

Janvier 2008

# Les bases de l'hélicoptère radiocommandé



Texte original par **Stéphane Postigo** paru dans le magazine **RCM**  
Html version : <http://thunderdarkdevil.modelisme.com/debuterenhelico.htm> by **Thunderdarkdevil**  
PDF Version by **O. Dellicour**

Version 1.2





# [Table des matières]

[Table des matières].....	3
[Historique des versions].....	9
[Définitions] .....	10
<b>Première Partie: Introduction .....</b>	<b>11</b>
1.1 Expérience ou non ? .....	12
1.2 Simulateurs.....	13
1.3 Sécurité.....	14
1.4 Clubs et associations .....	15
<b>Seconde Partie: Comment ça Marche ?.....</b>	<b>17</b>
2.1 Présentations .....	17
2.2 Comment ça se dirige ?.....	18
2.2.1 Stationnaire.....	18
2.2.2 Monter et descendre .....	19
2.2.3 Axe de lacet .....	19
2.3 La radiocommande: .....	23
2.4 L'hélicoptère.....	25
2.5 Constitution de la mécanique.....	26
2.5.1 Le moteur .....	26
2.5.2 La bougie .....	27
2.5.3 Le réservoir de carburant .....	27
2.5.4 Le carburant.....	27
2.5.5 Le refroidissement.....	27
2.5.6 L'embrayage et le démarrage .....	28
2.5.7 La transmission.....	28
2.5.8 Le rotor anti-couple.....	29
2.5.9 Le plateau cyclique.....	29
2.5.10 La tête de rotor.....	30
2.5.11 Le washout.....	30
2.5.12 Les porte-pales .....	30
2.5.13 Amortisseur de battement .....	31
2.5.14 Articulation de traînée.....	31
2.5.15 Les pales principales .....	31
2.6 La barre de Bell-Hiller.....	32
2.6.1 Comment ça marche ? .....	33
2.6.2 Pas fixe.....	37
2.7 Le gyroscope.....	37
2.7.1 Gyroscopes classiques.....	38
2.7.2 Gyroscope piézo-électrique .....	39
2.7.3 Conservateur de cap.....	39
2.8 Autres composants.....	40
2.8.1 Régulateur de régime.....	40
2.8.2 Voltmètre embarqué.....	41
<b>Troisième Partie: La Radiocommande .....</b>	<b>42</b>
3.1 Radiocommandes non programmables.....	42



3.2	Radiocommandes programmables.....	43
3.2.1	Mode H1 .....	46
3.2.2	Mode H2 .....	46
3.2.3	Mode H3 - CCPM .....	46
3.2.4	Mode H4 - CCPM .....	47
3.2.5	Mixage gaz/pas .....	47
3.2.6	Présélection ou Idle-up .....	48
3.2.7	Autorotations .....	48
3.2.8	La compensation .....	49
3.3	Mode de pilotage .....	50
3.4	La dispositions des commandes.....	51
<b>Quatrième Partie: Que Choisir ? .....</b>		<b>53</b>
4.1	La radiocommande.....	54
4.1.1	Options .....	54
4.1.2	Marque.....	54
4.1.3	Fréquence.....	54
4.1.4	Servomoteurs .....	54
4.1.5	Gyroscope .....	55
4.2	L'hélico.....	55
4.2.1	Les catégories.....	55
4.2.2	Occasions .....	56
4.3	Outils pour le montage et les réglages.....	57
4.4	Accessoires de terrain.....	57
4.5	Train d'entraînement .....	58
<b>Cinquième Partie: Le Montage De La Mécanique .....</b>		<b>61</b>
5.1	Lecture des notices .....	61
5.2	Règles de mécanique.....	61
5.2.1	Outils .....	61
5.2.2	Serrage.....	61
5.2.3	Freinage.....	62
5.2.4	Graissage .....	62
5.2.5	Méplats sur les axes .....	63
5.2.6	Roulements.....	64
5.2.7	Pales.....	64
5.2.8	Chapes à rotule .....	64
5.2.9	Soyez ordonné ! .....	65
5.3	Protection de la radio contre les vibrations.....	65
5.3.1	Interrupteur .....	66
5.3.2	Récepteur et batterie.....	66
5.3.3	Câblage électrique .....	67
5.3.4	Gyroscope .....	67
5.4	Équilibrage.....	67
5.5	Plusieurs cas peuvent se présenter .....	68
5.5.1	Centrage.....	70
<b>Sixième Partie: Principes De Réglages .....</b>		<b>72</b>
6.1	Principe général .....	72
6.1.1	Tringleries, renvois, palonniers et leviers de commande.....	72
6.1.2	Plateau cyclique.....	72
6.1.3	Montage correct de la tête.....	75
6.2	Principe de base des courbes gaz/pas .....	75
6.2.1	Positions du manche gaz/pas.....	76



6.2.2	Programmation.....	76
6.2.3	Commande des gaz .....	76
6.2.4	Commande du pas collectif.....	79
6.2.5	Manche gaz/pas .....	81
6.2.6	Pas du stationnaire manche gaz/pas au neutre .....	81
6.2.7	Pas collectif à 0° manche gaz/pas au neutre.....	82
6.2.8	Méthode recommandée, le compromis.....	83
6.2.9	Autorotation.....	85
6.2.10	Anticouple .....	85
6.2.11	Gyroscope .....	86
6.2.12	Contrôle du sens du gyroscope.....	88
<b>Septième Partie: 1ère Mise En Route .....</b>		<b>95</b>
7.1	Consignes de sécurité.....	95
7.2	Procédures de démarrage et rodage .....	95
7.2.1	Arrivée sur le terrain .....	97
7.2.2	Essai radio.....	98
7.2.3	Procédure de démarrage.....	99
7.2.4	Amorçage du moteur.....	100
7.2.5	Il est noyé.....	101
7.2.6	Démarrage du moteur.....	101
7.2.7	Il cale.....	101
7.2.8	Transporter l'hélico moteur tournant .....	102
7.2.9	Embraye, ça fume !.....	103
7.2.10	Vibrations suspectes.....	103
7.2.11	Contrôle des commandes .....	103
7.2.12	Rodage.....	104
7.2.13	Tracking.....	104
7.3	Maintenance, entretien du matériel.....	105
7.3.1	Vidange.....	106
7.3.2	Nettoyage.....	106
7.3.3	Serrage, jeux.....	106
7.3.4	Lubrification .....	106
7.4	Divers.....	107
7.5	Propreté.....	107
7.6	Accus.....	107
<b>Huitième Partie: Premiers Stationnaires .....</b>		<b>108</b>
8.1	Corrections Des Trims .....	109
8.1.1	Patience.....	112
8.1.2	Réglage des chapes .....	112
8.1.3	Remettre les trims au neutre .....	113
8.2	Décollage.....	113
8.2.1	Allez, hop !.....	113
8.2.2	Ralentir lentement .....	116
8.2.3	Premières impressions .....	117
8.2.4	Situation catastrophique.....	118
8.2.5	Ordres, contrordres.....	118
8.2.6	Comparaison.....	118
8.2.7	Fatigue nerveuse.....	119
8.3	Il ne veut pas décoller... ..	123
8.4	Changement de position et actions sur l'anticouple.....	123
8.4.1	Action sur l'anticouple .....	123
8.4.2	Déplacez-vous .....	125



8.4.3	Astuce .....	125
8.4.4	Perception des réflexes .....	125
8.5	Influence du vent .....	125
8.5.1	Yoyo .....	126
8.5.2	Il grimpe tout seul.....	127
8.6	Prenons de la hauteur .....	127
8.6.1	Hauteur des yeux.....	128
8.6.2	Effet de sol .....	128
8.6.3	Contrôle du niveau de carburant .....	129
8.7	En cas de crash.....	129
8.7.1	Causes .....	129
8.7.2	Contrôle des axes .....	130
8.7.3	Le reste.....	131
8.7.4	Réglages.....	131
8.7.5	Retrouver la confiance .....	131
<b>Neuvième Partie: Premières Translations Lentes .....</b>		<b>132</b>
9.1	Translations latérales.....	133
9.2	Translations longitudinales .....	134
9.3	Influence des ordres sur l'altitude .....	136
9.4	Notes sur la progression du pilotage.....	136
9.5	Anticouple et translations .....	136
9.5.1	Circuits en zig-zag .....	137
9.5.2	Circuits en huit .....	138
9.6	Excès de vitesse .....	138
9.7	Effet de l'anticouple sur l'altitude .....	139
9.8	Vol circulaire.....	139
9.9	On s'éloigne un peu ? .....	140
9.10	Synthèse des connaissances acquises .....	142
<b>Dixième Partie: Le Mode Transition.....</b>		<b>144</b>
10.1	Pourquoi ? Ca marchait si bien ! .....	144
10.2	But du jeu.....	146
10.3	Retour à l'atelier .....	146
10.3.1	Commençons par l'émetteur d'abord.....	146
10.3.2	Pour le pas ensuite .....	147
10.3.3	Enfin, pour les gaz .....	147
10.4	Retours au terrain .....	148
10.4.1	Nouvelles précautions .....	148
10.4.2	Vérification de la non-régression.....	148
10.5	Prenons de la hauteur.....	149
10.6	Sachez redescendre.....	149
10.7	Réglage du pas maxi .....	152
10.8	Circuits autour de vous .....	154
10.9	Circuits en huit .....	155
10.10	Atterrissage.....	156
10.11	Vol de face .....	158
10.12	Visualisation en vol.....	159
10.13	Pas au-dessus de la tête... ..	160
10.14	Ne pas brûler les étapes !.....	161
<b>Onzième Partie: L' Autorotation .....</b>		<b>162</b>
11.1	Première étape.....	163
11.2	Deuxième étape .....	164



11.3	Troisième étape.....	165
<b>Douzième Partie: Mode Perfection .....</b>		<b>168</b>
12.1	Retour à l'atelier .....	168
12.2	Que faire ? .....	168
12.3	Retour sur le terrain .....	170
12.4	Gyroscope en mode conservateur de cap .....	170
12.4.1	Inconvénients de ce mode.....	171
12.4.2	Avantage de ce mode.....	172
12.4.3	Expérimentons.....	173
12.5	Réglages.....	174
12.6	En vol ! .....	174
12.7	Trim d'anti-couple.....	174
12.8	N'oubliez plus l'anti-couple.....	174
<b>Treizième Partie: Premières Voltiges .....</b>		<b>176</b>
13.1	Conditions .....	176
13.2	Renversement .....	176
13.2.1	Virage relevés.....	177
13.2.2	Ordres à l'anti-couple.....	177
13.2.3	Ressources avec le pas/gaz, aussi .....	177
13.3	Boucles .....	180
13.3.1	Variations faibles du manche pas/gaz .....	180
13.4	Tonneaux .....	181
13.4.1	Variations du manche gaz/pas.....	182
13.4.2	Contraire des avions.....	182
13.5	Une après l'autre.....	183
13.6	Réglage de la sensibilité des commandes.....	183
13.6.1	L'exponentiel.....	183
13.6.2	Comment le régler ?.....	183
13.7	Réglages 3D.....	184
<b>Quatorzième Partie: Débuts En Voltige 3D .....</b>		<b>185</b>
14.1	Késako ?.....	185
14.1.1	Imaginez .....	185
14.1.2	Avec quel matériel ?.....	187
14.2	Retour à l'atelier .....	188
14.2.1	Manche au neutre, pas collectif à 0° .....	188
14.2.2	Pas maxi, pas mini.....	188
14.2.3	Stationnaire .....	188
14.2.4	Autorotations .....	188
14.2.5	Précautions .....	188
14.3	Retour sur le terrain .....	191
14.3.1	Voltige classique.....	192
14.4	Les flips .....	192
14.4.1	Flips arrière sur place.....	192
14.4.2	Prendre de l'élan .....	192
14.4.3	Flips avant surplace.....	192
14.4.4	Flips latéraux .....	193
14.4.5	Règle générale des flips.....	193
14.5	Marche arrière, ligne droite et virage .....	194
14.5.1	Face à face, bis... ! .....	194
14.5.2	Départ de côté.....	197
14.5.3	Départ devant soi.....	197



<b>Quinzième Partie: Vol Inversé.....</b>	<b>198</b>
15.1 Virages en reculant.....	198
15.2 Procédons par étape.....	198
15.3 Croisement des commandes, l'astuce .....	198
15.4 Vols sur le dos.....	199
15.4.1 Lignes droites .....	199
15.4.2 Stationnaires dos .....	199
15.4.3 Astuce.....	201
15.4.4 Pour en sortir ! .....	201
15.5 Virages dos.....	201
15.6 Carburant.....	202
15.6.1 Problèmes pouvant surgir.....	202
15.6.2 Réservoir tampon .....	202





# [Historique des versions]

## Version 1.0 – Octobre 2007

- Première version publique.
- Principalement issue d'un « copier-coller » de la version en ligne de Thunderdarkdevil.

## Version 1.1 – Novembre 2007

- Correction de fautes d'orthographe.
- Correction d'erreurs liées au passage de l'html vers le format Word.
- Ajout d'une table des matières.
- Ajout de l'historique des versions.
- Changement de l'alinéa pour rendre le texte plus lisible.

## Version 1.2 – Janvier 2008

- Correction d'une erreur dans la numérotation des pages.
- Ajout de [] pour distinguer le nouveau contenu du contenu original de Stéphane Postigo.
- Diverses corrections dans les en-têtes et pieds-de-page.
- Nouvelle table des matières à 3 niveaux au lieu de deux.
- Nouvelle numérotation des sections (numéros séquentiels).
- Ajout d'un exemple de configuration du plateau cyclique pour le Honey Bee King 2/Tiny CP3 (page 73).

## Version 1.3 – A venir

- Ajout des définitions



# [Définitions]

Ce nouveau chapitre reprend une liste de définitions utile à la compréhension du document. Elle vise à fournir au débutant le vocabulaire de base utilisé dans le cadre de la mise en œuvre d'un hélicoptère radiocommandé.

