouple est toujours bon. Si ce n'est pas le cas, c'est normal, la compensation pas-anticouple n'est pas finalisée. Mais pour affiner le réglage du trim, contentez vous de visualiser dans quel sens il faut le retoucher, diminuez le gaz/pas pour que l'hélico repose stable sur son train et retouchez à ce moment le trim. Refaites un essai, et ce jusqu'à ce que le trim d'anticouple soit parfait quand le modèle est juste au point de décollage. C'est un axe de fait ! Maintenant, poussez à peine plus le manche de gaz/pas. L'hélico commence à se soulever pour de bon. Immanquablement, il va essayer de "se sauver". Il va se pencher latéralement et en avant ou en arrière. Ne le laissez pas monter. Contentez vous de noter les sens où il penche et diminuez rapidement le gaz/pas pour qu'il se repose. Ajustez les trims dans le sens des corrections nécessaires. Exemple : il décolle en partant sur l'avant et vers la droite, mettez du trim de longitudinal vers

l'arrière et du trim de latéral vers la gauche, d'un ou deux crans. Recommencez l'essai et ce jusqu'à ce que l'hélico décolle sans se déplacer, ou vraiment très peu. Quand c'est fait, vous êtes prêt pour commencer à travailler le stationnaire ! Ne soyez pas surpris si vous visez un accu pour faire ces premiers réglages de trims. Si votre émetteur le permet, entrez les trims en mémoire, afin de commencer les vols suivants avec les trims au neutre, c'est plus facile que de devoir se souvenir "où ils étaient la dernière fois"... Vous avez le droit de souffler un peu avant de passer à l'étape suivante.

### Premiers stationnaires

Nous y voilà. On commence de la même façon, hélico face au vent, pilote en arrière. Motez le gaz/pas et arrivez à la position de stationnaire en douceur. Dès que l'hélico s'allège, vous constatez qu'il va bel et bien pencher d'un côté (sur tous les classe 1 mètre du marché, c'est à droite, puisque tous ont un rotor qui tourne à droite) pour ne pas se sauver latéralement. A vous maintenant de doser le gaz/pas pour que le train effleure le sol, en décollant à peine. En fait, le côté droit sera enco-

décollé d'un ou deux centimètres... Il vous reste à garder le cap en utilisant le manche d'anticouple, à contrer toute tendance à embarquer latéralement par un ordre doux mais sans délai, sur le manche de cyclique latéral, et à empêcher l'hélico d'avancer ou de reculer à l'aide du manche de cyclique longitudinal. Au départ, si vous sentez que le moindre mouvement vous échappe, le réflexe sera de réduire le gaz/pas en douceur, mais sans attendre, pour que l'hélico se repose immédiatement. S'il y a un peu de vent, vous pouvez mettre un ou deux crans de trim de longitudinal vers l'avant, pour contrer le vent qui veut ramener l'hélico en arrière, c'est à dire sur vous.

Notez que l'hélico ne doit pour l'instant pas dépasser 5 à 10 centimètres de haut (entre le sol et les boules du train d'entraînement). En effet, à cette hauteur, tout début de perte de contrôle, panique, instant de doute, est sauvable en coupant le gaz/pas. Cette façon de rattraper une erreur ne sera utilisée que pour vos tous premiers vols, à cette très basse hauteur. En effet, par la suite, nous verrons que sauver un hélico, c'est au contraire donner du gaz/pas franchement vers le haut et du cyclique longitudinal vers l'avant pour grimper et prendre de la vitesse. Mais pour l'instant, il vous est interdit de prendre de la vitesse et de grimper, vous ne savez pas encore maîtriser ces configurations. Donc, pour le moment, si l'hélico tente de monter au dessus de 10 centimètres, commencez par diminuer le manche de gaz/pas un peu en dessous de la position de stationnaire, et si ça ne va pas, coupez complètement avant qu'une inclinaison trop forte ne survienne.

Cet exercice va être poursuivi jusqu'à ce que vous stabilisiez l'hélico avec assurance dans un rayon disons de 2 mètres. N'oubliez pas de toujours tenir le nez de la machine à cap constant, nez face au vent.

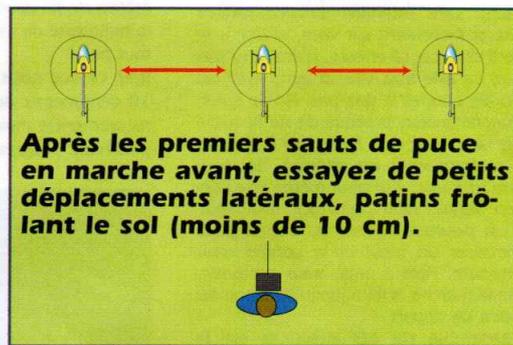
### Sauts de puce

Quand vient cette assurance, vous pouvez commencer à essayer de déplacer volontairement l'hélico très lentement, par petites touches. Le premier déplacement sera une marche avant :

donnez un peu de cyclique avant (les ordres sur les manches sont d'un à deux millimètres, plus une pression qu'un déplacement), l'hélico se penche légèrement, commence à avancer. Dès que le mouvement est bien perceptible, ramenez le manche au neutre, et réduisez un peu le gaz pas pour poser. C'est un saut de puce, mais c'est le début du contrôle véritable de l'hélico ! Recommencez plusieurs fois cet exercice avant de l'améliorer en ralentissant volontairement le mouvement par une petite pression vers l'arrière au manche de longitudinal, et en posant juste quand la vitesse s'annule. Sympa, non ? Si vous avez de la place, avancez avec votre hélico, ça fait une petite balade, et ça détend. Saut de puce après saut de puce, vous apprivoisez les inerties et les réactions de votre Ami Coptère comme disait mon camarade Daniel Choureaux dans ses chroniques et y a quelques années (merci Daniel, j'ai tout relu avant de faire mes débuts !). Notez que pour ces déplacements très lents, les inclinaisons du rotor sont très faibles et vous n'avez pratiquement pas à ajouter de gaz/pas, contrairement aux inclinaisons plus sérieuses qui conduiront aux translations rapides, mais ce sera plus tard.

### Un pas à droite...

Un pas à gauche... Puisque nous commençons à sentir notre machine dans des déplacements vers l'avant, nous allons faire la même chose en latéral. Partant d'un stationnaire toujours aussi bas, nous allons donner une pression sur le cyclique latéral vers la droite. L'hélico commence à se déplacer à droite et vous allez devoir être vigilant sur l'anticouple, car l'effet de girouette va vouloir faire partir le nez à droite. Là encore, dès que le mouvement est amorcé, contrez le doucement par un ordre contraire sur le latéral pour stopper le mouvement et dès que le mou-



**Après les premiers sauts de puce en marche avant, essayez de petits déplacements latéraux, patins frôlant le sol (moins de 10 cm).**

**Pour découvrir le cyclique longitudinal, de petits sauts de puce sont efficaces. On décolle, une poussée vers l'avant, et on repose sans avoir laissé monter à plus de 10 cm. Vous pouvez marcher doucement derrière l'hélico.**



Dès que le stationnaire devant vous est à peu près stable, voici un exercice pour maîtriser le cyclique latéral : décollage devant vous, décollage à droite, poser, redécoller, revenir devant, poser, recommencer à gauche... La perspective ne le montre pas, mais l'hélico est toujours 5 mètres en avant du pilote.



vement est stoppé, posez en réduisant doucement le gaz/pas. Travaillez cet exercice à droite et à gauche pour ne pas prendre plus une habitude d'un côté que de l'autre. Quand cet exercice devient familier, améliorez le en re-décollant de là où vous avez posé et en revenant devant vous. Enfin, terminez cet exercice en stoppant le déplacement latéral, mais sans poser et revenez devant, marquez un temps d'arrêt, repartez de l'autre côté et ainsi de suite. L'idéal est de décrire des déplacements latéraux de 3 à 5 mètres. Ainsi, vous apprenez aussi à visualiser votre hélicoptère non plus de derrière, mais de 3/4 arrière.

## On recule

Nous allons terminer cette première phase par le même exercice mais en marche arrière. Pour cela, commencez par une marche avant sur 5 mètres, sans suivre à pied le modèle. Re-décollez et d'une pression vers l'arrière sur le longitudinal, initialisez la reculade. Dès que c'est parti, redonnez du longitudinal vers l'avant pour stopper le mouvement, sans attendre. L'hélico revient vite et facilement sur vous, aidé par le vent de face. Là encore, n'attendez pas que ça aille trop vite, si vous avez un doute, coupez le gaz/pas. Notez qu'en marche arrière, la tenue de l'anticouple est un peu moins facile, car l'effet du vent (girouette) est atténué. En reculant trop vite, il se peut même que l'hélico veuille faire demi-tour tout seul. C'est pourquoi il faut au départ juste initialiser un recul et le contrer sans attendre. Petit à petit, vous prolongerez la marche arrière jusqu'à revenir au point de départ.

L'ensemble de ces exercices est la phase initiale de votre apprentissage. Ne cherchez pas à monter d'avantage tant que vous ne maîtrisez pas totalement ces exercices, sans appréhension et sans hésitations. Rappel : durant tous ces exercices, nous avons gardé le nez face au vent.

## Phase 2 : on monte d'un cran

Maintenant, il va falloir se décider à grimper un peu. D'abord, parce qu'on ne va pas passer notre vie à frôler le sol, ensuite parce qu'en montant, on va quitter l'effet de sol, on va sortir des remous provoqués par notre rotor, et ce sera plus stable, plus confortable, plus agréable. Mais à partir de maintenant, il va falloir se fixer une règle

contraire à ce que nous avons pratiqué jusqu'ici : ne plus jamais couper le manche de gaz/pas brusquement ! Dès que nous aurons dépassé 10 centimètres de haut, une coupure brutale entraînerait un atterrissage violent, avec pour conséquence des pales qui par inertie descendent jusqu'à toucher le tube de queue, et donc au minimum pales et tube à remplacer, d'où des frais, mais aussi les réglages de tracking, l'équilibrage, etc... à refaire à zéro ! C'est pourquoi j'ai tenu à vous apprendre dès le départ à réaliser des mini-translations au ras du sol...

**Maintenant, quoi qu'il arrive, si ça ne va pas, on montera le gaz pas et on donnera un peu de cyclique avant, pour :**

- Ne pas poser brutalement.
- Se retrouver en marche avant.

On sera alors dans une situation un peu mieux connue, il suffira de ralentir la translation comme on l'a appris, stabiliser la machine rotor horizontal face au vent, et de réduire ensuite seulement et tout doucement pour poser. Il vaut mieux poser à 25 ou même 50 mètres de soi et aller chercher l'hélico à la main que de tenter de le ramener à tout prix !

Bref, ce que nous avons fait entre 5 et 10 centimètres du sol, nous allons le recommencer mais en montant un peu plus haut, progressivement.

## Quelles hauteurs ?

On peut distinguer des hauteurs typiques qui changent les habitudes, les perceptions, la visualisation du modèle d'hélicoptère en stationnaire.