**!!! EN CONSTRUCTION !!!**

Courbe gaz/pas

Incidence (= pas)

Incidence collective

Servomoteur

Palonnier

Tringle

Chape

Biellette

Pas collectif

Pas cyclique

Pas latéral

Pas longitudinal

Plateau cyclique

Portance

Rotor anti-couple

Rotor principal

Stationnaire

Tête de rotor

Washout

Tracking



# Première Partie: Introduction

L'hélicoptère radiocommandé est pour beaucoup de personnes, la discipline "ultime" en aéromodélisme. Personnellement, je pense que c'est une de celles qui sont les plus fascinantes. C'est en tout cas celle qui donne toutes ces lettres de noblesse au loisir technique qu'est l'aéromodélisme... Elle requiert un maximum de soin pour l'assemblage, le réglage et le pilotage d'un modèle réduit radiocommandé. J'ai eu envie d'écrire cet article en pensant principalement aux personnes qui ne sont pas (encore) modéliste et aux débutants dans cette discipline. C'est la raison pour laquelle les modélistes "radio" trouveront certains passages ou explications un peu "puérils" et déjà vus. Mais il y a beaucoup de gens normalement constitués (!), qui ne savent pas comment ça marche, un hélicoptère, ni une radio commande, ni un moteur ! Alors pourquoi ne pas essayer de les intéresser, et pourquoi ne pas les contaminer! Comme dirait l'autre : plus on est de fous, plus on rit! C'est en toute modestie que je vous ferai donc partager mon humble expérience dans cette activité passionnante, acquise en 2 ans environ (sans dénigrer pour autant mes quelques années de pratique avion (!). Cet article correspond donc à ce que j'aurais aimé trouver lorsque j'ai débuté...

J'ai moi-même été débutant et j'ai été confronté aux problèmes relatifs à la pratique d'une nouvelle discipline. De plus, dans mon club, il n'y avait pas de pilote hélico. J'ai donc pris contact avec des pilotes et amis de clubs voisins et j'ai assisté à des rencontres hélicoptères organisées par ces clubs. C'est très instructif pour obtenir des informations, des conseils, des tuyaux sur la pratique de cette catégorie. Je me suis aussi documenté auprès de dossiers techniques maintenant épuisés (Looping), et on s'aperçoit qu'aujourd'hui, il n'existe pas grand chose pour aider un débutant...

Et puis dernièrement j'ai découvert sur le web un groupe de discussions passionnant, qui permet de s'informer auprès de modélistes hélico plus ou moins confirmés (salut les gars !), toujours partant pour partager leur expérience (France hélicoptère radiocommandé, adresse e-mail:

[ [fhrc-subscribe@yahogroups.com](mailto:fhrc-subscribe@yahogroups.com) ]

D'ailleurs si vous avez Internet, je vous recommande chaudement de vous inscrire sur ce groupe créé par Rémi Epron, je crois, et qui travaille maintenant chez CIS-Models (pub gratuite !). C'est très instructif. Vous pourrez poser toutes les questions possibles sur le sujet, et tous les inscrits les reçoivent. Lorsqu'un d'entre eux répond, c'est tous les inscrits qui reçoivent la réponse. On peut ainsi participer de manière active ou passive aux échanges d'idées, de points de vue sur du matériel, ou de conseils prodigués par les connaisseurs (ou aux coups de gueules !).

Je tacherai donc tout au long de ces lignes, de rester à la portée du néophyte complet. Mais il faudra quand même assimiler un certain nombre de données techniques, indispensables pour la compréhension et la progression dans la technique de l'hélicoptère radiocommandé.

J'émaillerais de temps en temps cet exposé de quelques anecdotes personnelles, qui ont jalonné mon apprentissage, histoire de vous montrer les solutions que j'ai adoptées et qui marchent, ainsi que les erreurs à ne pas faire !



## **1.1 Expérience ou non ?**

Pour ma part, je pense qu'il sera plus facile quand même pour un modéliste avion (j'en parle en connaissance de cause !) de s'initier au pilotage des hélicoptères.

En effet, le néophyte total devra faire connaissance avec le fonctionnement d'une radio commande programmable, celui d'un moteur avec son environnement (démarrage, réglages, carburation, etc.) et puis l'assemblage et la technique de vol d'une machine volante relativement complexe. En plus, il devra apprendre à piloter un engin qui est moins facile, plus délicat et plus onéreux qu'un avion ordinaire.

Un modéliste auto, par exemple, aura quand même moins de problème, étant habitué aux radiocommandes, aux réglages mécaniques, et dans une certaine mesure au pilotage d'un engin à distance.

Un peu de minutie, de sens mécanique, de logique et de rigueur faciliteront aussi beaucoup les choses.

Dans certaines phases de vol, le pilotage hélico ressemblera beaucoup à celui de l'avion piloté en 3 axes, ou d'un grand planeur, et il est évident que quelques cours avion (ou hélico, bien sûr mais c'est plus rare !) en double-commande dans un club normalement constitué faciliteront leur progression et diminueront les risques de casses stupides du style inversion des commandes lorsque la machine pointera le bout de son nez vers le pilote par exemple !

Mais beaucoup de modélistes hélico ont débuté directement par l'hélicoptère, sans passer par la case départ ! Alors, comme dirait l'autre, c'est vous qui voyez !

### **Ne pas brûler les étapes !!!**

Ceci s'adresse surtout aux pilotes d'avions radiocommandés qui veulent pratiquer l'hélicoptère radiocommandé, mais ça reste valable pour tout le monde !

Pour le pilotage, il ne faudra pas brûler les étapes. Il faudra y aller doucement, petit à petit, pour assimiler autant que possible dans l'ordre les différents exercices de stationnaire que je vous proposerai, pour ensuite passer en douceur aux différentes phases de translation lente, continuer par la translation rapide, et finir par la voltige. Il est inutile et dangereux pour votre nouvelle machine de vouloir lancer directement son hélicoptère en translation en se disant que c'est comme un avion, sans maîtriser les différentes phases de stationnaire auparavant !

Car il faudra bien se mettre en tête qu'après le décollage et surtout pour l'atterrissage, il faudra obligatoirement passer par ces étapes de stationnaire, avec un apprentissage de la visualisation de l'hélicoptère sous différents angles. Les départs en translation, et surtout les arrêts de la translation jusqu'au stationnaire puis l'atterrissage passent par ces étapes. Un hélicoptère ne décolle pas et n'atterrit pas comme un avion !

Si vous voulez mettre toutes les chances de votre côté, une progression étape par étape permettra d'ancrer plus rapidement et plus durablement les réflexes nouveaux que vous devrez acquérir. Ça permettra aussi de prendre rapidement et durablement de l'assurance, sans découragement.

Les phases d'apprentissage pourront être plus ou moins rapides suivant vos capacités d'assimilation, mais il ne faudra pas, encore une fois (et je le répéterai souvent, histoire de faire un bourrage de crâne !), brûler les étapes, pour réduire voire supprimer pour les plus doués les risques de casse par faute de pilotage (Si, si ! C'est possible !).



## 1.2 Simulateurs

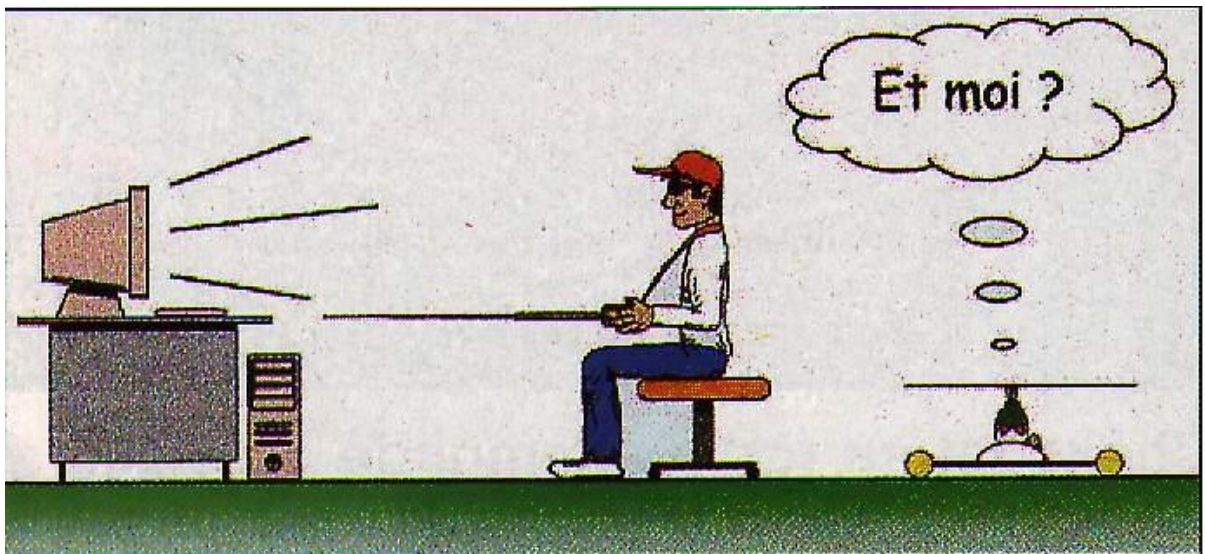
Autre chose qui permet de bien se dégrossir au niveau du pilotage est de commencer ses leçons avec un simulateur.

Depuis la démocratisation des PC, on trouve, depuis quelques années chez les bons revendeurs ou dans les publicités des revues d'aéromodélisme, des simulateurs de vol permettant d'apprendre à piloter les avions et les hélicoptères radiocommandés.

Les prix varient entre 70 et 400 euro (Easy Fly, Real Flight de Luxe, CSM V10, etc.) ou même gratuit pour le FMS, disponible par téléchargement sur Internet. Le prix peut paraître excessif dans certains cas, mais cet investissement sera largement amorti par rapport au coût d'une réparation en cas de crash sérieux.

Ces petits logiciels permettent de se familiariser avec le pilotage sans risque de casse. On peut ainsi acquérir les réflexes de base qui permettront d'éviter les erreurs de pilotage les plus courantes. Certains d'entre eux peuvent être livrés avec un boîtier émetteur qui se branche sur le port joystick du PC, d'autres permettent d'utiliser son propre émetteur de radio commande muni d'une prise écolage qui se branche aussi sur le PC.

Les moins chers ne permettent pas de réglages précis des hélicoptères virtuels (ni d'autres paramètres comme l'environnement, le terrain, la météo, etc.). Mais c'est mieux que rien, ne serait-ce que pour se familiariser avec le principe du pilotage, et les visualisations sous différents angles.



Le pilotage sur simulateur permettra de s'initier sans risque.

Il faudra quand même le faire "configurer" par votre futur moniteur, si vous en avez un.

Attention : il y a quand même une différence entre le pilotage virtuel et le réel

**ATTENTION** : Il vaudra mieux se faire aider par un modéliste confirmé, au moins pour la disposition des commandes et les réglages à adopter sur le simulateur pour refléter le plus possible la réalité.

Il m'est arrivé un jour qu'un néophyte complet arrive au club avec son hélico fraîchement assemblé. Celui-ci m'a demandé de l'aide pour les premières mises en



route, et pour apprendre à piloter. Bon, jusque là, ça va, c'est idéalement ce que vous devriez faire !

Mais le problème est que ce débutant s'était entraîné pendant 6 mois au simulateur avec les commandes complètement inversées par rapport à moi, et que ses réflexes acquis devant le PC et les réglages de sa machine qu'il pensait corrects étaient devenus, du coup, inutilisables ! Donc, je ne pouvais l'aider. C'est vraiment dommage. Tout était à reprendre !

Il faut aussi savoir que beaucoup de champions de voltige s'entraînent énormément au simulateur, ne serait-ce que pour essayer des nouvelles figures sans risque de casse. Le simulateur sera donc un outil d'apprentissage et de perfectionnement précieux, à conseiller aussi bien pour le débutant que pour le pilote expérimenté.

Il faudra éviter de l'utiliser comme un jeu. Bien sûr, rien ne vous empêchera de "crasher" votre hélico virtuel en faisant n'importe quoi ! Mais il faudrait essayer de se dire que les crashes sont à éviter (échecs riches en enseignement !). Donc un entraînement avec cet outil devra faire l'objet d'autant de rigueur et de sérieux que si vous étiez aux commandes de votre propre hélicoptère. Sinon, ça ne servira à rien... Toutefois il ne faudra pas confondre le pilotage virtuel et réel. Il sera indispensable de mettre en pratique le plus rapidement possible les notions acquises sur le simulateur, pour ne pas être déconnecté de la réalité. En plus, il faudra tâcher d'être "en avance" au niveau du pilotage acquis sur simulateur, par rapport à la réalité, de manière à ne pas être dépassé.

Toujours est-il qu'il faudra bien comprendre le principe de fonctionnement de tous les composants (radio commande, moteur, gyroscope, hélico) avant de se lancer dans toute mise en route réelle. Aussi est-il très important de ne pas brûler les étapes (je vous l'avais dit !), afin de progresser de manière constructive, et instructive.

### **1.3 Sécurité**

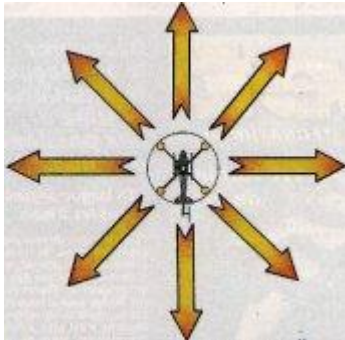
Un mot aussi sur la sécurité qui sera développée plus loin. L'hélicoptère radiocommandé n'est pas un jouet pour adultes attardés qu'on achète sur un coup de tête !