- 10 cm du sol : on est complètement en effet de sol, dans les remous du rotor, on voit l'hélico du dessus, la visualisation est facile.

- 50 cm du sol : la visualisation change peu, on ressent toujours les remous.

- 1 m du sol : les remous se font moins sentir surtout dès qu'il y a un peu de vent.

- Hauteur des yeux : On est sorti de l'effet de sol, l'hélico est plus stable, mais la visualisation est très différente, on ne voit plus le disque rotor.

- 3 mètres : cette fois, on voit l'hélicoptère par le dessous, et on a l'impression qu'il est au dessus de soi même quand il est à 5 mètres de distance horizontale.

## On reprend

Les exercices réalisés au ras du sol, il ne reste plus qu'à les effectuer successivement aux hauteurs décrites ci-dessous, en ne montant d'un étage qu'une fois le précédent parfaitement maîtrisé. On veillera particulièrement à stabiliser la hauteur à plus ou moins 20 centimètres pour que ces exercices soient

payants. On continue à garder le nez face au vent.

N'oubliez pas que maintenant :

**ON NE COUPE PAS LES GAZ !**

Nous sommes trop haut, même à 50 cm, pour espérer que l'hélico se pose sans casse en abaissant brutalement le manche de gaz/pas. Si la situation commence à vous inquiéter, remontez au contraire le gaz/pas de quelques crans, stabilisez le rotor horizontal, puis remettez le nez face au vent s'il n'y est pas. Seulement alors, revenez au pas de stationnaire, puis diminuez doucement le pas pour une descente lente et posez, même loin de vous et allez rechercher l'hélico à la main. On est tous passés par là, rassurez vous !

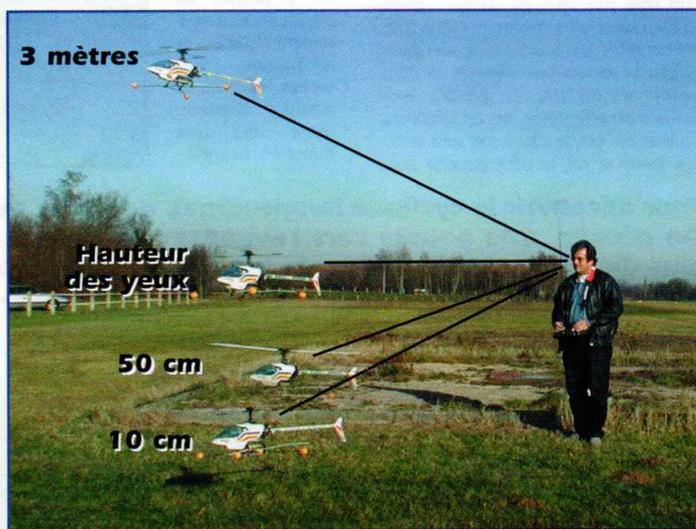
Les exercices au ras du sol se faisaient sur des amplitudes de 3 à 5 mètres, plus vous allez les pratiquer haut, plus vous pourrez leur donner d'ampleur. A 1 mètre, les déplacements se feront sur 6 à 8 mètres, à hauteur des yeux sur une dizaine de mètres, à 3 mètres sur 15 mètres. Ainsi, comme les chats, vous agrandissez petit à petit votre "territoire".

## Nouveaux exercices

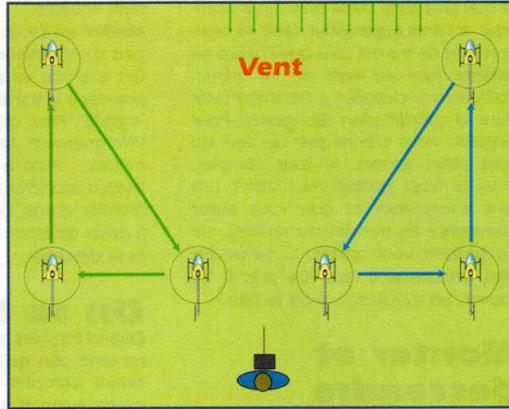
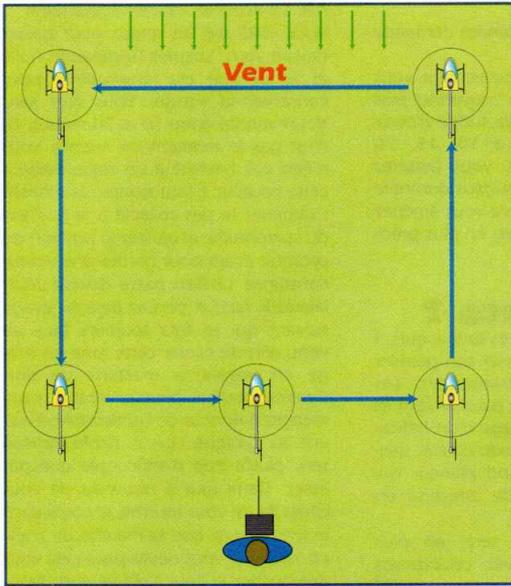
A partir de 1 m de haut, nous allons pouvoir ajouter quelques exercices très formateurs pour la coordination :

- Le carré : en partant du stationnaire devant le pilote, déplacement latéral 5 mètres à droite, blocage de la translation, et sans poser, translation avant sur une dizaine de mètres, arrêt, toujours sans poser, translation latérale très lente à gauche jusqu'à devant vous, une pause, reprise de cette translation jusqu'à 5 mètres plus à gauche, arrêt, marche arrière très lente sur une dizaine de mètres, arrêt et retour en translation latérale droite pour finir devant vous et poser. Un exercice qui vous fait travailler énormément la coordination latéral/anticouple et qui vous permet de voir votre hélico sous des angles variés, mais toujours de l'arrière (de dos, 3/4 arrière gauche, 3/4 arrière droit). Si à un moment quelconque de l'exécution, vous ne vous sentez pas à l'aise, posez doucement, soufflez, allez chercher l'hélico à la main avant de reprendre. Faites le même circuit dans l'autre sens.

- Le triangle : Le départ est le même : Translation à droite, puis translation avant. Mais à ce moment, faites un retour devant vous en tradant arrière et latéral simultanément. Avantage : l'angle de vision ne change pas, ça aide beaucoup, et ça fait travailler la

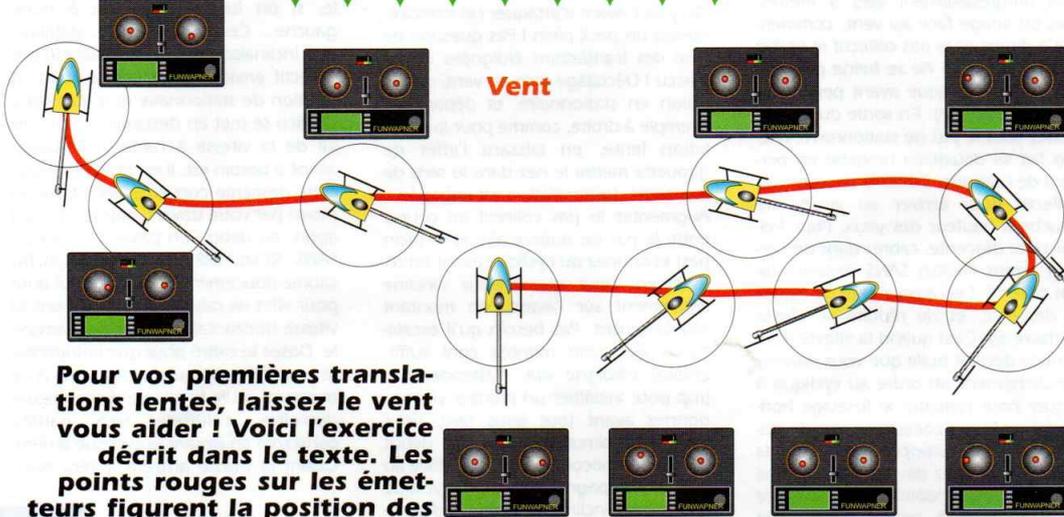


**Les différentes hauteurs types auxquelles vous effectuerez l'apprentissage du stationnaire et des translations lente, en commençant par la plus basse. La visualisation change à chaque étape.**



**Deux exercices particulièrement formatifs : le carré et les triangles à droite et à gauche. Attendez de maîtriser les petites translations et le stationnaire à 1 mètre du sol pour les pratiquer.**

**Poser en réduisant doucement le gaz/pas**



**Pour vos premières translations lentes, laissez le vent vous aider ! Voici l'exercice décrit dans le texte. Les points rouges sur les émetteurs figurent la position des manches au fil du vol. Notez que la première rotation à droite est uniquement due à l'effet de girouette lié au départ en translation à droite que vous ne corrigez pas volontairement. Ensuite, une pression sur le cyclique avant entretient la translation.**

**Ensuite, avant de virer, on freine légèrement par une pression à cabrer, suivie d'une remise face au vent à l'anticouple, ordre maintenu pour repartir de l'autre sens. Une poussée à piquer relance la translation, puis, après être passé devant soi, on freine à nouveau, et on remet face au vent, avant de poser.**

composition des translations. Malgré les apparences, ce retour est plus facile que le marche arrière décalée sur le côté du carré.

### Une étape se termine

Avec ces exercices, vous avez débloqué le travail en stationnaire aux altitudes les plus utiles. Ces déplacements très lents sont ce que l'on appelle du travail "en stationnaire", même si on n'est pas resté effectivement sur place. Il est à mon sens important de ne pas s'acharner "que" sur une immobilité parfaite. Il faut rapidement maîtriser les mouvements lents, c'est leur maîtrise qui fait disparaître la peur du véritable stationnaire.

Ce travail bien maîtrisé, le réflexe de "couper les gaz" définitivement perdu, si vous aviez limité le pas mini du rotor principal à 0°, c'est le bon moment pour remettre le pas mini préconisé par la notice de montage (en général compris entre -1 et -3°) pour les débuts (les réglages voltige n'ont rien à voir, et ne sont pas l'objet de ce hors série). Vous aurez besoin de pouvoir descendre le pas plus significativement pour la suite. Vous avez pu au fil de ces vols chronométrer le temps de vol qu'assurent vos accus. C'est le moment si c'est possible de configurer le chrono de votre radio en compte à rebours : il devra dorénavant vous prévenir quand il ne reste plus qu'une minute et demie de "carburant", afin de rester sagement près du sol et en stationnaire pour finir le pack.