C'est une machine volante relativement complexe, fragile et délicate, qui peut se révéler dangereuse, et qui ne tolère pas les assemblages approximatifs. Aussi des mesures de précaution devront être prises pour éviter l'usure prématurée des différents composants et les accidents corporels pour vous et pour les spectateurs qui pourront en découler.

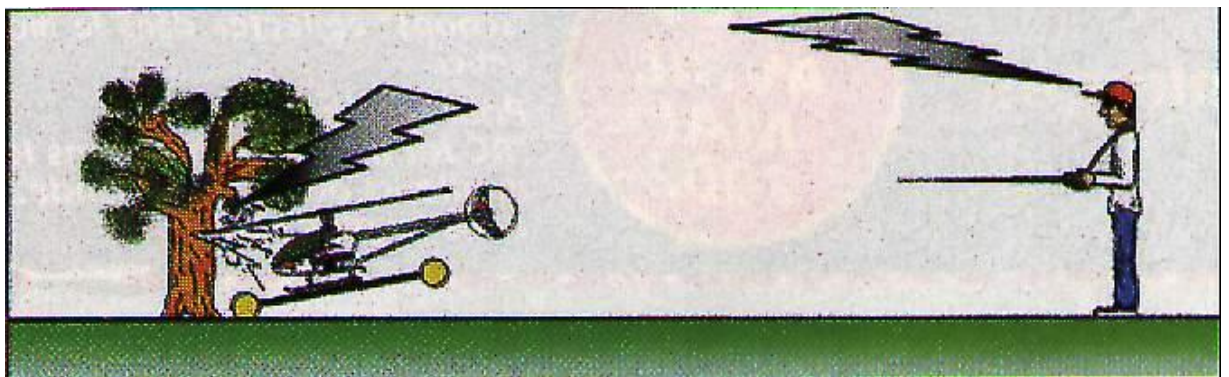
De plus, ne penser pas qu'un hélicoptère n'a pas besoin d'espace pour voler. Otez-vous tout de suite de la tête l'idée séduisante d'essayer de le faire voler dans votre jardin, même si c'est un grand jardin (sauf si vous habitez un grand parc dégagé de plusieurs hectares, mais bon !). Même en électrique (moins de nuisance sonore), l'hélicoptère en stationnaire peut déraiper dans tous les sens sous l'action d'une rafale de vent ou un ordre mal appliqué. La direction du fuselage n'est pas la direction qu'il peut prendre. Si le mur de votre maison, la clôture, un arbre ou pire, un curieux, se trouvait sur sa trajectoire, inutile de vous expliquer les conséquences!

Il lui faudra donc de l'espace, ne serait-ce que pour que vous ayez le temps de réagir afin d'appliquer les corrections dans le bon sens. Et puis psychologiquement parlant, il est traumatisant de savoir ces obstacles près de vous et de votre cher hélicoptère.

En plus, si une panne radio, un brouillage radio ou une panne mécanique survenait et que votre joujou se mette tout seul plein gaz, il pourrait partir en altitude dans une superbe parabole pour retomber sur la maison du voisin ou, plus grave sur votre voisin (ben quoi ? Ça peut arriver !)



Un hélicoptère dont le rotor tourne peut glisser dans n'importe quel sens.  
Un coup de vent un ordre mal appliqué, une panne mécanique ou radio peuvent le faire se déplacer dans n'importe quelle direction.  
C'est la raison pour laquelle il faut de l'espace pour faire tourner un hélicoptère.



Les pales atteignent à leur extrémité une vitesse de l'ordre de 400 km/h.  
En cas de contact avec quelque chose ou quelqu'un, les dégâts pourront être très importants. Elles éclateront et pourront devenir des projectiles.

**ATTENTION : La fiabilité ne sera jamais garantie à 100%, et il existera toujours un risque de panne, quelque soit le soin que vous aurez mis pour assembler votre mécano et votre niveau de pilotage...**

Il faudra aussi s'habituer au bruit généré par l'hélicoptère qui, bien que non assourdissant (quoique !), pourra engendrer un stress paralysant (phénomène qu'on n'a pas sur le simulateur !). Dans toutes les phases de vol, aussi bien au décollage, à l'atterrissage que pendant le vol, le bruit sera quasiment le même, presque plein gaz ! Même à 5 mètres de vous !

De plus, de savoir le rotor tournant pas très loin de vous, il y aura parfois de quoi paniquer, au début en prenant conscience du danger potentiel que représente ce hachoir à viande volant !

## ***1.4 Clubs et associations***

L'idéal est donc de s'inscrire dans un club d'aéromodélisme (la liste des clubs régionaux est disponible auprès de la Fédération Française d'Aéromodélisme).

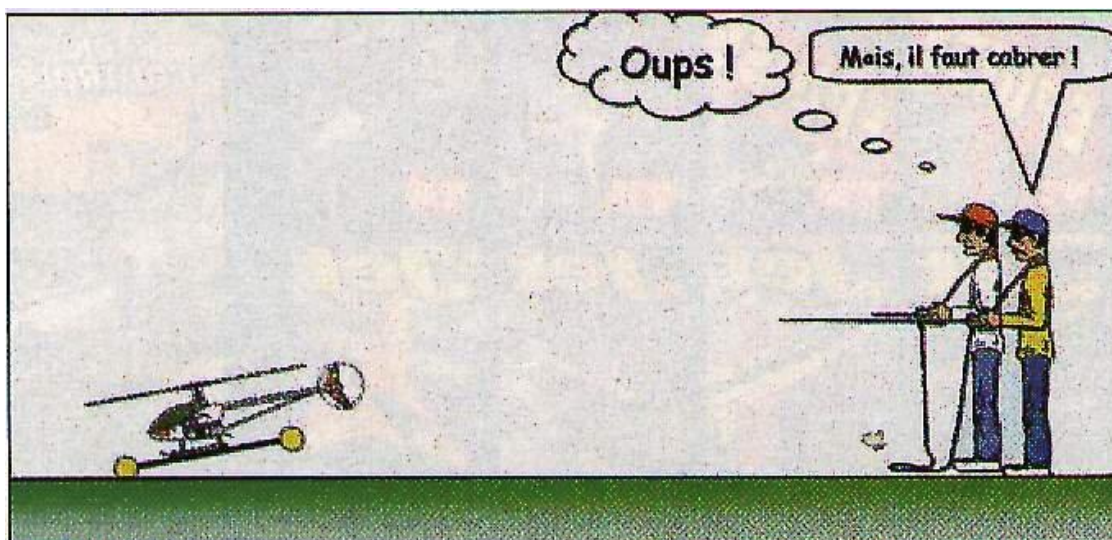
L'adhésion au club vous permettra de prendre une licence assurance, ce qui ne vous autorisera pas à faire n'importe quoi quand même ! Il faudra se conformer au règlement intérieur du club (horaires d'activité, fréquences des radiocommandes, zones de survol autorisées, parkings, etc.). Mais les services rendus seront à ce prix.

En règle générale, tous les clubs possèdent un terrain dégagé, étudié pour la pratique



de l'aéromodélisme.

Parfois, il y a un ou plusieurs pilotes hélico. Ceux-ci pourront vous guider dans les différentes étapes d'achat de matériel, d'assemblage, de réglages, de pilotage et d'entretien avec, pour certains clubs, la possibilité de prendre des cours de pilotage en double-commande sur un hélicoptère école, ou sur votre propre hélicoptère. Ceci permettra une progression beaucoup plus rapide que de rester seul dans son coin à batailler sur une machine rebelle !



L'aide d'un moniteur confirmé muni d'une double-commande permettra de débiter avec moins de risques pour l'hélicoptère.

Il vous dira ce qu'il faudra faire et ne pas faire.

Il pourra reprendre instantanément les commandes en cas de problème. Il permettra aussi de franchir plus facilement les différentes étapes du pilotage, des premiers stationnaires aux translations rapides, de l'autorotation à la voltige 3D.

Ces moniteurs se "trouvent" dans certains clubs d'aéromodélisme ou dans les écoles de pilotage spécialisées. Le tarif des leçons est largement rentabilisé par rapport au prix d'une réparation sérieuse.

Toutefois, s'il n'y avait pas de pilotes hélico dans un club proche de chez vous, inscrivez vous et prenez quand même des cours d'avion en double-commande avec leur avion école, car il y a une similitude dans certains domaines de vol entre l'avion et l'hélicoptère radiocommandé. Ça vous habituera déjà au maniement d'un moteur, d'une radiocommande et des actions des manches sur le vol d'un modèle réduit volant. C'est mieux que rien !





# Seconde Partie: Comment ça Marche ?

On va maintenant parler un peu technique (faudra bien, hein ?), de manière à comprendre le fonctionnement de cette merveille technologique... Je ne vous donnerai pas un cours théorique sur l'hélicoptère, ce n'est pas le but (et en plus, j'en serai incapable !). Je vous expliquerai juste quelques bases, histoire de savoir un peu comment ça marche !

## 2.1 Présentations

Un hélicoptère, c'est cette drôle de machine volante qui peut décoller et atterrir à la verticale !

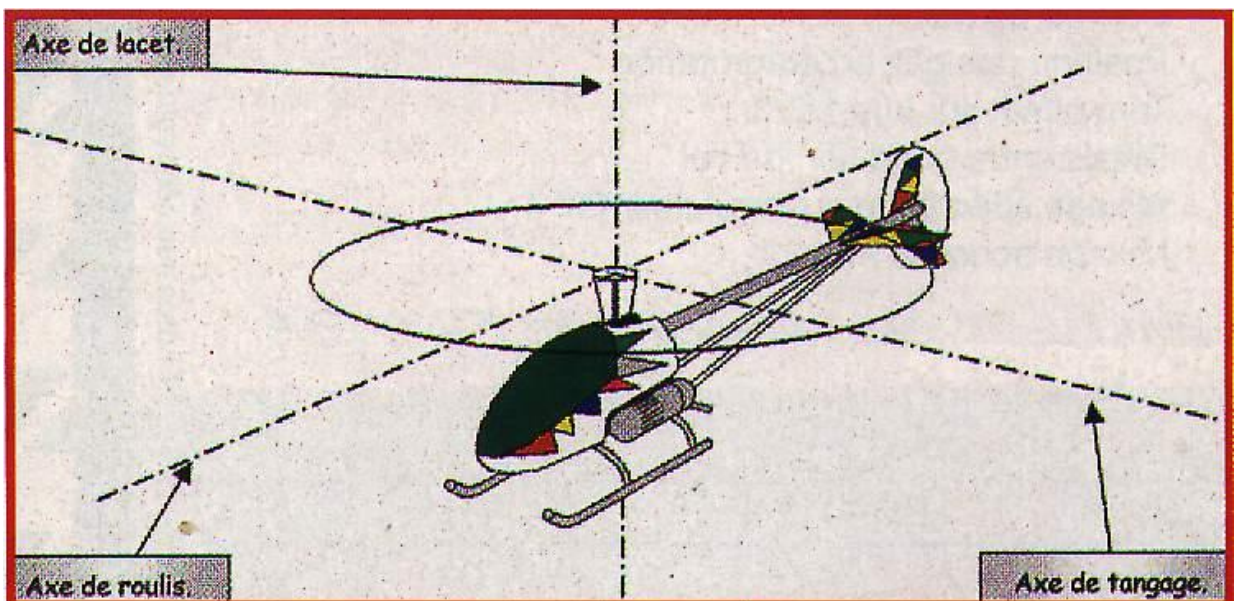
Elle peut aussi se déplacer dans tous les sens, haut bas, droite gauche, en marche avant et en marche arrière et tourner sur elle-même !

La grosse hélice qui est dessus n'est pas la clim. Non ! C'est le rotor principal. Il sert à procurer la sustentation de l'ensemble en tournant à une certaine vitesse. Il aspire l'air de dessus pour le refouler vers le bas. Ça va là ? Bon.

Le rotor principal est entraîné par le moteur qui peut être électrique ou thermique (à explosions).

A l'arrière, au bout du fuselage, se trouve une petite hélice, qui s'appelle le rotor anti-couple. Son rôle est de contrer le couple de rotation du fuselage, qui a tendance à tourner en sens inverse du rotor principal, lorsqu'il est entraîné par le moteur.

Jusque là, ça va aussi ? Bon ! Continuons !