### Translations lentes

Nous allons y aller en douceur, et transformer nos petits déplacements à cap constant en déplacements à peine plus rapides, mais en volant plus dans le sens normal de la marche... Je vous propose l'exercice suivant : Décollage comme d'habitude devant vous, stabilisation à 1 mètre. Comme dans les premiers exercices, vous allez initier une translation latérale, mais en "oubliant volontairement" de tenir le cap à l'aide de l'anticouple. Par effet de girouette, le nez va de lui même s'orienter vers la droite, dans le sens de la marche, et probablement descendre un peu. Sans attendre, freiner la tendance à accélérer, laissez parcourir



**La même évolution vue en 3 dimensions, notez l'amplitude limitée à 5 m de chaque côté du pilote.**

quelques mètres, ralentissez complètement le mouvement d'une pression à cabrer sur le longitudinal. Profitez que l'hélico s'arrête pour le remettre face au vent d'un ordre à gauche sur l'anticouple. Vous revoilà stable, arrêté comme dans l'exercice précédent. Un peu de latéral à gauche maintenant, sans corriger à l'anticouple et vous repartez vers la gauche, le nez se mettant de lui-même dans le sens de la marche. Laissez passer l'hélico devant vous et refaites le même freinage à votre gauche, avec remise face au vent à l'arrêt... C'est bon ? Il ne reste plus qu'à enchaîner ces évolutions sans arrêter complètement à droite et à gauche et vous aurez appris à faire des "8" devant vous ! Pour revenir ? Freinez la trajectoire avant de passer devant vous et remettez face au vent, vous êtes en stationnaire, situation connue. Vous noterez que vous ne faites virer l'hélico qu'à l'anticouple, sans incliner l'hélico, ce qui est caractéristique des translations lentes. D'autre part, les "virages" dans cet exercice se font toujours en regardant l'hélico de l'arrière pour éviter les inversions. Cet exercice comme toujours, une fois maîtrisé à 1 mètre, sera repris à hauteur des yeux, puis à 3 mètres.

## Travailler vent de travers

Avant d'aller plus loin dans les translations, il nous faut nous familiariser avec le vent latéral. Je vous propose l'exercice suivant : Stabilisez un stationnaire devant vous, entre 1 m et la hauteur des yeux. Effectuez un déplacement latéral en essayant de garder la queue de l'hélico pointée vers vous. En principe, il faudrait donner de l'anticouple dans le sens du déplacement, mais du fait de l'effet de girouette, il est probable qu'il faille soit juste "laisser faire", soit même contrer encore légèrement à l'anticouple. Gardez une pression à cabrer sur le longitudinal pour que l'hélico n'avance pas et reste à distance constante de vous. Commencez par décaler votre axe de vol de 45° et stabilisez cette position : le vent venant de 3/4 avant, vous allez devoir conserver une pression constante sur l'anticouple à l'opposé du vent pour que la machine ne remette pas le nez face au vent. Ramenez ensuite l'hélico par le chemin inverse devant vous et refaites l'exercice de l'autre côté. Petit à petit, décalez votre axe de vol de 60°, puis de 90° (vent plein travers). Vous noterez que plus le vent est de travers et plus il est fort, plus votre hélico doit être incliné vers le vent pour rester en stationnaire,

et que plus forte est la pression à maintenir à l'anticouple pour tenir la position vent de travers sans que l'hélico ne remette face au vent de lui-même. Voilà un exercice tout à fait intéressant pour la coordination des gestes. Pour l'instant, nous n'irons pas au delà du vent plein travers, le tour complet, vous le ferez quand vous aurez pris plus d'assurance et que vous aurez commencé les translations rapides, car en passant vent arrière, la tenue est plus délicate et il faut être prêt à "se sauver" en translation si on se rate...

## Monter et descendre

Avant de passer à la translation rapide qui va supposer de voler plus haut que jusqu'ici. Mais il va falloir apprendre à monter et descendre en translation. Une fois encore, allons-y progressivement :

On reprend l'exercice des "8" devant nous, mais en laissant partir à droite, on va augmenter le pas collectif pour que l'éloignement se fasse en montant. Laissez au départ monter à 3 mètres, puis progressivement vers 5 mètres. Lors du virage face au vent, commencez à diminuer le pas collectif et veillez à ce que l'hélico ne se freine pas trop (un peu de cyclique avant peut aider en cas de besoin). En sortie du virage, passez sous le pas de stationnaire, l'hélico fait sa deuxième branche en perdant de l'altitude. Dosez la descente au collectif pour arriver au virage de gauche à hauteur des yeux. Pour freiner cette descente, cabrez dans un premier temps l'hélico SANS remettre de pas collectif. Ceci a pour effet de freiner la descente, et de réduire la vitesse horizontale. C'est quand la vitesse horizontale devient nulle que vous donnez simultanément en ordre au cyclique à piquer pour remettre le fuselage horizontal, et le pas collectif au pas de stationnaire pour stopper totalement la descente. Rentrez devant vous comme vous en avez l'habitude. Cet exercice vous apprend à arrêter proprement une translation en descente. En effet, si vous descendiez en poussant sur le cyclique avant, vous prendriez de la vitesse. Si vous cherchez à freiner votre descente en remettant du pas collectif trop tôt, l'appareil cesse de descendre,

mais accélère. Monter est facile, descendre demande plus d'entraînement. Cet exercice va progressivement vous amener à la translation "moyenne" puis "rapide". Pour cela, il va suffire d'étirer l'éloignement latéral à 10, 15, 20 mètres... Petit à petit, vous laisserez l'hélico accélérer un peu plus durant le premier virage, ce qui va vous amener à doser de façon de plus en plus précise la descente.

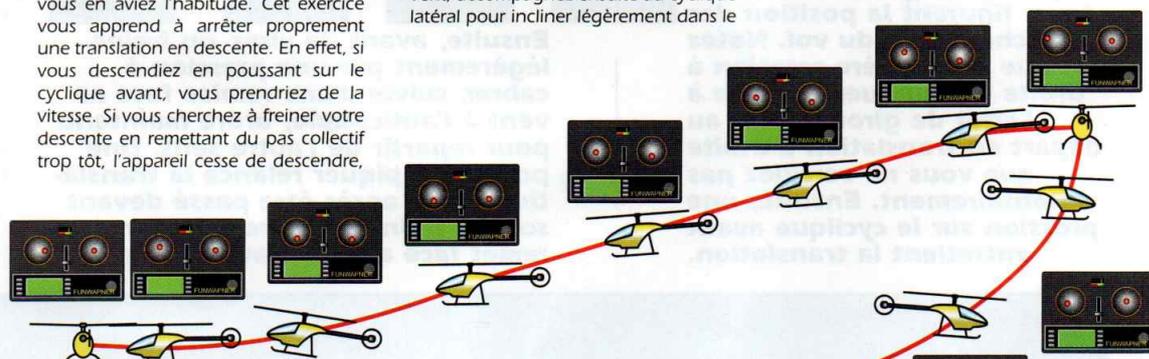
## On se lance ?

Quand tous ces exercices sont acquis, il ne reste plus qu'à réaliser son premier circuit complet en translation. Les pilotes avion et surtout planeur sont ici avantagés, car le pilotage d'un hélicoptère en translation rapide est très similaire à celui d'un grand planeur qui demande beaucoup de direction en virage.

Votre premier circuit sera, en plus grand, plus haut, plus vite, celui de vos premières translations lentes : un "8" très étiré, avec des virages face au vent, toujours vus de l'arrière, comme en vol de pente planeur...

On y va ? Avant d'attaquer cet exercice, mettez un pack plein ! Pas question de faire des translations éloignées en fin d'accu ! Décollage face au vent, stabilisation en stationnaire, et départ par exemple à droite, comme pour la translation lente, en laissant l'effet de girouette mettre le nez dans le sens de la marche. La translation est engagée... Augmentez le pas collectif mi course entre le pas de stationnaire et le plein pas) et donnez du cyclique avant simultanément pour que l'hélico s'incline légèrement sur l'avant, en montant régulièrement. Pas besoin qu'il escalede le ciel, une montée cool suffit. L'hélico s'éloigne vite, n'attendez pas trop pour initialiser un premier virage : donnez avant tout (plus tard, vous ferez tout simultanément) un début d'ordre à l'anticouple pour virer face au vent, accompagnez ensuite au cyclique latéral pour incliner légèrement dans le

nal. S'il accélère, cabrez légèrement. Vous voilà sur un retour pour passer devant vous. Soignez l'inclinaison nulle et le dosage du longitudinal pour conserver la vitesse. Vous êtes sans doute monté entre 10 et 20 mètres, ce n'est pas le moment de ralentir, vous n'êtes pas habitué à un stationnaire à cette hauteur. Il faut stopper la montée : ramenez le pas collectif à la position du stationnaire et ajustez la position du cyclique avant pour garder une vitesse constante. L'hélico passe devant vous, laissez le faire et pensez déjà au virage suivant qui se fera toujours face au vent, afin de piloter cette mise en virage en voyant la machine de dos. Comme pour le premier virage, commencez à donner de l'anticouple et suivez au cyclique latéral, faible inclinaison, plutôt trop d'anticouple que pas assez. Demi tour à nouveau. Je vous conseille de vous tourner, le corps dans le même sens que la marche de l'hélico, même si vous devez pour cela vous démancher le cou. Cela va vous faciliter le retour en partie face à vous, une situation où le débutant risque les inversions, puisque la droite du modèle, si on lui fait face, est à notre gauche... Ce virage terminé, stabilisez une inclinaison nulle et réduisez le pas collectif environ à mi course entre la position de stationnaire et le pas mini. L'hélico se met en descente, conservez lui de la vitesse à l'aide du cyclique avant si besoin est. Il est préférable que cette descente converge vers le sol au moins par votre travers, plus tôt un peu après, au début. En passant 3 mètres, SANS REMETTRE DE PAS COLLECTIF, cabrez doucement l'hélico, ce qui aura pour effet de ralentir simultanément sa vitesse horizontale et sa vitesse verticale. Dosez le cabré pour que la trajectoire se stabilise à hauteur des yeux. A ce moment, seule la vitesse devra encore décroître, l'altitude sera gardée constante en dosant le cyclique arrière. Quant la vitesse arrivera à zéro (sans