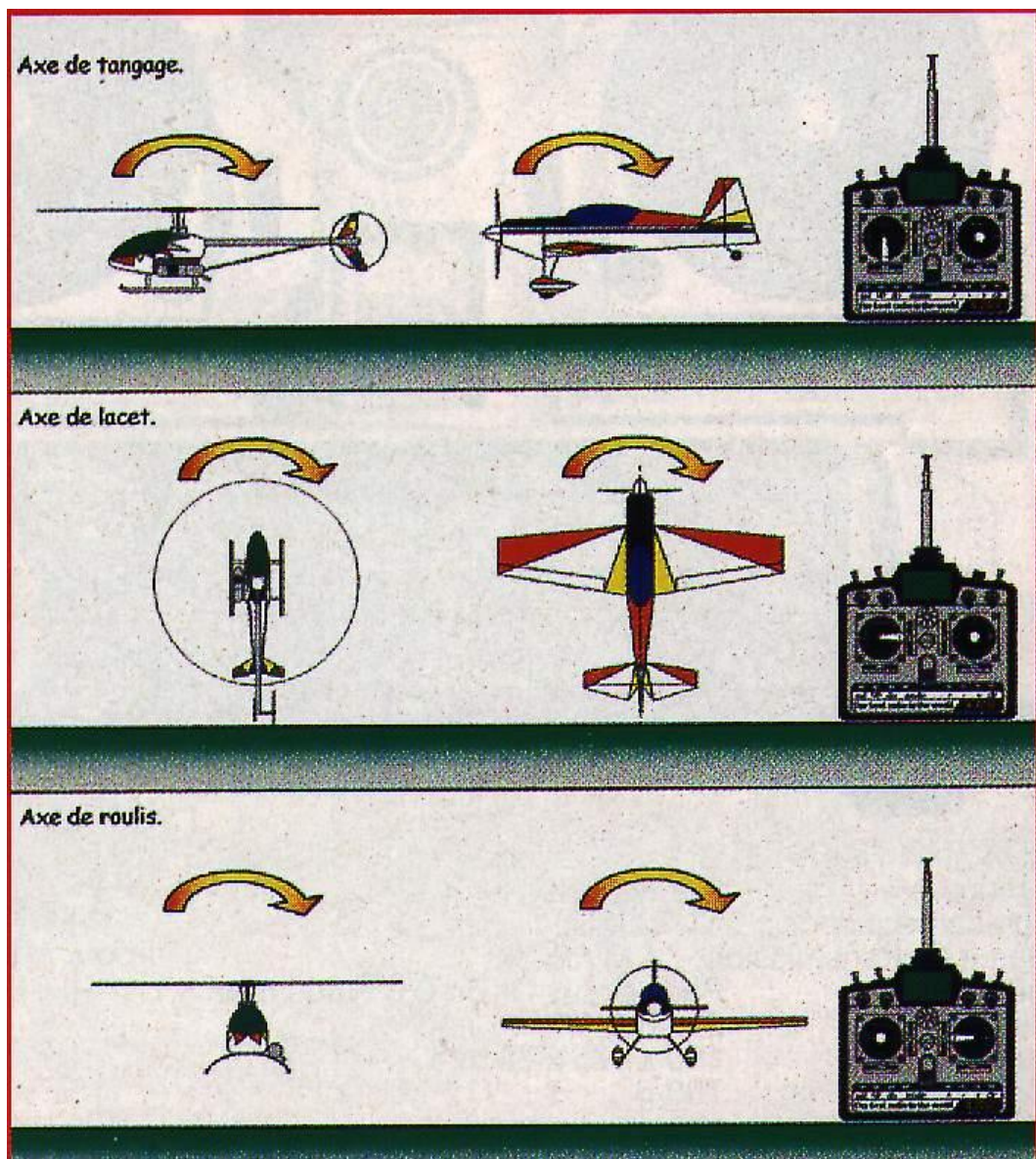
## 2.2 Comment ça se dirige ?

### 2.2.1 Stationnaire

Lorsque l'hélicoptère vole en faisant du « surplace » sans bouger et sans être en contact avec le sol, il est en équilibre dans l'air. On dit qu'il est en stationnaire. Le rotor principal tourne et décrit un disque de portance qui aspire de l'air au dessus de lui et le renvoie vers le bas. Le pas (incidence) de chaque pale est positif et identique, ce qui procure la portance.

Les forces de sustentations sont égales dans toutes les portions de ce disque, quelle que soit la position de chaque pale. Les deux pales possèdent la même incidence, qui restera identique, quelles que soient leurs positions dans ce disque.

#### Similitudes entre un hélicoptère et un avion

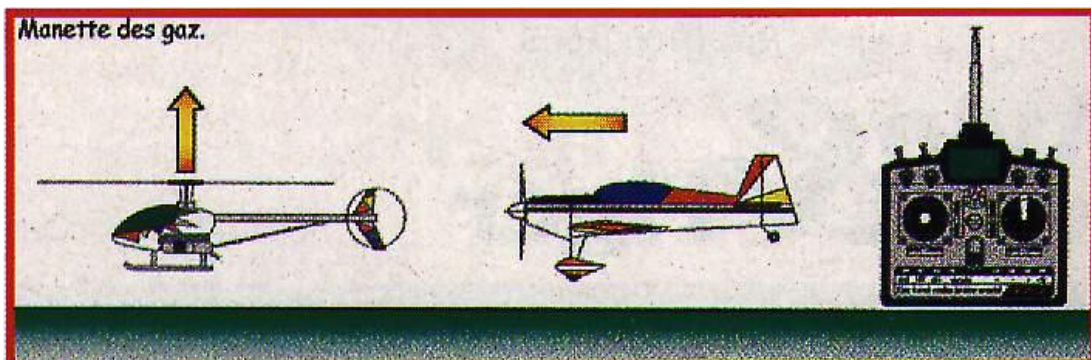




Les mêmes axes sont pilotés de la même manière entre un hélicoptère et un avion. En haut lorsqu'on met le manche de commande de l'axe de tangage en cabré par exemple, le nez se lève pour les deux (cyclique longitudinal pour l'un, profondeur pour l'autre). Au milieu, lorsqu'on met le manche de commande de l'axe de lacet à droite par exemple, le nez va à droite pour les deux (anticouple pour l'un, dérive pour l'autre.) En bas, lorsqu'on met le manche de commande de l'axe de roulis à gauche par exemple, les deux s'inclinent à gauche (cyclique latéral pour l'un, ailerons pour l'autre). C'est vu de face ! Hein?

### 2.2.2 Monter et descendre

Lorsqu'on voudra le faire monter ou descendre, il suffira d'augmenter cette incidence sur les deux pales en même temps (le pas collectif) du rotor principal afin d'augmenter sa force de sustentation. Ainsi notre hélico montera. Pour descendre, il suffira de la diminuer (l'incidence !).



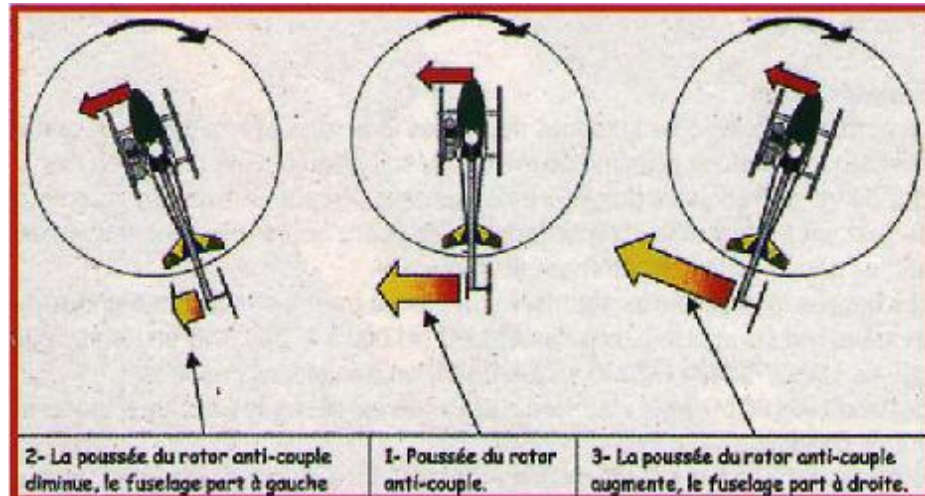
Par contre, lorsqu'on met les gaz, l'hélicoptère monte, tandis que l'avion avance plus vite...  
(manche gaz/pas pour l'un, manette des gaz pour l'autre).

### 2.2.3 Axe de lacet

Le rotor anti-couple tourne et possède une certaine valeur de pas (incidence des pales) afin de procurer la force nécessaire pour contrer le couple de rotation du fuselage, créé par l'entraînement du rotor par le moteur. En effet, le rotor tournant dans un sens, le fuselage aura tendance à tourner en sens inverse, cherchant à prendre un appui sur l'air, qu'il ne trouvera que grâce au rotor anti-couple. Pour le faire pivoter sur l'axe de lacet dans un sens ou dans l'autre (autours de lui-même), on fera varier plus ou moins le pas du rotor anti-couple. Il augmentera ou diminuera ainsi son action.



Démonstration pour un rotor tournant à droite (sens horaire).



Le rotor anti-couple est une hélice qui tourne en même temps que le rotor principal. Il permet par sa poussée, de combattre le couple de rotation du fuselage (flèche rouge), créé par le rotor principal entraîné par le moteur. Le fuselage ayant tendance à tourner en sens inverse (ici à gauche), cherchant un appui sur l'air.

Cette hélice possède 2 pales (ou plus !), qui ont toutes les deux la même incidence entre elles.

Cette incidence est variable. Elle est commandée par la commande anti-couple. Ça permet d'augmenter ou de diminuer (voire inverser) l'efficacité du rotor anti-couple.

En stationnaire, l'incidence est d'environ  $10^\circ$ , ce qui lui permet de combattre le couple de rotation du fuselage.

1 - Lorsqu'on n'applique aucun ordre à l'anti-couple, sa poussée ne fait que contrer la rotation du fuselage. Le fuselage reste droit.

2 - Lorsqu'on lui applique un ordre à gauche, on diminue l'incidence de ses pales, et donc son efficacité. La poussée du rotor anti-couple diminue. Le fuselage tourne à gauche.

3 - Lorsqu'on lui applique un ordre à droite, on augmente son incidence et donc son efficacité. La poussée du rotor anti-couple augmente. Le fuselage tourne à droite.

4 - Axe de tangage et roulis

Maintenant, si nous voulons incliner notre bestiole, on ne bougera pas l'axe du rotor principal comme pourraient le croire les néophytes.

On fera « tout simplement » varier le pas des pales du rotor principal sur une certaine portion de son disque.

Par exemple si on veut incliner le fuselage en avant, on augmentera le pas des pales lorsqu'elles passeront derrière, et on le diminuera lorsqu'elles passeront devant. Ceci est possible grâce au plateau cyclique.

La force de sustentation à l'arrière sera ainsi augmentée et celle à l'avant, diminuée. Ainsi le disque n'ayant plus une portance égale sur toute sa surface, un couple se créera, qui inclinera notre hélicoptère dans la direction souhaitée, soit dans notre exemple vers l'avant.



### La précession gyroscopique

Bon là, il faut commencer à s'accrocher..!

Si j'ai simplifié ainsi c'est pour faciliter la compréhension pour un néophyte, car il faudra bien sur (!), tenir compte de la précession gyroscopique du système en rotation qui décale de 90° (un quart de tour) l'action avec la réaction.

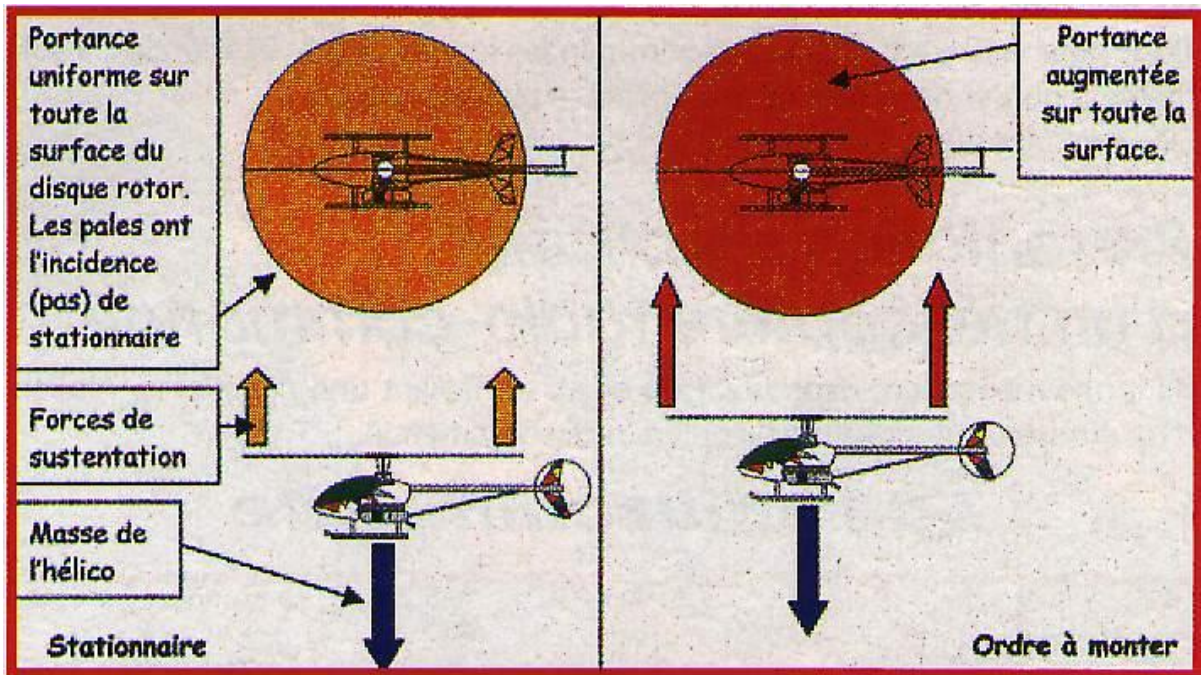
Pour s'en convaincre, il suffira de faire le test de la roue de vélo !

Démontez la roue de votre VTT favori et tenez-la à l'horizontale par son axe en tendant les bras devant vous. Demandez à quelqu'un de la faire tourner, et essayer de l'incliner vers l'avant en poussant l'axe du haut et en tirant l'axe du bas. Oh ! Elle part sur le côté ! (En passant, vous vous rendez compte qu'il faudra faire un certain effort pour manœuvrer cet axe. C'est une des caractéristiques du gyroscope, la fixité dans l'espace).

Pour qu'elle s'incline vers l'avant, il faudra l'incliner sur un côté ! Le côté dépendra du sens de rotation de votre roue.

Ben oui ! Vous venez de découvrir la précession gyroscopique !

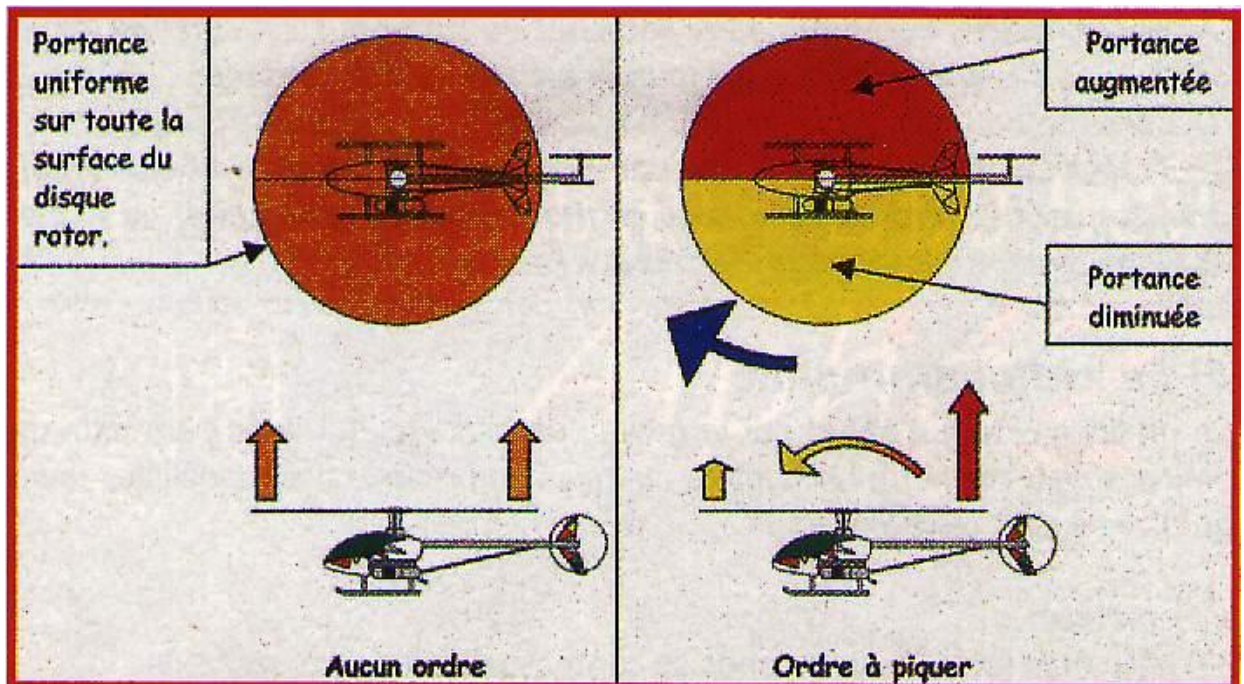
### Comment ça Marche ?



Lorsqu'on veut prendre de l'altitude à partir du stationnaire (force de sustentation du rotor égale à la masse de l'hélico), on fait varier l'incidence des 2 pales en même temps. On fait donc varier le pas de manière collective. La portance du disque rotor augmente de manière uniforme, et est supérieure à la masse de l'hélicoptère. Il monte... Comme la traînée du rotor augmente en même temps que son pas, il a tendance à diminuer sa vitesse. Le moteur peine un peu plus. C'est pourquoi on augmente en même temps son régime. Ainsi, le rotor tourne à une vitesse constante. C'est ce qu'on règle avec les courbes gaz/pas.



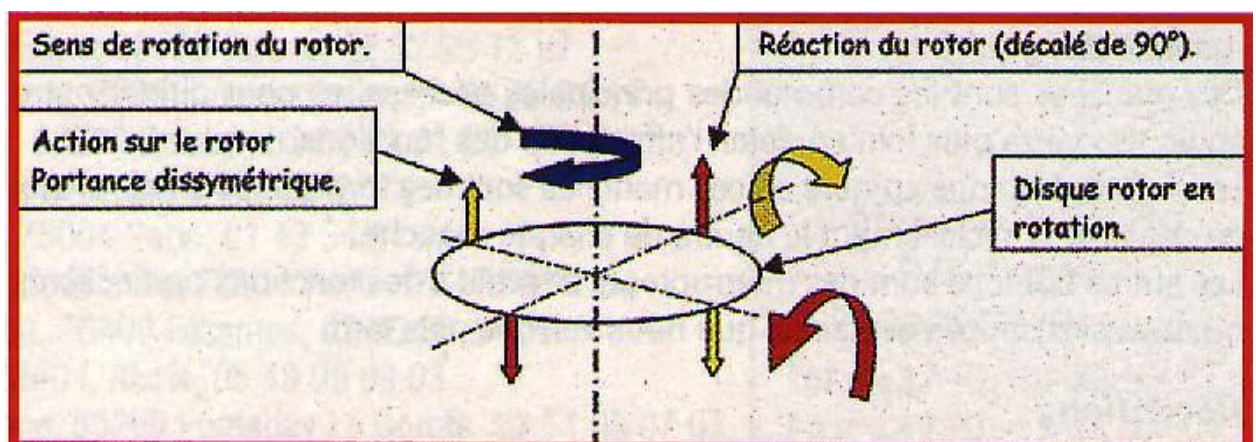
Exemple pour un rotor tournant à droite (sens horaire)



A gauche, aucun ordre n'est appliqué au rotor. La portance est égale sur toute la surface du disque rotor.

A droite, un ordre à piquer est appliqué à l'hélicoptère. Le plateau cyclique transmet cet ordre aux pales du rotor. La portance du disque rotor change et devient inégale. Elle est plus importante sur la zone rouge que sur la zone jaune. On pourrait penser que le rotor basculerait sur sa gauche ! Mais il faudra compter sur la précession gyroscopique, qui décale de  $90^\circ$  l'action et la réaction. Ce qui fait que le disque rotor s'inclinera vers l'avant dans ce cas.

De part l'architecture de l'ensemble tête de rotor, barre de Bell et de ses commandes, vous ne vous en rendez pas compte. Le plateau cyclique s'inclinera en avant pour un ordre à piquer. C'est le même principe pour les autres inclinaisons (cabré, droite et gauche).



Il se passe la même chose sur nos chers hélicos, mais le système est tellement bien fait que vous ne vous en rendez même pas compte !

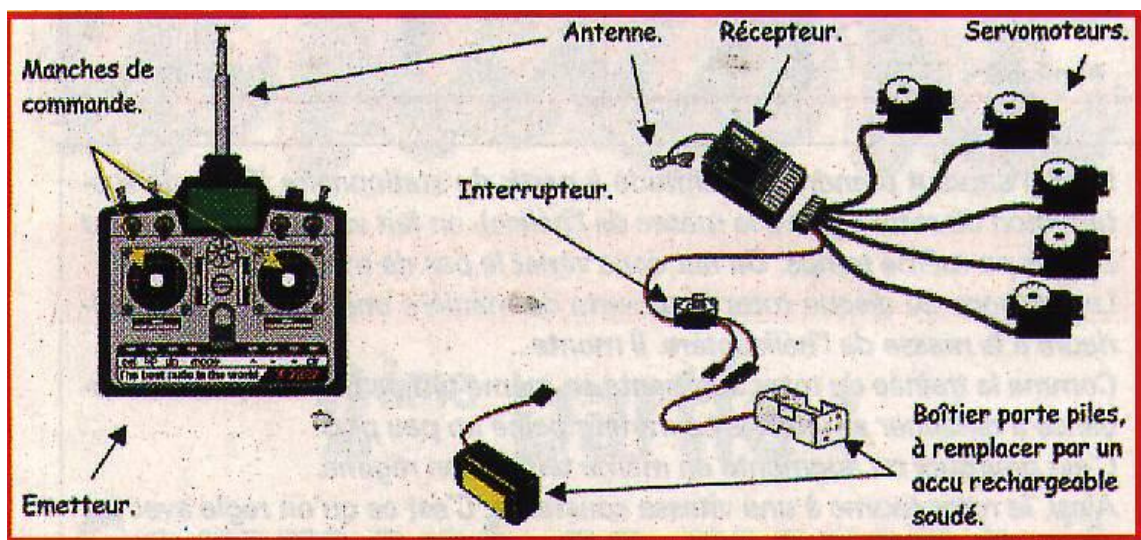


En effet, les commandes de cyclique longitudinal et latéral passent par le plateau cyclique qui transmet les ordres aux biellettes du pas de chaque pale par l'intermédiaire du mélangeur (washout) et de la barre de Bell (voir plus loin les détails de fonctionnement de celle-ci). Tout ce petit monde se charge de décaler les ordres. Ce qu'il faut retenir, c'est que pour un rotor bipale, lorsqu'on incline le plateau cyclique en avant par exemple, l'hélico se penchera vers l'avant. Si on l'incline sur la droite, l'hélico ira à droite. Donc pour visualiser l'action des commandes longitudinales et latérales, il suffira de regarder dans quel sens s'oriente le plateau cyclique. On verra plus loin en détail comment ça marche.

*Présentation simplifiée d'un hélicoptère radiocommandé*

Rentrons maintenant dans le vif du sujet, en faisant une petite présentation d'un ensemble complet d'hélicoptère radio commandé.

### La radiocommande



Un ensemble de radio commande est composé d'un émetteur, qui envoie par les ondes hertziennes (grâce à son antenne) les ordres du pilote (par les manches). Son énergie électrique est fournie par une batterie interne.

La partie embarquée, que l'on nomme réception se compose d'un récepteur, (qui reçoit les ordres de l'émetteur par son antenne), des servomoteurs, (qui transforment les ordres électriques en mouvements mécaniques), et d'une batterie (qui fournit l'énergie électrique à l'ensemble).

## **2.3 La radiocommande:**

Commençons tout d'abord par le moyen de pilotage, qui nous permettra de diriger à distance notre hélicoptère : la radio commande (les modélistes radio pourront sauter ce chapitre !).

### *L'émetteur*

Un ensemble de radio commande se compose de plusieurs éléments.

Tout d'abord nous avons l'émetteur qui est ce gros boîtier qu'on tient dans les mains, et



qui est muni d'une antenne télescopique, de 2 manettes (manches) et de boutons. Ce boîtier renferme des composants électroniques qui permettent de transformer les ordres venant des manettes et des boutons et les envoyer en ondes hertziennes par l'antenne...

Un accu fourni l'énergie électrique indispensable pour son fonctionnement. Un interrupteur permet la mise en marche ou l'arrêt de l'émetteur.

Sur les radios programmables (on verra ça plus loin en détails), un écran à cristaux liquide permet un affichage des fonctions en route. Il permet aussi de visualiser les réglages de ces fonctions, et la tension de la batterie. Sinon sur les « non-programmables », seul un vumètre renseigne sur la tension de la batterie.

Les 2 manettes sont appelées les manches. Ils peuvent se mouvoir de haut en bas et de droite à gauche. Chaque manche est affecté à 2 fonctions qui s'appellent des voies (donc 2 manches = 4 voies...).

Ils possèdent tous les deux un retour au neutre sauf celui qui commandera le carburateur du moteur qui, lui, est cranté de haut en bas et qui s'appelle la manette des gaz.

Ces manches sont les commandes principales nécessaires pour diriger notre engin. On verra plus loin en détail l'affectation des fonctions.

Les 4 petits boutons autour de ces manches sont des trims et permettent eux de déplacer artificiellement le neutre de chaque manche.

Les autres boutons sont des interrupteurs affectés à des fonctions particulières ou des voies supplémentaires, que nous verrons plus tard.

### *Réception*

Le reste des composants de l'ensemble de radio commande est la partie embarquée qu'on nomme la réception. C'est elle qui sera montée dans notre hélicoptère. Elle reçoit les ordres venant de l'émetteur.

Il y a tout d'abord le récepteur qui est cette petite boîte noire, bourrée de composants électroniques, munie de connecteurs et d'un long fil. Ce fil est l'antenne et il ne doit surtout pas être raccourci. Il reçoit les ordres de l'émetteur par l'intermédiaire de cette antenne.

Ensuite on trouve un interrupteur à glissière qui permet le branchement d'une batterie qui fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de l'ensemble électronique. Nous trouvons enfin les servomoteurs qui sont ces cubes noirs. Ils permettent de transformer les ordres électriques du récepteur en mouvements mécaniques. Un cordon avec une prise permet de les brancher sur le récepteur. Sur le dessus de ces servomoteurs se trouve un palonnier rotatif en plastique qui permettra l'accrochage des tringles de commandes de notre hélicoptère.

Enfin, de chaque côté, il y a 2 pattes de fixation qui permettent de les fixer dans la cellule à l'aide de petits amortisseurs en caoutchouc (silentblocs) et de vis auto-foreuses fournis.

Pour résumer, lorsque l'ensemble est en ordre de marche, et qu'on bouge les manches de l'émetteur, les palonniers des servomoteurs bougent de manière proportionnelle...

### *Transmission*

La portée radio avec les antennes déployées (émetteur et récepteur) est généralement de quelque centaine de mètres au sol, jusqu'à perte de vue en l'air.

Des quartzs de fréquence (fragiles) présents dans l'émetteur et dans le récepteur permettent à l'ensemble de fonctionner. Ces quartzs sont facilement amovibles, afin de pouvoir changer aisément de fréquence.

Les bandes de fréquences autorisées en France pour les radiocommandés de modèles





réduits sont la bande des 41 MHz (41.000 à 41.200 MHz en fréquences paires) et des 72 MHz (72.210 à 72.490 MHz en fréquences impaires).

La bande des 26 MHz est autorisée aussi, mais est réservée plutôt aux jouets et autres gadgets...

Si on allume 2 radios possédant la même fréquence, il y a brouillage. Il faut que les fréquences soient espacées d'au moins 20 kHz pour éviter le brouillage. C'est important à savoir, surtout si d'autres modélistes volent en même temps que vous allumez votre radio (un avion ou un hélicoptère peuvent tomber à la suite d'un brouillage car les commandes frétilent, ne répondent plus ou vont en butée..!).

Donc il faudra toujours vérifier si votre fréquence est disponible avant d'allumer la radio sur un terrain où sont présents d'autres modélistes, et vous conformez le cas échéant au règlement du club sur ce sujet (tableau de fréquence).