**Les points rouges sur les émetteurs sont les positions des manches.**

**Vent**

**Commencez par des allers-retour à 45° de l'axe initial, puis, augmentez jusqu'à 90°, vent plein travers.**

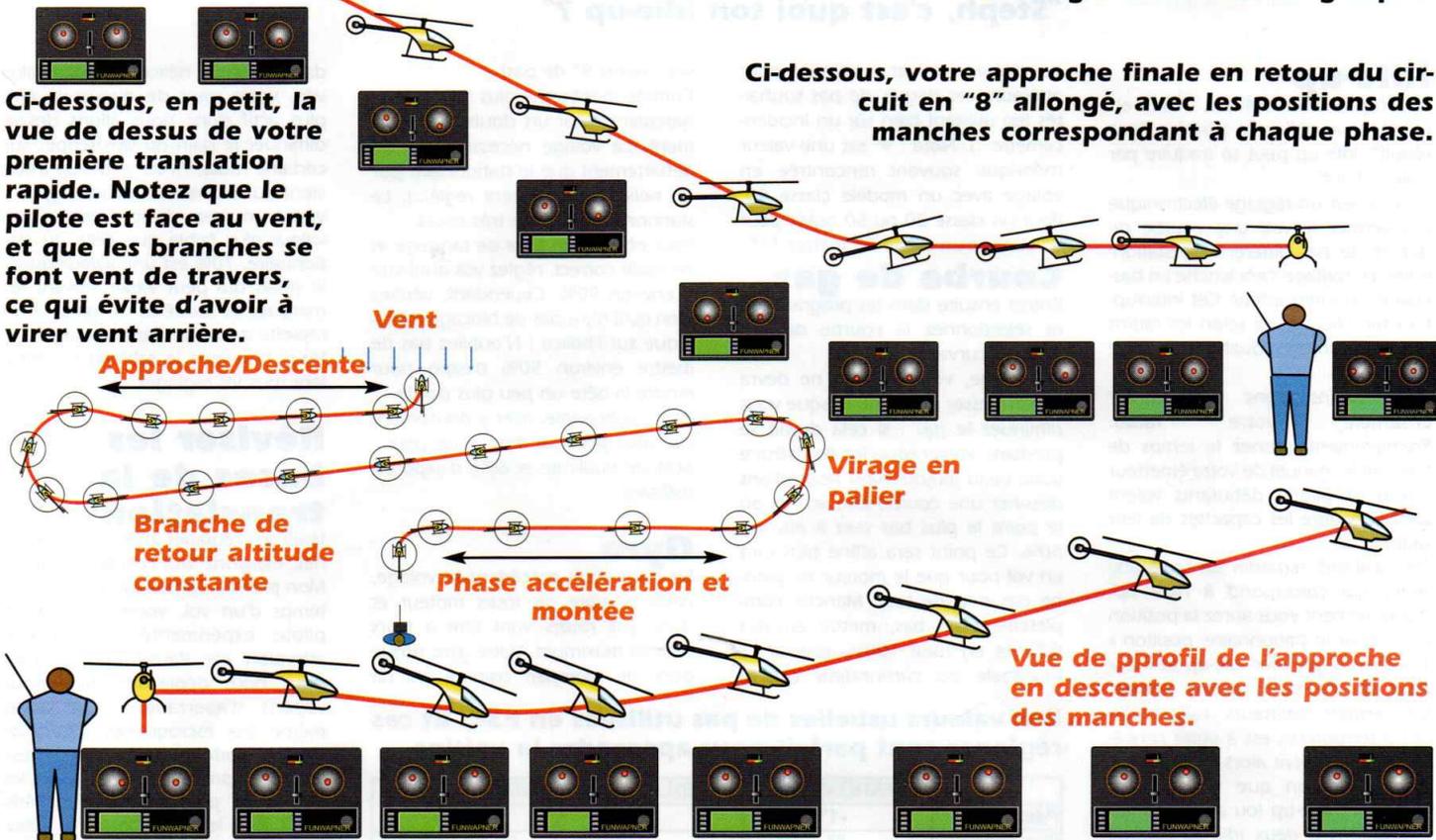
**Pour apprendre à descendre, on va le faire d'abord en faisant varier l'altitude dans l'exercice des 8 devant soit.**

sens de virage, une inclinaison faible, de 15 à 20° maximum, sans jamais relâcher l'ordre à l'anticouple. Il vaut mieux trop d'anticouple que pas assez ! Quand l'hélico a fait demi tour, revenez à inclinaison nulle à l'aide du cyclique latéral et recentrez l'anticouple. Durant toute la manœuvre, vous aurez dosé la vitesse à l'aide du cyclique longitudinal : si l'hélico ralenti, poussez le longi-

attendre que l'hélico soit totalement immobile, il pourrait repartir en descente arrière, situation sans avenir...), repoussez le cyclique longitudinal pour remettre le fuselage à plat, et remettez le pas collectif à la valeur de stationnaire. Vous êtes revenu en stationnaire ou au pire en translation lente, situation connue. N'hésitez pas à poser, même si c'est un peu loin de vous, et soufflez ! Il



**Un départ complet en translation rapide (volontairement très marqué pour bien illustrer le propos). De gauche à droite : 1 - Décollage, 2 - stationnaire, 3 - augmentation, l'hélico s'incline sur l'avant, 4 - mais tend à s'enfoncer, on stabilise, on coupe le gaz/pas, l'hélico démarre la translation. Après une dizaine de mètres en accélération à hauteur constante, on va pouvoir doser la vitesse au cyclique (en poussant d'avantage, on accélère d'avantage) et l'angle de montée au gaz/pas.**



ne reste qu'à refaire des dizaines de fois cet exercice, petit à petit, vous ne descendrez pas et ferez ces circuits à altitude constante. Le plus dur sera alors fait !

Vous pourrez par la suite adapter le sens du circuit pour le faire non plus par vent de travers mais dans le lit du vent. Les branches vent arrière seront plus rapides que les branches vent de face, ce qui ajoutera un peu de piquant à la chose.

### L'hippodrome

Il reste à terminer notre formation de base par un circuit plus conventionnel, le "tour de piste" que font tous les avions sur tous les terrains. La différence avec nos 8 allongés : on vire toujours dans le même sens, ce qui veut dire qu'un des virages se fait en revenant devant le dos, et qu'il faut d'avantage le serrer pour ne pas passer en arrière de l'axe de la "piste", réelle ou pas. Le pilotage n'est pas différent, la visualisation durant ce virage est un peu déroutante au début.

### Lumière...

Ça peut paraître idiot, mais l'éclairage a une très grande importance quand on débute en hélico. L'avion ou le planeur

ont des ailes (si, je vous assure !) qui aident énormément à visualiser l'inclinaison. L'hélico n'en a pas et de ce fait, quand l'éloignement augmente, il est difficile d'apprécier l'inclinaison quand on est en virage, sous certains angles. Cette difficulté de visualisation s'aggrave quand le modèle est vu en contre-jour, et ce d'autant plus que l'on est loin, et ce d'autant plus que l'on est loin. Ça peut paraître idiot, mais pour vos premières translations rapides, mettez toutes chances de votre côté et volez au soleil ! J'ai pu noter que la difficulté est moindre quand la luminosité est élevée et le soleil non caché par les nuages, de plus dans le dos du pilote. Ça peut paraître idiot, mais pour vos premières translations rapides à mes débuts un beau soir d'été, juste alors que le soleil passait l'horizon... Je ne détaillerais pas le moment d'incertitude quand dans un virage, je n'ai plus si je voyais le dessus ou le dessous de ma machine... Un rattrapage lointain m'a permis de rentrer indemne mais avec une belle frayeur ! J'avais "bêtement" privilégié le fait que le vent se calmait le soir à la tombée de la nuit, en ne pen-

sant pas à cette vision si différente de celle d'un avion ! Ne faites pas la même erreur et préférez du vent à une faible luminosité et à un contre jour.

### Et le vent au fait ?

Je vous ai dit au début de cette initiation qu'un peu de vent ne nuisait en rien à votre écolage. Je vais maintenant vous en dire un peu plus : en fait, l'hélicoptère est beaucoup moins sensible au vent qu'un avion ou un planeur. Le rotor formant un gyroscope, les rafales sont en quelque sorte stabilisées naturellement. Ce qui se ressent, ce sont les rapides changements de vitesse du vent en stationnaire : le vent forcé, l'hélico monte, le vent faiblit, l'hélico descend et il faut parfois être vif pour remettre du pas... Mais globalement, voler, décoller et se poser est nettement moins périlleux avec un hélico, même électrique classe 1 mètre, qu'avec un avion, même thermique, assez grand et bien motorisé ! J'en ai eu la preuve en pilotant les deux types dans des conditions de vent de 30 à 40 km/h turbulent à quelques minutes d'intervalle. Donc, pour vos premiers vols, préférez un vent nul ou faible, évidemment, mais petit à petit n'hésitez

pas à voler avec 10-15 km/h de vent, vous verrez que ce n'est pas un problème !

### Encore plus ?

Allez, je vous ai donné assez d'exercices pour vous occuper bon nombre de vols. Quand vous aurez assimilé ces manœuvres et que vous ferez des tours de piste réguliers sans appréhension, je vous recommande de passer à des virages de 360° devant vous (dans les deux sens), puis à des vrais "8", pas allongés, constitués de vrais cercles effectués avec de la vitesse et 30 à 40° d'inclinaison... Quand ce sera acquis, revenez près du sol et améliorez votre travail en translation lente et stationnaire en effectuant des parcours de précision. Le cercle complet autour du pilote, queue vers soi est un bon exercice, mais c'est hélico de pilotage que c'est véritablement plus délicat (on a du mal à apprécier l'inclinaison et donc à rester à distance constante). Plus tard, vous en viendrez au pilotage en stationnaire face à vous, mais là, nous ne sommes plus dans l'initiation, mais le perfectionnement ! La voltige ? Ce sera le stade suivant, mais ne grillez pas les étapes, chaque chose en son temps. Bons vols à tous !

# LES BASES DE

**Texte :**  
**S. Brianchon**

**Après de bonnes séances d'apprentissage du stationnaire puis de translation, vous êtes impatient d'attaquer la voltige. Cette envie d'aller plus loin est légitime mais elle doit se faire dans les règles, sans sauter les étapes. Nous allons tout d'abord programmer un "idle-up" dans votre radio. Vous allez me dire : "Steph, c'est quoi ton idle-up ?"**

## Idle-up

En anglais aéronautique, "idle" est utilisé pour définir la position "gaz réduit". Idle up peut se traduire par "ralenti haut".

L'idle-up est un réglage électronique qui permet d'avoir une courbe de gaz et de pas différent du stationnaire. Le réglage s'enclenche en basculant un interrupteur. Cet interrupteur modifiera aussi selon les radios vos débattements (dual-rate) et votre gain gyro.

Nous allons donc programmer ensemble votre radio. Premièrement, prenez le temps de bien lire le manuel de votre émetteur ; trop de pilotes débutants volent sans connaître les capacités de leur radio !

Tout d'abord, regarder sur sa façade l'inter qui correspond à l'idle up. Généralement vous aurez la position « N » pour le stationnaire, position « 1 » pour le premier idle-up et « 2 » pour un éventuel second idle-up. Sur certains émetteurs, l'affectation des interrupteurs est à votre convenance, il convient alors de programmer le bouton que vous voulez affecter à l'idle-up (ou avec un inter 3 positions à deux idle-up comme expliqué plus haut).

## Courbe de pas

Sélectionner la fonction courbe de pas (pitch curve). Pour la voltige, nous n'aurons pas une courbe, mais une droite où nous allons ajuster le point haut et le point bas ; nous ne vérifierons pas le point milieu. Pour passer les figures de base en voltige "classique", le pas minimum sera d'environ -5° et le pas maximum de +9°. Incrémenter ou décrémenter

les valeurs mini et maximum pour atteindre ces degrés de pas souhaités (en utilisant bien sûr un incidencemètre...). Nota : 9° est une valeur théorique souvent rencontrée en vol avec un modèle classe 90. Pour un classe 30 ou 60 optez pour 8° et pour un classe 50 mettez 11°.