Le mode de transmission est généralement la FM. Le type de codage peut-être le PPM (analogique), ou le PCM (numérique). Ce dernier serait le plus «durci» au niveau brouillage. Il permet une programmation de position des servomoteurs en cas d'interférences entre autre. Les récepteurs PCM coûtent 2 fois plus chères que les PPM... Je ne m'étendrai pas plus sur le sujet, chaque mode ayant ses partisans et ses detracteurs ...euh ! Ses detracteurs, pardon !

Un chargeur de batterie spécifique (avec les cordons de charge qui vont bien) est nécessaire pour recharger les accus de l'émetteur et du récepteur (il est en effet impensable de faire voler un hélicoptère RC avec un porte-piles, pouvant être sujet à de faux-contacts soumis aux vibrations ! Des accus soudés s'imposent). Généralement il est livré avec l'ensemble de radiocommandé, mais pas toujours ....

## **2.4 L'hélicoptère**

Poursuivons l'investigation, par une présentation de la bête, cette fois.

Un hélicoptère modèle réduit est généralement composé d'un châssis autoportant en alu, ou bien moulé en plastique armé fibre de verre. Parfois, sur les hauts de gammes il est en carbone.

Dans ce châssis sont fixées toute la mécanique, la motorisation et toute la partie électronique embarquée de la radiocommandé.

Un tube en alu ou en carbone, fixé sur ce châssis et parfois haubané, contient la transmission et la commande du rotor anti-couple. Ce dernier, ainsi que les empennages sont fixés au bout de ce tube.

Un carénage en fibre de verre ou en plastique moulé (cabine) recouvre le châssis, et est rapidement démontable. Ainsi, l'accès aux composants mécaniques et électroniques est très facile, ce qui permet des réglages et un entretien aisés. L'ensemble repose sur le train d'atterrissage composé d'arceaux en plastique moulé, armé de fibre généralement, et de patins en tube alu.

Les commandes entre les servomoteurs et les différentes biellettes sont généralement faites en cordes à piano avec à leurs extrémités des chapes à rotule en plastique avec une bille métallique, permettant leur raccordement.

Toutes les pièces en rotation ou renvois d'angle sont soit munis de bagues en bronze, soit de petits roulements à bille, afin de réduire les frottements et les jeux mécaniques.

Les pales principales peuvent être soit en bois avec des lests incorporés et revêtus d'un film plastique, soit en fibre de verre ou carbone moulé.

Les pales du rotor anti-couple sont généralement en plastique moulé.

Il existe bien sûr des reproductions plus ou moins fidèles d'hélicoptères grandeurs, avec une carrosserie en plastique ou en fibre de verre dans laquelle est fixée la mécanique, mais c'est le genre de modèle qu'il vaut mieux oublier au début.

La complexité de l'installation mécanique, l'accessibilité réduite (maintenance difficile),



les qualités de vol de ces machines (hélicos généralement plus lourds) ainsi que le prix de revient, les faits réservés aux pilotes expérimentés.

Après nous être penchés le mois dernier sur la théorie du vol des hélicos et avoir détaillé les fonctionnalités nécessaires à leur pilotage sur une radio, étudions de plus près ce mois-ci la machine en elle-même à travers la description de sa mécanique...



## 2.5 Constitution de la mécanique

Voyons un peu ce qu'il a dans le ventre, en passant en revue les différents éléments constituant cette mécanique de précision.

### 2.5.1 Le moteur

C'est lui qui va fournir l'énergie mécanique nécessaire pour faire voler notre machine. Le moteur est muni d'un carburateur avec une arrivée d'air et une arrivée d'essence, qui permet de régler son régime de rotation. Généralement de chaque côté de celui-ci se trouvent les pointeaux, qui eux permettent de régler la richesse du ralenti et celle du plein gaz.

Un silencieux ou pot d'échappement est en principe livré avec le moteur, et permet de réduire les nuisances sonores et de diriger la sortie des gaz brûlés. Parfois, il est livré avec le kit de l'hélicoptère, car il possède une forme spécifique.

Une prise de pressurisation fixée sur le pot d'échappement permet, grâce à la surpression qui règne à l'intérieur de celui-ci lorsque le moteur fonctionne, de pressuriser le réservoir d'essence. La liaison se fait par une Durit. Ceci favorise la carburation. Sur la culasse, se trouve la bougie qui permet son démarrage et son fonctionnement.



### 2.5.2 La bougie

Elle permet au moteur de fonctionner. Il faut la chauffer à l'aide d'une batterie de 1,5 Volts et d'un connecteur électrique spécial. Lorsque le moteur a démarré, on déconnecte la bougie. Celle-ci reste «allumée», entretenue par les explosions qu'elle a provoquées dans la chambre de combustion du moteur. Il se produit un effet d'auto-allumage, un peu comme sur les moteurs diesels.

La bougie est généralement peu accessible, et on doit souvent fixer une connexion électrique, déportée sur un flan de l'hélicoptère, pour pouvoir l'alimenter au démarrage sans rien démonter.

Il existe plusieurs types de bougies, qui sont classées par températures (chaudes, moyennes, ou froides). En règle générale, sur un hélicoptère, on utilise des bougies moyennes.

### 2.5.3 Le réservoir de carburant

Le réservoir d'essence en matériau translucide contient le mélange de carburant nécessaire au fonctionnement du moteur. Celui-ci est relié au moteur par de la tuyauterie souple que l'on appelle Durit.

Dans le réservoir se trouve le plongeur souple qui est en contact avec le fond, permettant au carburateur d'aspirer le carburant dans toutes les positions. Une autre tuyauterie qui sera relié au pot d'échappement permettra sa pressurisation. Elle servira par la même occasion de trop plein lors du remplissage du réservoir, de part sa disposition dans le réservoir (vers le haut).

Parfois une troisième tuyauterie est présente, et permet d'en faire le remplissage. Mais habituellement, on utilise celle du carburateur pour faire le plein.

Des filtres à carburant peuvent (doivent) être installés sur l'alimentation du moteur, ou sur la tuyauterie qui permet de faire le plein. Ceci afin de remplir le réservoir avec un carburant «propre». Comme il est translucide, on peut voir d'un simple coup d'œil le niveau de carburant restant au cours d'un vol.

### 2.5.4 Le carburant

Un mot sur le carburant utilisé. C'est un mélange qui se trouve tout préparé en bidons de 2 ou 5 litres (parfois 20 litres), dans les magasins de modèles réduits, ou que l'on peut faire soi-même.

Il est constitué de méthanol et d'huile soit de ricin, soit de synthèse spécifique (ce n'est pas la même huile que pour l'automobile !). Les proportions sont d'environ 15% d'huile, suivant la marque du carburant et le type de moteur utilisé.

On peut aussi acheter du carburant contenant du nitrométhane, qui permet d'augmenter la puissance du moteur, et de faciliter son démarrage. Les proportions de celui-ci peuvent monter jusqu'à 30% environ. Le prix du litre de carburant est proportionnel au pourcentage de nitrométhane contenu dans celui-ci. En règle générale, on utilise un mélange en huile de synthèse, contenant 5 % de nitrométhane.

Il est préférable de ne pas stocker une grosse quantité de carburant, celui-ci se dégradant au contact de la lumière et de l'humidité.

### 2.5.5 Le refroidissement

Le moteur thermique d'un hélicoptère radio commandé ressemble beaucoup à un moteur d'avion. Généralement, on les reconnaît par la présence d'une culasse surdimensionnée, qui améliore son refroidissement.



Car contrairement à l'avion, où le moteur est ventilé par l'hélice, ici le moteur est encastré dans le châssis et le refroidissement pose un problème.

Pour résoudre ce problème, il y a un ventilateur fixé à la place de l'hélice. Celui-ci est donc mu par le moteur.

Des carénages rapportés ou intégrés au châssis et coiffant le ventilateur et la culasse permettent à celui-ci d'aspirer de l'air frais, de le faire s'écouler autour de la culasse et de l'évacuer.

Le moteur est ainsi parfaitement refroidi.

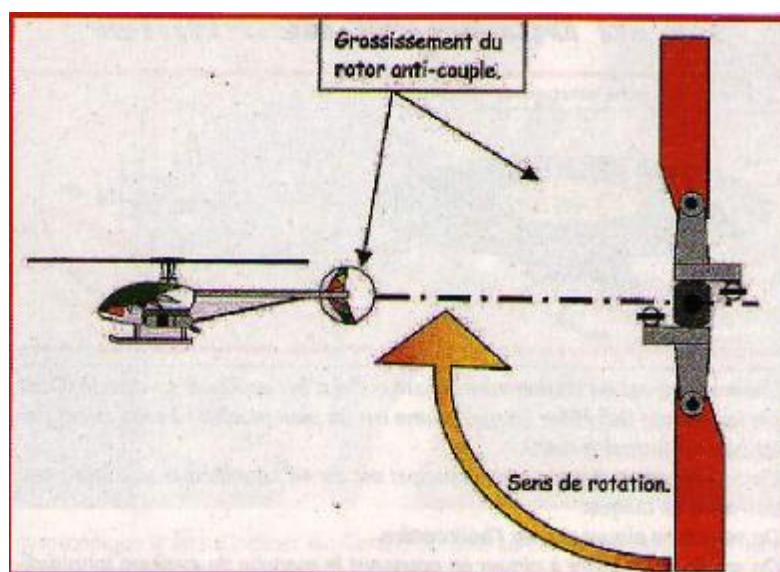
### 2.5.6 L'embrayage et le démarrage

Ce moteur entraîne un embrayage centrifuge qui permet son démarrage au ralenti, sans entraîner le rotor. Une fois démarrée, lorsqu'on accélère, (embrayage colle à la cloche d'embrayage qui entraîne le rotor en rotation par le système de transmission. Le système de démarrage du moteur est souvent intégré au système d'embrayage ou au ventilateur. Il est constitué soit d'un petit cône en plastique ou en alu, qui permet le démarrage à l'aide d'un démarreur électrique classique d'avion, soit d'un embout 6 pans creux et un roulement spécial, qui nécessite un outillage spécial à fixer sur le démarreur. Parfois il y a une tirette qui permet de démarrer le moteur comme une tronçonneuse, ce qui permet de se passer de démarreur électrique.

### 2.5.7 La transmission

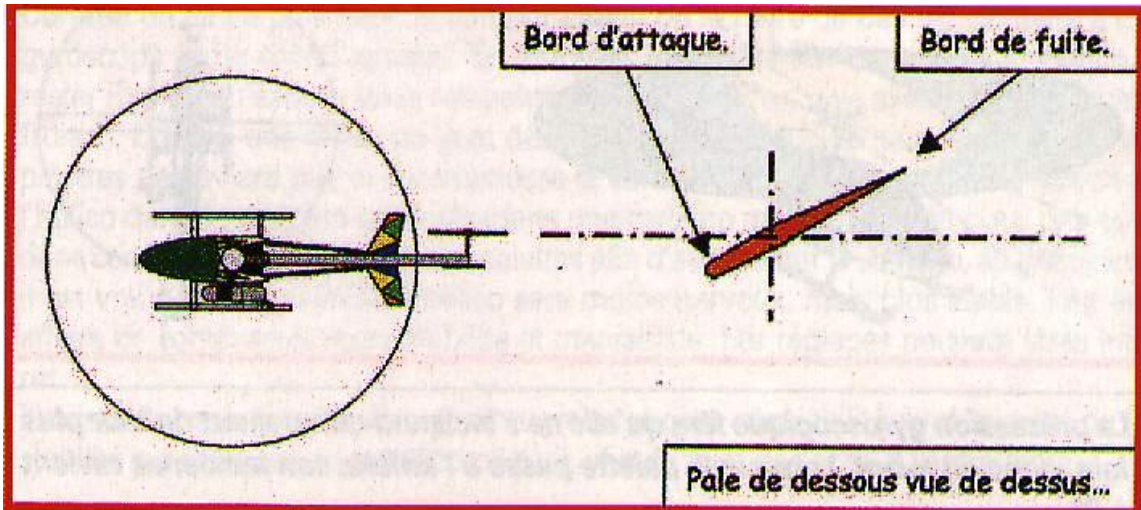
La cloche d'embrayage entraîne un jeu de couronne dentée et de pignons qui sont reliés à l'axe du rotor principal. Parfois une ou plusieurs courroies remplacent quelques-uns de ces pignons. On appelle ça la démultiplication, car le rotor tourne moins vite que le moteur (environ 1500 tr/mn pour le rotor, environ 15000 tr/mn pour le moteur). Une roue libre (système de roulements dans lequel l'axe n'est entraîné que dans un sens de rotation, comme sur un vélo...) permet à l'axe du rotor de continuer à tourner sans entraîner la pignonnerie ni la cloche d'embrayage. Ce qui offre la possibilité à un pilote entraîné de pouvoir poser son hélicoptère moteur au ralenti ou calé en faisant une autorotation (on verra ça plus tard !).

Le rotor anti-couple





Le rotor anti-couple fouinera toujours dans le sens horaire, vu du coté gauche de l'hélicoptère. C'est à dire que lorsque la pale sera en bas, elle se dirigera vers l'avant tandis qu'en haut elle se dirigera vers l'arrière.



Pour connaître facilement le sens d'action du rotor anti-couple, on repérera la pale qui passe en dessous (son bord d'attaque est pointé vers l'avant). On peut faire un parallèle avec une gouverne de direction (dérive) d'un avion - lorsqu'on donne un ordre à gauche, le bord de fuite doit aller à gauche.  
- pour un ordre à droite, le bord de fuite doit aller à droite...  
Mais en stationnaire il aura toujours une certaine incidence - à gauche pour un rotor fouinant à gauche,  
- à droite (comme le schéma) pour un rotor tournant. à droite!