## Courbe de gaz

Entrez ensuite dans les programmes et sélectionnez la courbe de gaz (throttle curve).

En voltige, votre moteur ne devra jamais passer au ralenti lorsque vous diminuez le pas : si cela devait se produire, vous risqueriez de détruire votre beau joujou. Ainsi nous allons dessiner une courbe dite en "V" où le point le plus bas sera à environ 60%. Ce point sera affiné plus tard en vol pour que le moteur ne prenne pas trop de tour. Manche complètement en bas, mettre environ 80% et en haut 100%. (ouverture maximale du carburateur quand

vous aurez 9° de pas)

Comme mentionné plus haut, l'inter basculera aussi un double débattement. La voltige nécessite plus de débattement que le stationnaire (sur un hélico correctement réglé...). Le stationnaire doit être très cool !

Pour obtenir un taux de tangage et de roulis correct, réglez vos dual-rate à environ 90%. Cependant, vérifiez bien qu'il n'y a pas de blocage mécanique sur l'hélico ! N'oubliez pas de mettre environ 50% d'expo pour rendre la bête un peu plus docile.

Pour l'anticouple, allez-y doucement car vous pourriez vous faire peur... 60% de dual-rate et 60% d'expo est suffisant.

## Gyro

En translation précédant la voltige, votre nombre de tours moteur et donc vos rotors vont être à leurs vitesses maximum. Votre gyro risque donc de "pomper" comme ont dit

dans le jargon hélico. Tournant plus vite, votre rotor de queue va être plus actif donc nous allons devoir diminuer le gain du gyroscope. Sur certaine radio, l'inter d'idle-up intervient aussi dans la fonction "gyro" ; vous pourrez donc mettre une valeur plus faible que celle du stationnaire. 70% est une valeur usuelle (mais qui peut varier suivant les marques et modèles de gyro, et la rapidité du servo d'anticouple). Vous trouverez le tableau récapitulatif tous les réglages.

## Réviser les bases de la translation

Voilà les réglages théoriques terminés, essayons tout cela au terrain.... Mon premier essai de voltige est de terrain à un pilote expérimenté. Faites bien attention car Pascal et moi, plus nous nous déplaçons, plus nous voyons d'aberrations ; je dirais même des escroqueries ! Certains pilotes (parfois revendeurs) n'hésitent pas à préconiser les réglages les plus "hard" possibles pour premièrement, faire le "kéké" devant le débutant, et deuxièmement, pour que le novice revienne très vite à la boutique...

Allez, revenons à nos moutons ! Pour votre sécurité, ne passez jamais l'idle-up au sol : prenez toujours de l'altitude !

Vous devrez sûrement ajuster les valeurs de pas et de gaz en fonction du punch de votre moteur.

Avant d'attaquer la voltige, prenez le temps de faire correctement la translation. 50% de la réussite de la figure est due à bonne présentation de celle-ci. Il est impératif donc d'être au préalable capable de pouvoir réaliser des lignes droites, à inclinaison nulle, altitude constante et à vitesse maxi de votre modèle. Prenez le temps d'affiner cette "figure" qu'est la ligne droite, elle est la clé de tout.

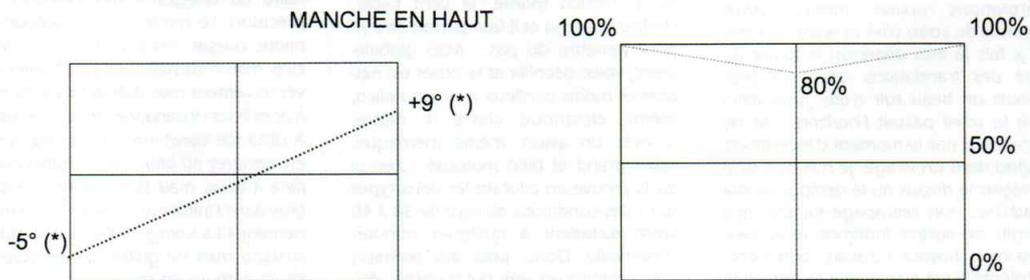
## Des valeurs usuelles de pas utilisées en F3C. Et ces réglages sont parfait pour apprendre la voltige.

	STATIONNAIRE	IDLE -UP	AUTOROTATION
Pas mini	-1°	-5°	-4°
Pas milieu	5°	-	-
Pas maxi	+12°	+9°	+15°

## Des valeurs usuelles de dual rate, d'expo et de gain gyro utilisées en F3C.

VOIES	FONCTION	STATIONNAIRE	IDLE -UP	AUTOROTATION
AIL	D/R	40	90%	60%
	EXP	-40%	-60%	-40%
ELE	D/R	40%	90%	60%
	EXP	-40%	-60%	-40%
RUD	D/R	20%	60%	40%
	EXP	-60%	-60%	-60%
GYRO	GAIN	80%	70%	70%

**Voici l'allure des courbes de pas (à gauche) et de gaz (à droite) typiques pour la voltige "classique" ou "F3C". Les points caractéristiques de pas sont obtenus en modifiant le paramètre sur la radio, et en recherchant les valeurs sur l'hélicoptère à l'aide d'un incidencemètre.**



MANCHE EN BAS

COURBE DE GAZ IDLE-UP

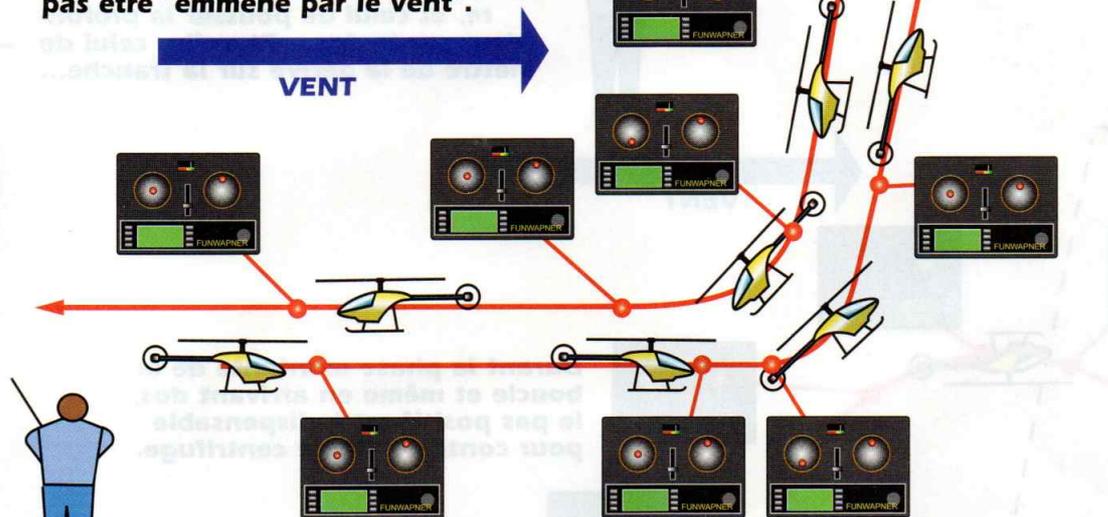
## Le renversement

Tout d'abord, il va falloir apprendre à effectuer des renversements en bout de trajectoire. Mais pourquoi me direz-vous ? Et bien, le renversement permet de bien caler l'anticouple dans la descente de celui-ci, et surtout il permet d'emmagasiner le maximum de vitesse.

# LA VOLTIÈGE

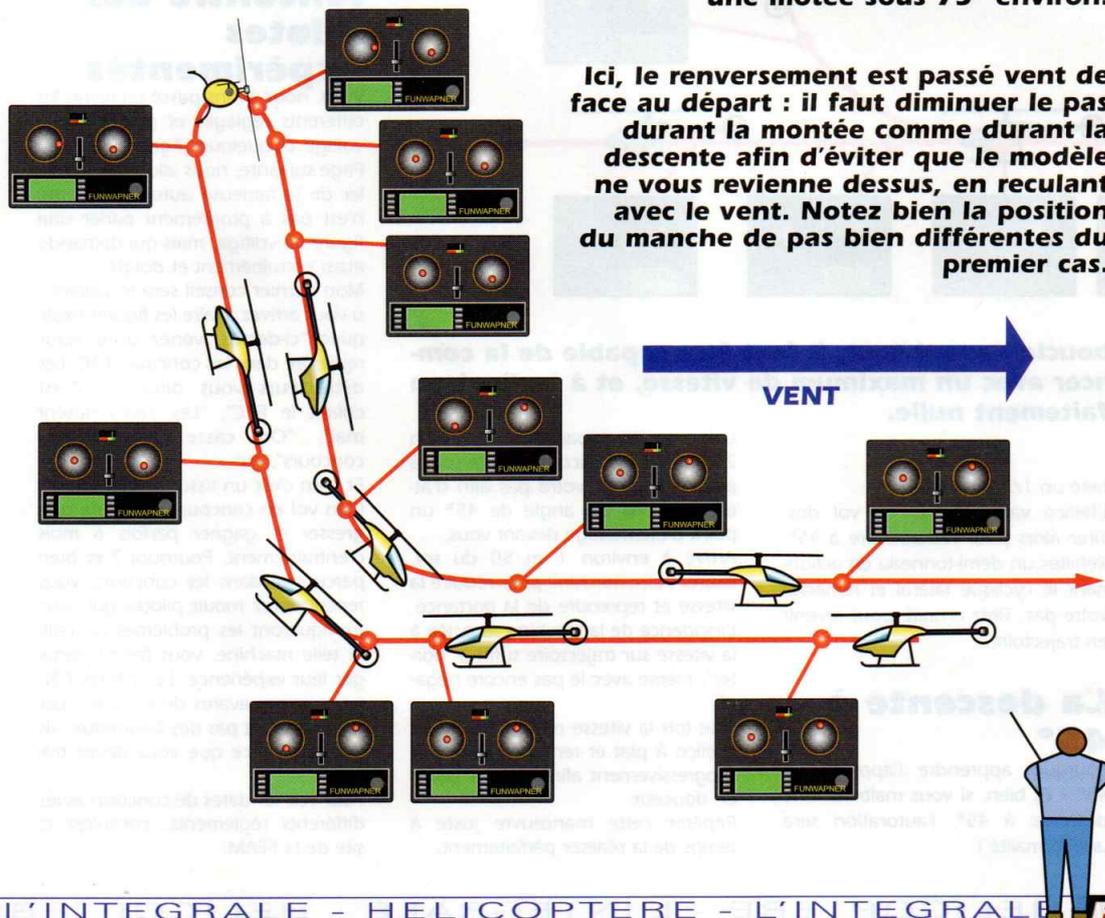
Pour commencer, montez les renversements à environ 60° plutôt qu'à la verticale. Pour cela rien de plus simple : vous tirez sur le manche de profondeur. Il vous faudra apprendre à corriger le pas. En effet lors d'une trajectoire vent arrière,

**Renversement commencé vent arrière : il faut conserver du pas dans la montée comme dans la descente pour ne pas être "emmené par le vent".**



**Pour apprendre le renversement, il n'est pas indispensable de rechercher tout de suite la montée parfaitement verticale. Un angle de 60° suffit pour les premiers essais. Progressivement, vous accentuerez la pente jusqu'à la verticale absolue. Pour ces schémas, on a représenté une motée sous 75° environ.**

**Ici, le renversement est passé vent de face au départ : il faut diminuer le pas durant la montée comme durant la descente afin d'éviter que le modèle ne vous revienne dessus, en reculant avec le vent. Notez bien la position du manche de pas bien différentes du premier cas.**



lors de la montée vous devrez maintenir votre manche de pas en haut pour que votre hélico ne soit pas plaqué par le vent. A contrario, si vous ne réduisez pas votre pas lors d'une montée vent de face, votre joujou reculera avec le vent !