### 2.5.8 Le rotor anti-couple

La transmission du rotor anti-couple se fait soit par l'intermédiaire d'une courroie crantée et de poulies crantées, soit par un axe rotatif en corde à piano ou en tube (inox ou carbone ) reliés par des pignons coniques à la transmission principale et au rotor anti-couple, et qui tourne dans des paliers (bagues ou roulements) à l'intérieur du tube de queue. Le rotor anti-couple tourne entre 6000 et 9000 tr/mn environ. Ses pales sont à incidence variables, pour pouvoir diriger le souffle d'un coté ou de l'autre. Sa commande se fait par un renvoi relié au servo d'anti-couple par une tringle guidée le long du tube de queue pour éviter le flambage (commande qui se tord sous l'effort ! Le flambage la rend moins précise, et est donc à éviter).

### 2.5.9 Le plateau cyclique

C'est une des pièces maîtresses d'un hélicoptère. C'est la pièce en métal et en plastique qui se trouve sur l'axe du rotor, et qui reçoit les tringles de commandes des servomoteurs de tangage et de roulis. Une rotule métallique lui permet de s'orienter dans toutes les directions, afin de commander les biellettes de contrôle de l'incidence de la barre de Bell-Hiller et des pales principales. Le plateau cyclique permet donc de piloter le cyclique longitudinal et latéral. Lorsqu'on l'incline dans un sens, l'hélicoptère se penchera dans ce même sens (pour un rotor bipale avec barre de Bell-Hiller).



Sur la plupart des hélicoptères, la commande du pas collectif passe par lui. Dans ce cas, il peut en plus, coulisser sur l'arbre rotor afin de modifier l'incidence collective des pales, et ainsi faire monter ou descendre l'hélico.

### 2.5.10 La tête de rotor

C'est la pièce maîtresse d'un hélicoptère. C'est ce qui se trouve en haut du mat principal, là où sont fixées et commandées les pales principales et la barre de Bell. Un jeu de tringleries et de renvois reliés au plateau cyclique permet de modifier l'incidence de la barre de Bell et des pales.

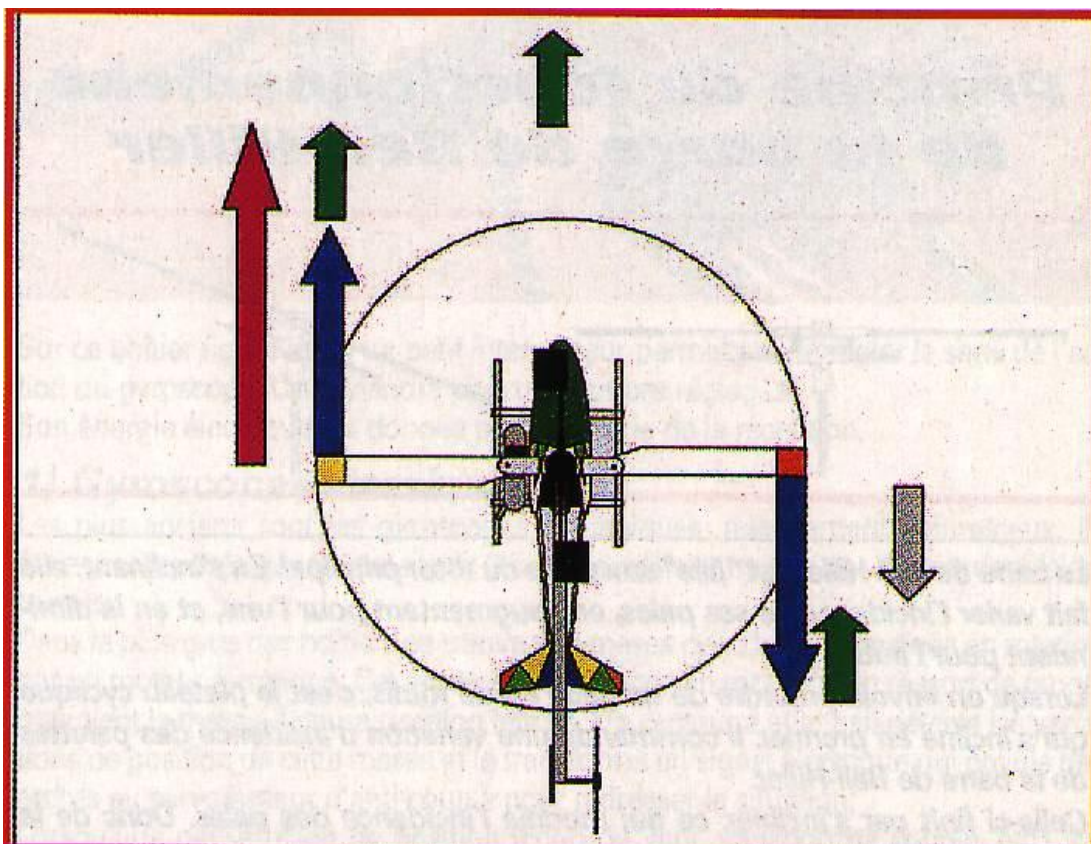
### 2.5.11 Le washout

C'est un mélangeur mécanique pouvant coulisser sur l'arbre rotor, qui permet d'une part de faire tourner la partie rotative du plateau cyclique, et qui d'autre part transmet ses ordres vers les pales ou la barre de Bell.

### 2.5.12 Les porte-pales

Généralement, ils sont montés sur roulements à billes et butées à billes. Comme le nom l'indique, ils portent les pales... Ils possèdent des biellettes reliées à la barre de Bell et au plateau cyclique, permettant les variations d'incidence.

Amortisseur de battements





Faisons un arrêt sur image d'un hélicoptère en translation longitudinale. Sa vitesse est indiquée par les flèches vertes.

Les pales du rotor possèdent une vitesse de rotation, indiquée par les flèches bleues. On peut dire que lorsque l'hélicoptère avance, il y a une pale avançant (ici la jaune) et une pale reculant (ici la rouge).

La vitesse de la pale avançant s'ajoute à la vitesse de l'hélico (flèche rose), tandis que celle de la pale reculant se soustrait à cette vitesse (flèche grise). Donc la pale avançant ayant plus de vitesse voit sa portance augmenter (elle va donc monter), tandis que la pale reculant la voit diminuer (elle va donc descendre).

A chaque tour du rotor, elles vont battre de haut en bas.

Une articulation existe donc pour éviter à l'hélice de se coucher en translation, et l'amortisseur de battement amorti, comme son nom l'indique, le battement de ces pales.

### 2.5.13 Amortisseur de battement

Ce sont des rondelles de caoutchouc disposées autour de l'axe porte-pale, et qui permettent à celui-ci de pouvoir «débattre» sur le plan vertical. Ils ne sont pas visibles, il faut démonter le porte-pale pour y avoir accès.

Comme leur nom l'indique, ils amortissent le débattement vers le haut (et vers le bas) des pales.

La raison est que lorsque l'hélicoptère est en vol et qu'il avance (on dit qu'il est en translation), la pale avançant du disque rotor a plus de vitesse que la pale reculant (par rapport au vent relatif). Donc comme elle a une certaine incidence, (la même que l'autre), et qu'elle va plus vite, elle a tendance à monter. Tandis que l'autre aura plutôt tendance à descendre. Cet amortisseur permet donc aux pales de se mouvoir de haut en bas sans provoquer de basculement sur le côté de l'hélicoptère. A chaque tour du rotor en translation, les pales oscillent donc de haut en bas chacune à tour de rôle... 1500 fois par minutes environ !

### 2.5.14 Articulation de traînée

A cause d'un certain Coriolis, qui a découvert une certaine accélération liée à la force centrifuge qui s'applique au niveau des pales dans le sens horizontal, il y a une articulation des pales dans le sens horizontale (ne rentrons pas dans le détail, c'est trop matheux..!). Celle-ci est donnée généralement par la fixation des pales, le boulon qui les retient, quoi..!

Sinon, l'amortisseur de battement peut aussi remplir cette fonction, en permettant à l'axe des portes pales de « débattre » aussi sur le plan horizontal.

M'enfin, ne m'en demandez pas plus..!

### 2.5.15 Les pales principales

Ce sont les ailes de l'hélicoptère. Elles tournent à une certaine vitesse (1500 tr/mn environ), et c'est la raison pour laquelle on appelle les hélicoptères des « voilures tournantes ».

Le poids et le centre de gravité des pales doivent être identiques, pour des raisons d'équilibrage, vu la vitesse de rotation. Généralement, elles sont livrées terminées, prêtes à l'emploi.

Elles peuvent être en bois avec un revêtement en film plastique adhésif. Un lest est inclus à l'avant des pales et permet de les alourdir et de les équilibrer. Un renfort est présent à l'emplanture et permet une fixation solide sur le porte-pales.

Elles peuvent être aussi en matériaux composites, ce qui offre une meilleure finition,



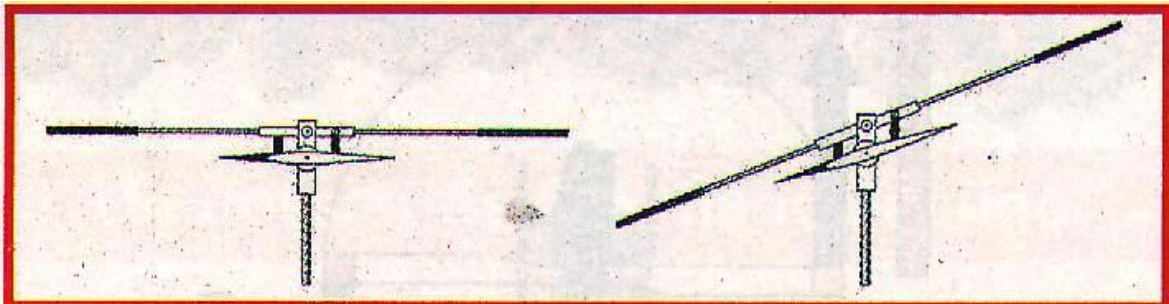
une meilleure rigidité et une meilleure tenue dans le temps.

Dans tous les cas, si l'une d'entre elle venait à s'abîmer, il ne faudra pas hésiter à la changer, une réparation étant rarement envisageable car les efforts qu'elles doivent supporter sont très importants.

Pour donner une idée, le bout de pale atteint une vitesse de l'ordre de 400 km/h lorsque le rotor est à son régime de vol.

Ces pales sont montées sur des porte-pales rotatifs (vus plus haut), permettant de modifier leurs incidences par le jeu des biellettes de commande.

#### Principe de fonctionnement de la barre de Bell-Hiller



La barre de Bell-Hiller est "liée" aux pales du rotor principal. En s'inclinant elle fait varier l'incidence de ses pales, en l'augmentant pour l'une, et en la diminuant pour l'autre. Lorsqu'on envoie un ordre de tangage ou de roulis, c'est le plateau cyclique qui s'incline en premier. Il commande une variation d'incidence des palettes de la barre de Bell-Hiller.

Celle-ci finit par s'incliner, ce qui modifie l'incidence des pales. Donc de la répartition de la portance sur le disque rotor.

## **2.6 La barre de Bell-Hiller**

Sans trop vouloir rentrer dans le détail, nous allons plonger au cœur du problème qui se situe à la tête...

L'axe rotor entraîne donc les pales principales qui sont à pas variable comme on la vu plus haut.

Une corde à piano (c.a.p.) articulée, munie de petites palettes lestées à ses extrémités, est disposée perpendiculairement aux pales principales. Cet ensemble s'appelle la barre de Bell-Hiller, communément appelée la barre de Bell.

Elle associe la barre stabilisatrice lestée (système Bell) et les palettes aérodynamiques (système Hiller).

On s'aperçoit que ces palettes sont solidaires l'une par rapport à l'autre sur la c.a.p.

Celle-ci peut se mouvoir autour d'elle-même, ce qui modifie l'incidence des palettes.

Cette commande vient directement du plateau cyclique.

De plus, cette barre peut s'incliner, ce qui fait que lorsqu'une des palettes est en haut, l'autre est en bas.

En regardant bien, lorsque cette barre s'incline, elle entraîne une variation du pas des pales du rotor principal par l'intermédiaire de biellettes.

Cette barre de Bell sert d'une part à «auto-stabiliser» (par le poids des lests) l'hélico en vol car elle se comporte un peu comme un gyroscope (système Bell, découvert par Arthur Young en 1940, je crois).

D'autre part, elle sert à démultiplier les commandes tangage et roulis du rotor principal venant du plateau cyclique (système Hiller, donner une forme aérodynamique aux lests, et faire passer les ordres d'abord par elle, au lieu de commander directement les pales).





Le système Bell utilisé seul tendait à «durcir les ordres de pilotage, en les contrant au même titre qu'une rafale de vent...

Ça, c'était pour la petite histoire ! Mais vous allez me dire, comment ça marche ?

### 2.6.1 Comment ça marche ?

Alors, à l'avant, vous avez la tête de la fusée, et à l'arrière, le turbopropulseur..! Oups ! Je m'égare..!

Tout d'abord considérons notre hélicoptère avec un rotor tournant à droite (sens horaire), en stationnaire. Le rotor principal décrit un disque de portance, et la barre de Bell en décrit un aussi (de disque !), de plus petit diamètre, celui-ci n'ayant aucun effet sur la portance.

Les commandes passent par cette fameuse barre de Bell.

Inclinons par exemple le plateau cyclique vers l'avant. Que se passe-t-il donc ?

Et bien les palettes vont voir leur incidence se modifier. La palette, en passant sur la droite, va voir son incidence augmenter, et va donc vouloir monter. Celle passant à gauche va voir son incidence diminuer, et elle va vouloir descendre.

Comme elles sont solidaires sur la barre, la barre de Bell va vouloir s'incliner vers la gauche et donc son disque voudra s'incliner lui aussi vers la gauche. La précession gyroscopique les fera s'incliner sur l'avant (décalage d'un quart de tour).

Ce qui va entraîner une variation du pas des pales du rotor principal (comme on l'a vu plus haut), lorsqu'à son tour la pale passera sur la droite, son incidence augmentera, et lorsqu'elle passera sur la gauche, son incidence diminuera. Et ça pour chaque tour du rotor !