Arrivé en haut de la montée, avant que la vitesse soit nulle, bottez à l'antécouple.

Laissez l'hélico reprendre de la vitesse et tirez pour le remettre sur la trajectoire. Pour ce ceux qui ont un passif avion, cette figure ne posera pas de problème... (Note du rédac'chef : c'est bien vrai, le renversement est la seule figure en hélico où je n'ai pas les genoux qui claquent des dents...)

Une fois maîtrisée, voilà votre première figure de voltiège réalisée ! Si vous voulez compliquer la chose, faites un tour et demi en haut...

## La boucle

Allez continous ; passons à la boucle. Cette figure paraît très simple sur le papier, mais provoque de très nombreux crashes si certaines règles vous avez enclenché votre idle-up...

Allez c'est parti. Tirez sur votre manche de profondeur (aux 3/4 de son débattement). Gardez votre pas maximum jusqu'à plus de la moitié de la circonférence de la boucle. Passé cette moitié, commencez à diminuer de quelques crans votre pas. Attention si vous coupez votre pas trop tôt, l'hélico risque de s'arrêter en vol dos et redescendre sur la queue. Au 3/4 du périmètre, remettez progressivement le pas. Pour mieux visualiser, regardez les différents croquis.

Quand vous maîtrisez cette figure, pour corser un peu, passez en deux, voire trois !

Au début, il est plus aisé de visualiser l'inclinaison en commençant la boucle après être passé devant vous. Mais essayez rapidement de "centrer" la figure en la faisant au centre du cadre de vol.

## Le tonneau

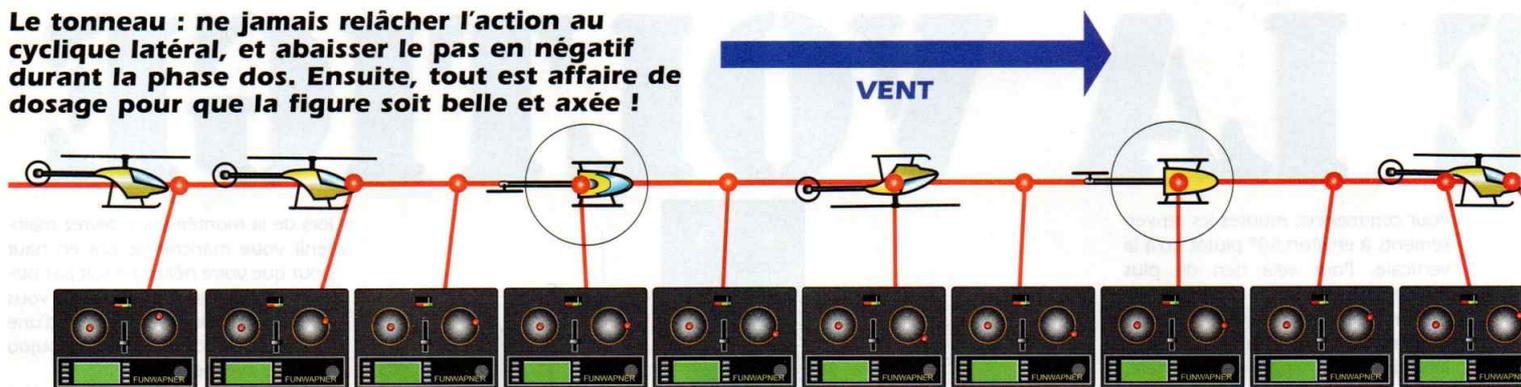
Cette figure n'est pas très difficile à réaliser. Par contre, la faire bien, c'est autre chose !

Nous attaquerons toujours vent arrière (ça étire la figure). Vous inclinez votre hélico, cyclique latéral à fond. Lorsque que l'hélico a fait 1/4 de rotation, commencez à réduire votre pas. La position de pas minimum se situera lorsque l'hélico est en vol dos. Quand il arrive aux 3/4, commencer à remonter votre pas. En revenant à plat, le pas est revenu à la position initiale.

Avant tout chose, je vous conseille de mémoriser les gestes avant de la faire sur le terrain.

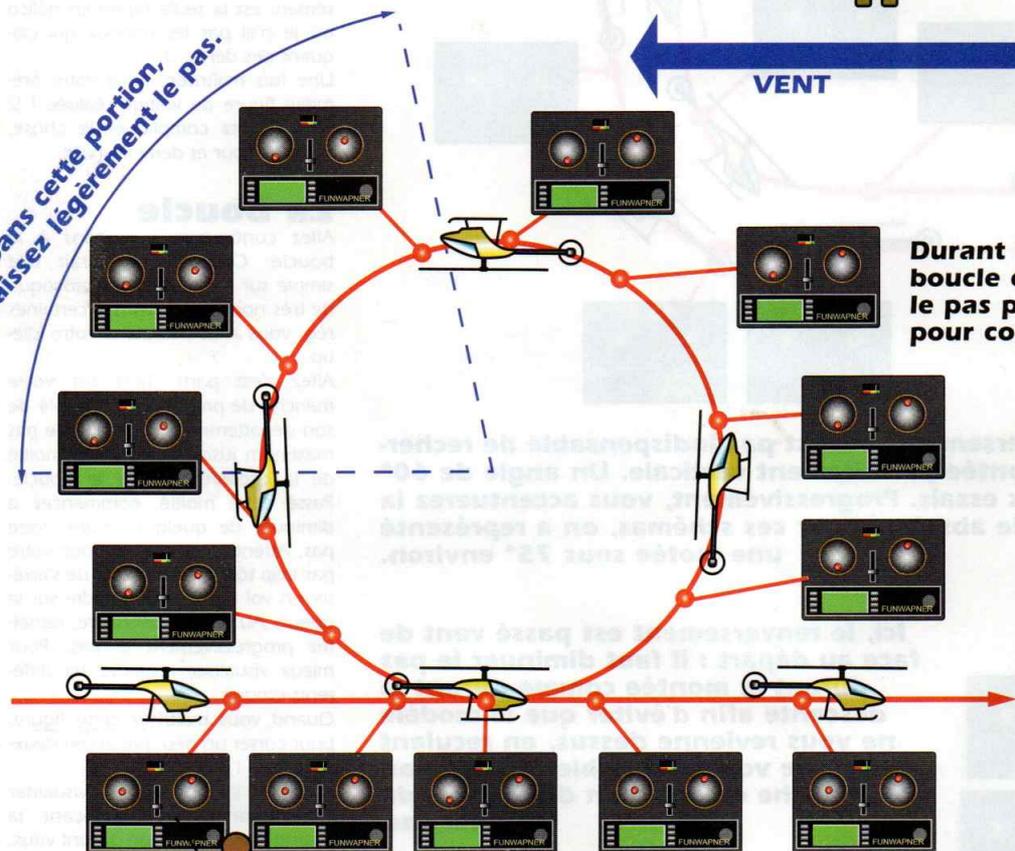
1 - Juste avant de lancer la rotation,

**Le tonneau : ne jamais relâcher l'action au cyclique latéral, et abaisser le pas en négatif durant la phase dos. Ensuite, tout est affaire de dosage pour que la figure soit belle et axée !**



**Pour les pilotes issus de l'avion, trois réflexes à perdre : celui de cabrer avant de commencer la figure, et celui de pousser la profondeur sur le dos... Et enfin, celui de mettre de la dérive sur la tranche...**

*Dans cette portion, abaissez légèrement le pas.*



**Durant la phase montante de la boucle et même en arrivant dos, le pas positif est indispensable pour contrer la force centrifuge.**

**La boucle : avant tout, il faut être capable de la commencer avec un maximum de vitesse, et à inclinaison parfaitement nulle.**

je réduis le pas d'environ 1/4 pour éviter le décrochage des pales.  
 2 - Je vais à fond de cyclique latéral.  
 4 - Je maintiens mon manche à fond de cyclique et je réduis le pas.  
 5 - Je maintiens le cyclique et je remonte le pas.  
 5 - Je ramène le cyclique au neutre.

faire un 1/2 tonneau.  
 L'hélico va continuer en vol dos. Tirez alors pour redescendre à 45°. Refaites un demi-tonneau en actionnant le cyclique latéral et remettez votre pas. Tirez ensuite pour revenir en trajectoire.

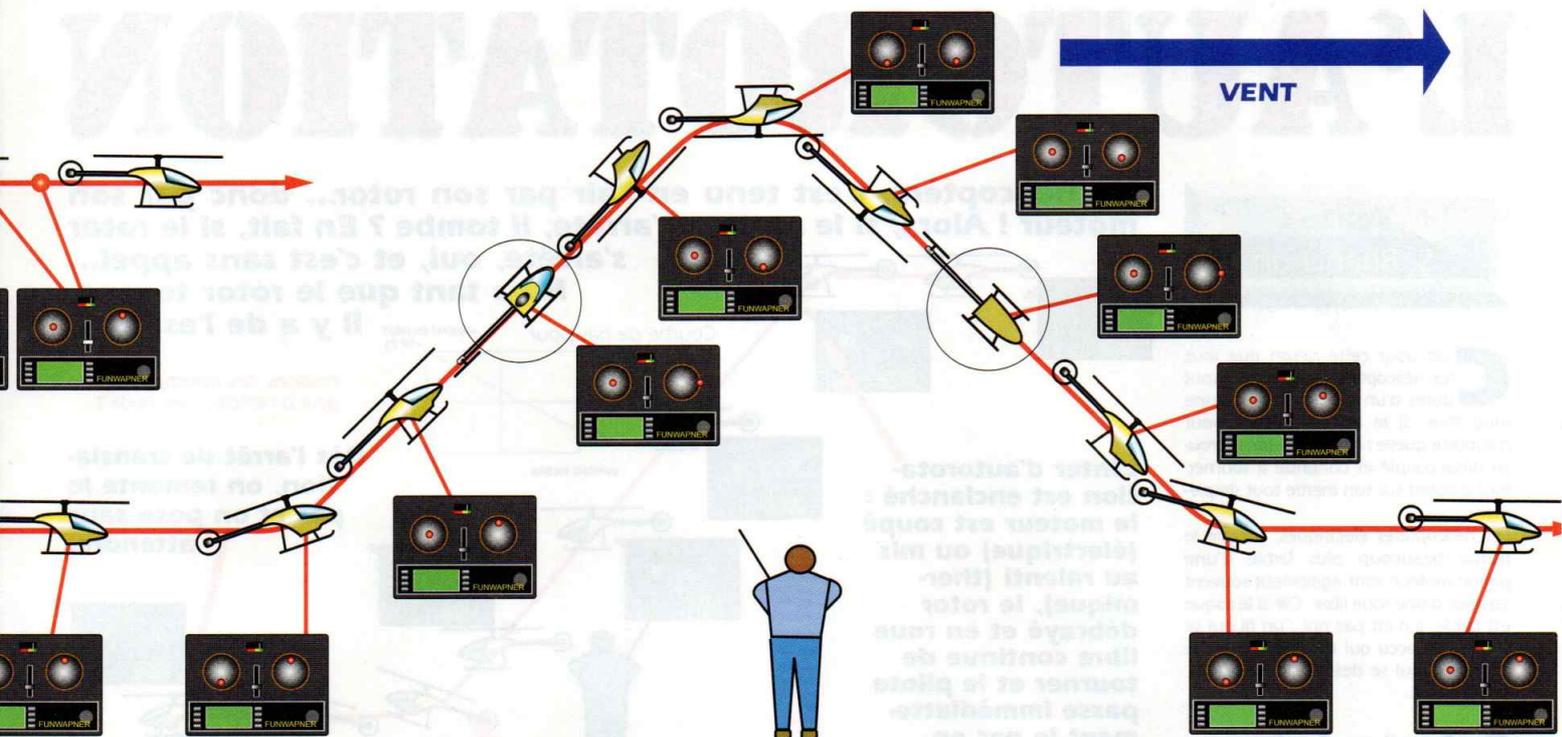
**La descente à 45°**

Pourquoi apprendre l'approche à 45° ? Et bien, si vous maîtrisez une descente à 45°, l'autorotation sera une formalité !

L'altitude de départ sera d'environ 20 mètres. L'hélico parfaitement à plat, descendez votre pas afin d'atteindre sous un angle de 45° un point d'atterrissage devant vous. Arrivé à environ 1 m 50 du sol, cabrer votre machine pour réduire la vitesse et reprendre de la portance. L'incidence de la machine associée à la vitesse sur trajectoire suffit à "porter", même avec le pas encore négatif. Une fois la vitesse réduite, remettez l'hélico à plat et remettez votre pas progressivement afin de vous poser en douceur. Répéter cette manœuvre juste à temps de la réaliser parfaitement.

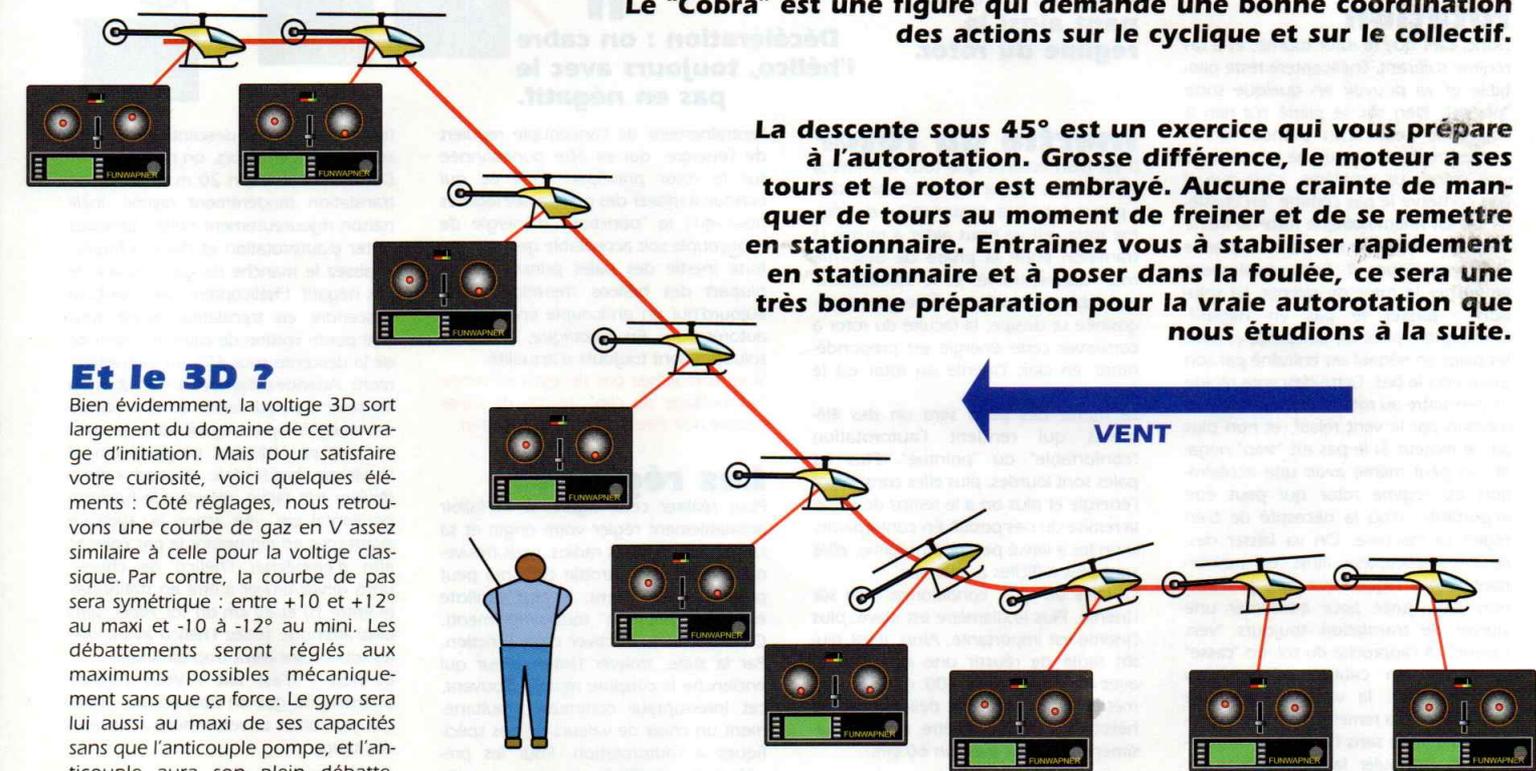
**Venez à la rencontre des pilotes expérimentés**

Voilà, nous avons passé en revue les différents réglages et phases de la voltige et quelques figures de base. Page suivante, nous allons aussi parler de la fameuse autorotation, qui n'est pas à proprement parler une figure de voltige, mais qui demande aussi entraînement et doigté. Mon dernier conseil sera le suivant : si vous arrivez à faire les figures expliquées ci-dessus, venez donc nous rejoindre dans les concours F3C. Les détracteurs vous diront : "C'est chiant le F3C", "Les juges notent mal", "On casse pendant les concours", etc. Et bien c'est un tissu de mensonges ! Un vol en concours vous fera progresser et gagner parfois 6 mois d'entraînement. Pourquoi ? et bien parce que dans les concours, vous rencontrerez moult pilotes qui vous expliqueront les problèmes de telle et telle machine, vous feront partager leur expérience. Les pilotes F3C ne sont pas avares de conseils ! Les juges ne sont pas des bourreaux : ils vous diront ce que vous devez travailler. Pour voir les dates de concours et les différents règlements, consultez le site de la FFAM.



Le "Cobra" est une figure qui demande une bonne coordination des actions sur le cyclique et sur le collectif.

La descente sous 45° est un exercice qui vous prépare à l'autorotation. Grosse différence, le moteur à ses tours et le rotor est embrayé. Aucune crainte de manquer de tours au moment de freiner et de se remettre en stationnaire. Entraînez vous à stabiliser rapidement en stationnaire et à poser dans la foulée, ce sera une très bonne préparation pour la vraie autorotation que nous étudions à la suite.



### Et le 3D ?

Bien évidemment, la voltige 3D sort largement du domaine de cet ouvrage d'initiation. Mais pour satisfaire votre curiosité, voici quelques éléments : Côté réglages, nous retrouvons une courbe de gaz en V assez similaire à celle pour la voltige classique. Par contre, la courbe de pas sera symétrique : entre +10 et +12° au maxi et -10 à -12° au mini. Les débattements seront réglés aux maximums possibles mécaniquement sans que ça force. Le gyro sera lui aussi au maxi de ses capacités sans que l'anticouple pompe, et l'anticouple aura son plein débattement. Tous ceci conduit à utiliser aussi pas mal d'expo pour pouvoir tout de même stabiliser l'hélico en stationnaire de temps à autres ! L'entraînement au simulateur est primordial avant d'attaquer le vol 3D, car les figures sont principalement exécutées près du sol et aussi du pilote, il est donc impératif d'avoir affûté les réflexes et de ne pas risquer de faire la moindre inversion.

### Gyro et servos...

Pour le 3D, le gyroscope à verrouillage de cap s'impose, et pour vraiment avoir une machine adaptée, il faudra aussi des servos bien

dimensionnés : les efforts sont vraiment élevés en vol 3D et il faut de la puissance pour emmener le rotor dans ses derniers retranchements. Les digitaux ne sont pas impératifs, mais la puissance et la rapidité sont à rechercher. De même, un servo très rapide à l'anticouple sera quasi indispensable pour tenir le cap durant les évolutions serrées.

### Les bases du 3D : les flips

Le flip et une rotation de 360° exécutée à l'aide du cyclique longitudinal ou latéral... sur place ! Dans le principe, rien de "sorcier"... On envoie le cyclique concerné en

butée et on ajuste le pas pour que ça ne "tombe" pas sur le dos... Le pas doit être nul quand le disque rotor est vertical... Simple, non ? Si ce n'est que tout se passe nécessairement très vite (sinon, quand le disque rotor est à la verticale, il ne peut porter, et donc, ça chuterait...) et que la coordination doit être parfaite et rapide.

### Maîtriser le vol dos

Le demi-flip est une bonne façon de passer en stationnaire dos... Mais arrivé là, encore faut-il maîtriser cette

position ! Là encore, le meilleur conseil est de travailler au simulateur avant tout. Et ensuite, de travailler le vol dos en reprenant tous les exercices de vol stationnaire, de translation lente et de translation rapide que l'on a passé du temps à maîtriser en vol normal. Avant d'attaquer le vol dos, il sera aussi impératif d'avoir acquis le vol ventre "de face", car il ne faut pas trop parier sur la position de l'hélico quand vous ressortirez en urgence du vol dos par un demi-flip "comme ça peut"... Vous voyez, avant d'attaquer le 3D, il y a à faire, alors, sachez être patient !

# L'AUTOROTATION

Texte :

S. Brianchon

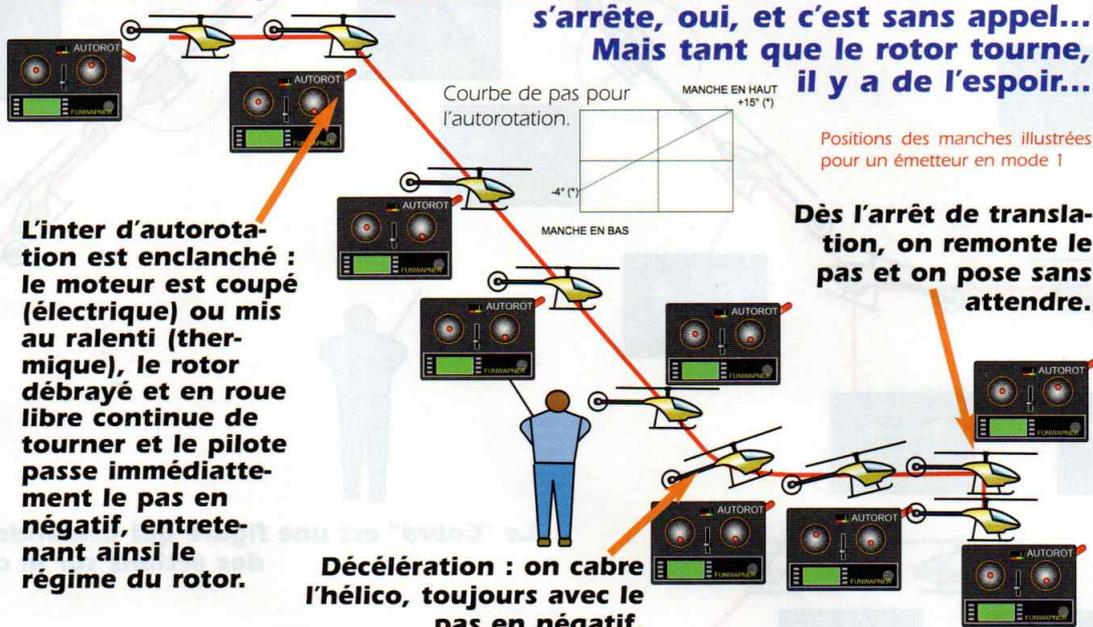
C'est pour cette raison que tous les hélicoptères thermiques sont dotés d'un embrayage et d'une roue libre. Si le moteur s'arrête pour n'importe quelle raison, le rotor se trouve désaccouplé et continue à tourner, tout d'abord sur son inertie tout simplement.

Les hélicoptères électriques, malgré le risque beaucoup plus faible d'une panne moteur, sont également souvent équipés d'une roue libre. Car si le risque est faible, il n'est pas nul : un fil qui se coupe, un accu qui rend l'âme... voire le pignon qui se desserre (ne riez pas, ça s'est vu !).

## Entretenir la rotation

Donc, tant que le rotor tourne, et à un régime suffisant, l'hélicoptère reste pilotable et va pouvoir en quelque sorte "planer". Bien sûr, le plané n'a rien à voir avec celui d'un planeur de 4 mètres, mais on ne tombe pas comme une pierre. Le problème, c'est que si l'on conserve le pas comme "en croisière" ou en stationnaire, le rotor se freine très rapidement du fait de la résistance aérodynamique. Il faut absolument empêcher le rotor de ralentir. La solution : passer le pas en négatif. L'hélicoptère privé de puissance et avec les pales en négatif est entraîné par son poids vers le bas. Cette descente rapide va permettre au rotor d'être entraîné en rotation par le vent relatif, et non plus par le moteur. Si le pas est "trop" négatif, on peut même avoir une accélération du régime rotor qui peut être importante, d'où la nécessité de bien régler sa machine. On va laisser descendre l'hélicoptère ainsi, en maintenant le nez légèrement bas, pas trop non plus, juste pour conserver une vitesse de translation toujours "vers l'avant". A l'approche du sol, on "casse" la vitesse en cabrant d'abord au cyclique, puis, la vitesse horizontale annulée, on va remettre le pas progressivement, mais sans hésitation, en positif, afin d'annuler la vitesse verticale. Tout l'art consiste à réussir à arrêter la machine en stationnaire à quelques centimètre du sol... Car le rotor perd rapidement sa vitesse et quand celle-ci n'est plus suffisante pour soutenir le poids de l'hélico au pas maxi, et pour permettre de piloter efficacement, il est trop tard... Le jeu est donc d'être posé avant d'avoir épuisé les tours rotors. N'oublions pas que l'autorotation est une manœuvre de "sauvetage" à la base (pratiqué sur les hélicoptères grand nature bien entendu), et que pour "sauver" un hélico en cas d'arrêt imprévu du moteur, il est nécessaire de s'y être préparé, entraîné, et c'est pourquoi il est indispensable d'inclure cet exercice dans une formation de pilote hélico, principalement pour les hélicos thermiques, mais pourquoi pas, pour les électriques.

**Un hélicoptère, c'est tenu en l'air par son rotor... donc par son moteur ! Alors, si le moteur s'arrête, il tombe ? En fait, si le rotor s'arrête, oui, et c'est sans appel... Mais tant que le rotor tourne, il y a de l'espoir...**



**L'inter d'autorotation est enclenché : le moteur est coupé (électrique) ou mis au ralenti (thermique), le rotor débrayé et en roue libre continue de tourner et le pilote passe immédiatement le pas en négatif, entretenant ainsi le régime du rotor.**

**Décélération : on cabre l'hélico, toujours avec le pas en négatif.**

## Inertie du rotor

Il est bien évident que tous les hélicos ne sont pas égaux face à l'autorotation : puisque c'est la conservation du régime rotor qui va nous aider à réussir la transition entre la phase de descente rotor auto-entraîné, et le stationnaire posé dans la foulée où l'énergie emmagasinée se dissipe, la faculté du rotor à conserver cette énergie est prépondérante, en clair, l'inertie du rotor est le facteur clé.

La masse des pales sera un des éléments qui rendent l'autorotation "confortable" ou "pointue". Plus les pales sont lourdes, plus elles conservent l'énergie et plus on a le temps de doser la remise du pas positif. En contrepartie, si on les a laissés perdre du régime, elles sont plus difficiles à "relancer".

La taille du rotor conditionne bien sûr l'inertie. Plus le diamètre est élevé, plus l'inertie est importante. Ainsi, il est plutôt facile de réussir une autorotation avec un hélico de 1500 mm de diamètre rotor, ça devient délicat avec un hélico de 1 m de diamètre, et c'est quasiment à oublier avec un 60 cm...

## Anticouple

On va trouver deux possibilités de montage de la transmission d'anticouple : Dans un premier cas, le rotor n'est pas entraîné si le moteur s'arrête. Dans ce cas, en autorotation, vous n'avez plus de contrôle en lacet et il faudra conduire tant que faire se peut l'autorotation face au vent, afin que la dérive de l'hélico vous tienne un cap à peu près constant.

Second cas, le rotor anticouple est "lié" au rotor principal et est donc entraîné en autorotation. Vous conservez la maîtrise du lacet, le gyro continue son travail aussi. Dans ce cas, pour une autorotation commencée en altitude, des changements de cap peuvent être réalisés et on peut mieux piloter la trajectoire vers un point de posé choisi. Mais...

l'entraînement de l'anticouple requiert de l'énergie, qui va être ponctionnée sur le rotor principal. C'est ce qui conduit à utiliser des pales assez lourdes pour que la "ponction" d'énergie de l'anticouple soit acceptable grâce à une forte inertie des pales principales. La plupart des hélicos thermiques ont aujourd'hui un anticouple entraîné en autorotation. En électrique, les deux solutions sont toujours d'actualité. Si vous n'utilisez pas un gyro en mode "verrouillage de cap", le pas de l'anticouple doit être à 0° en autorotation.

## Les réglages

Pour réaliser cette figure, il va falloir préalablement régler votre engin et sa radio ! Sur toutes les radios, vous trouverez une fonction "trotle cut" (qui peut prendre divers noms, le plus explicite étant "autorotation" tout simplement). Commencer par activer cette fonction. Par la suite, trouver l'interrupteur qui enclenche la coupure moteur. Souvent, cet interrupteur commute simultanément un choix de valeurs de pas spécifiques à l'autorotation. Pour les premières autorotations, je vous conseille de juste mettre le moteur au ralenti (en thermique) car vous pourrez revenir en configuration normale et vous sauver d'une mauvaise configuration...

Le pas doit être réglé de la manière suivante : **Pas maximum entre 12 et 15° pour un pas minimum entre - 3° et - 4°.** Ne jamais mettre trop de pas négatif ! Plus vous en aurez, plus l'hélicoptère descendra rapidement et plus il sera difficile à arrêter.

Notez aussi qu'il sera bon de mettre du trim "piqueur" dans cette configuration "autorotation" : Avec le manche de profondeur au neutre, votre hélico ne devra jamais se cabrer ou s'arrêter.

## La pratique

Maintenant, c'est tout simple ! Respirez puis basculer le bouton... Si vous répé-

Positions des manches illustrées pour un émetteur en mode 1

**Dès l'arrêt de translation, on remonte le pas et on pose sans attendre.**

ter les étapes de la descente à 45°, tout se passera bien. Alors, on révisé ?

Démarrez à environ 20 m de haut, en translation modérément rapide, inclinaison rigoureusement nulle. Basculez l'inter d'autorotation et dans la foulée, abaissez le manche de gaz pas vers le pas négatif. L'hélicoptère, sans vent, va descendre en translation avant sous une pente voisine de celle de l'exercice de la descente sous 45° vue précédemment. Attendez d'arriver à 1,5 - 2 m du sol pour d'abord cabrer et ainsi retrouver, malgré le pas négatif, de la portance, tout en réduisant progressivement la vitesse horizontale. Quand celle-ci devient très faible, remettez le fuselage horizontal par une action au cyclique avant tout en remontant le pas collectif afin d'empêcher l'hélico de chuter. Vous devez arriver à être en stationnaire entre 10 et 30 cm du sol. Alors, sans plus attendre, posez l'hélico avant que les tours rotor aient trop diminué.

Et hop ! C'est fait ! Vous pouvez (manche de gaz en bas) couper l'inter d'autorotation et votre moteur reprend des tours.

## Entraînez vous

L'autorotation n'est pas une figure compliquée. Par contre, lorsque votre hélico à un problème (anticouple, servo ou autre...), basculez votre interrupteur pour passer en autorotation. Même si celle-ci se termine mal, il y aura largement moins de casse ! Trop de pilotes essayent de poser leur machine, moteur à plein régime et les dégâts sont considérables.

Par la suite, vous pourrez travailler la précision de l'atterrissage en autorotation, c'est d'ailleurs une figure en compétition, et même, quand vous en serez à présenter des hélicoptères en meeting, à terminer votre vol par cette démonstration d'adresse toujours appréciée du public du l'hélico qui se pose moteur arrêté !