En conséquence, le disque rotor voudra s'incliner vers la gauche. La précession gyroscopique le fera s'incliner sur l'avant. Comme son axe est rigide, c'est l'hélico qui va s'incliner vers l'avant.

Les réactions sont identiques pour les autres directions.

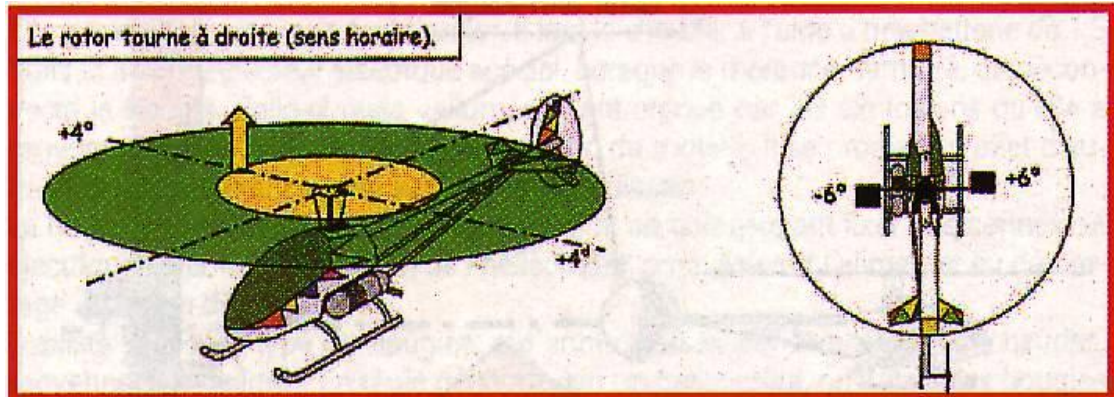
Lorsque vous mettez la barre de Bell perpendiculaire au fuselage, les pales parallèles à celui-ci, et que vous donnez un ordre au cyclique longitudinal, les palettes changeront d'incidence mais les pales ne bougeront pas. Par contre si vous donnez un ordre au cyclique latéral, les palettes ne bougeront pas, mais les pales si.

Comme on l'a vu plus haut, le comportement de la barre de Bell est similaire à un gyroscope (fixité dans l'espace). En tournant, le disque décrit par elle a tendance à rester fixe dans l'espace (plus ces palettes seront lourdes, plus elles voudront rester fixes !). Donc si une rafale de vent déstabilise notre hélico, le disque décrit par les palettes ne déviara pas et commandera la variation du pas du rotor pour remettre l'hélico dans sa position originale (dans une certaine mesure !). C'est pour cela que dans certain kit, on peut lester ces palettes afin d'augmenter la stabilité, au détriment il est vrai de la maniabilité. L'hélico sera moins nerveux, mais plus stable. Tout est affaire de compromis entre stabilité et maniabilité. Les réglages peuvent être infinis...

Il existe des palettes allégées pour augmenter cette maniabilité au détriment de la stabilité pour rendre votre hélico plus vif, afin de faire de l'acro 3D entre autre.



### Principe de fonctionnement de la barre de Bell-Hiller

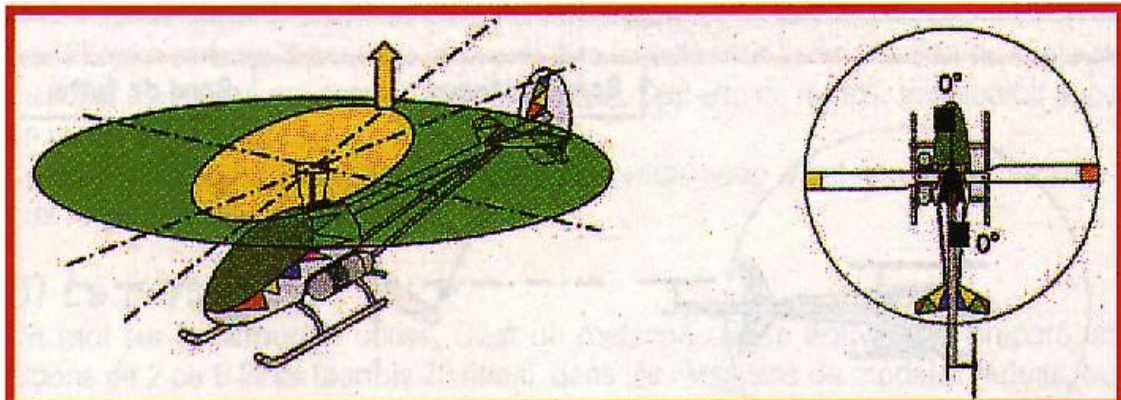


L'hélicoptère est en stationnaire. Aucun ordre n'est appliqué. Le disque décrit par la barre de Bell-Hiller (jaune) tourne sur un plan parallèle à celui décrit par les pales principales (vert).

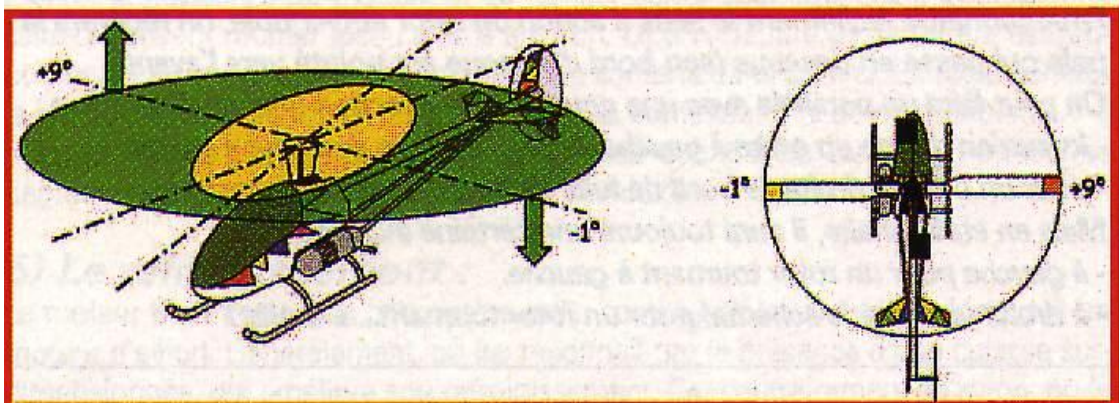
L'incidence des pales du rotor principal est de  $+4^\circ$ , quelle que soit leur position dans ce disque.

On veut faire piquer du nez l'hélicoptère.

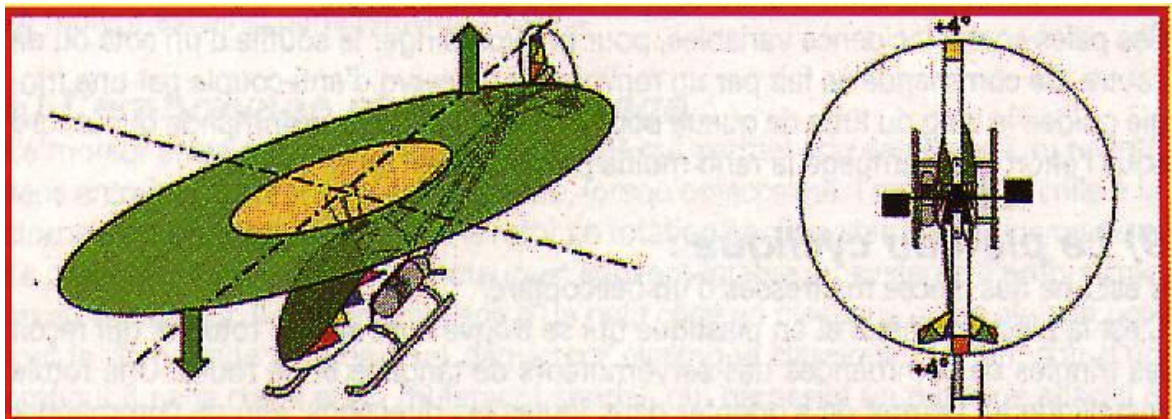
On applique un ordre à piquer en poussant le manche de cyclique longitudinal. La barre de Bell-Hiller reçoit en premier l'ordre du plateau cyclique, ce qui modifie l'incidence de ses palettes ( $+6^\circ$ ,  $-6^\circ$ ). Elle voudra s'incliner sur le côté (flèche jaune).



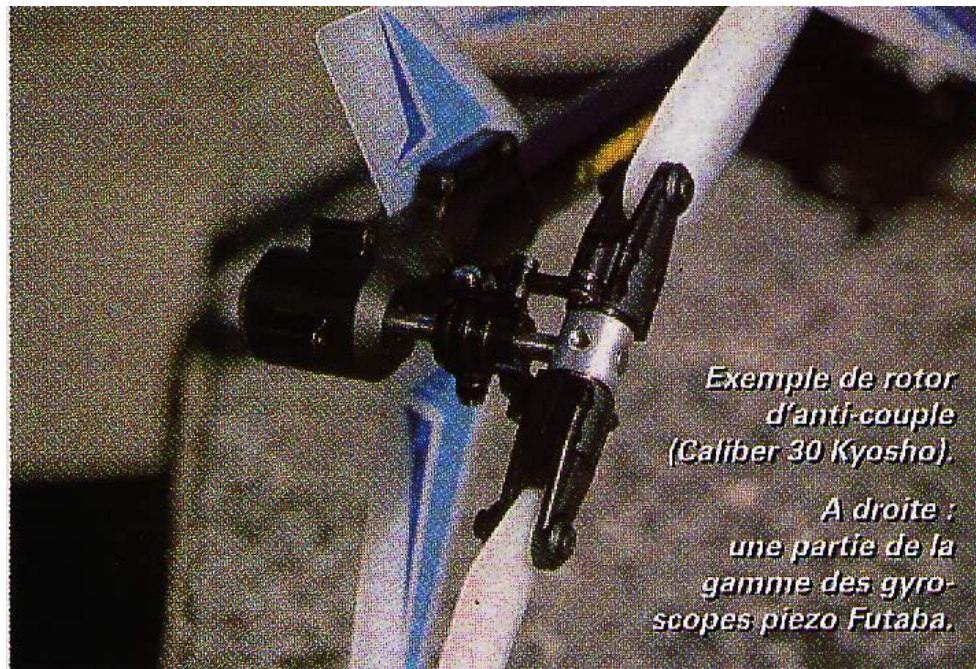
La précession gyroscopique fera qu'elle ne s'inclinera qu'un quart de tour plus loin, donc en avant. Lorsque la palette passe à l'arrière, son incidence revient à  $0^\circ$ .



Le fait qu'elle se soit inclinée en avant modifie l'incidence des pales. Elle passe de  $+4^\circ$  à  $+9^\circ$  sur la droite, et de  $+4^\circ$  à  $-1^\circ$  sur la gauche. La portance du disque rotor deviendra dissymétrique (flèches vertes). En effet une inclinaison de la barre de Bell-Hiller fera varier l'incidence des pales.



Mais la précession gyroscopique fera que la force de sustentation dissymétrique soulèvera le disque rotor d'un quart de tour plus loin (flèche verte). L'hélicoptère s'inclinera donc en avant. Les incidences ne sont données qu'à titre indicatif, pour une bonne compréhension du principe. Le principe de fonctionnement du système de la barre de Bell-Hiller lui permet d'adoucir les ordres, en les démultipliant, car ils sont décalés d'un demi-tour en fait (temps de réponse de la barre, puis celui des pales avec la précession gyroscopique). Elle permet aussi de le rendre "auto stable" en se comportant comme un gyroscope (fixe dans l'espace). En cas de déséquilibre, la barre de Bell-Hiller restera fixe et mettra de l'incidence aux pales automatiquement pour redresser la situation. Un rotor démunie de barre de Bell-Hiller sera beaucoup plus sensible, vif et moins "stable".





### 2.6.2 Pas fixe

Au début des hélicoptères radio commandés, certains d'entre eux étaient à pas fixe. Aujourd'hui encore, on en trouve dans le commerce, mais il faut bien reconnaître qu'ils se font de plus en plus rares.

Les petits hélicos indoor comme le Piccolo ou l'Hornet sont à pas fixe. Et même pour l'anti-couple du Piccolo, le pas est fixe !

Quel est l'intérêt me diriez-vous ?

Le principal avantage est la simplification du système de commande. La variation d'altitude ne se faisant plus en variant le pas des pales, mais en augmentant ou diminuant le régime de rotation de celles-ci, à l'aide du variateur pour les électriques ou du carburateur pour les thermiques. Une radio commande à 4 voies suffit pour faire voler un tel hélicoptère.

La commande de tangage et de roulis se faisant quand même par une barre de Bell dont le principe de fonctionnement reste sensiblement le même que pour un hélicoptère équipé d'un pas collectif variable.

Celle-ci entraîne quand même l'axe des pales (qui sont solidaires) en incidence lorsqu'elle s'incline, ce qui fait que le souffle du rotor est plus dévié que modifié.

La conséquence est une inertie plus grande, et une maniabilité moindre qu'un hélico équipé d'un pas collectif. Il faudra plus anticiper les ordres pour le pilotage.

On aura aussi des difficultés pour faire redescendre notre petit volatile lorsqu'il aura pris de la hauteur. Il faudra baisser le régime du moteur, donc du rotor, et la descente s'accélèrera rapidement au bout d'un moment ! Il faudra donc beaucoup anticiper la remise des gaz pour stopper la descente précisément.

De plus des effets secondaires gênants apparaissent lors de la mise en rotation du rotor, et de la translation rapide.

Et puis les évolutions sont très limitées avec ce genre d'hélico, plus question de faire des arrêts rapides, du vol dos, ni d'autorotation !

## 2.7 Le gyroscope

Ah, oui ! Le gyroscope, sans qui nous serions perdus ! Quoi que ? Le gyroscope est un élément indispensable dans un hélicoptère.

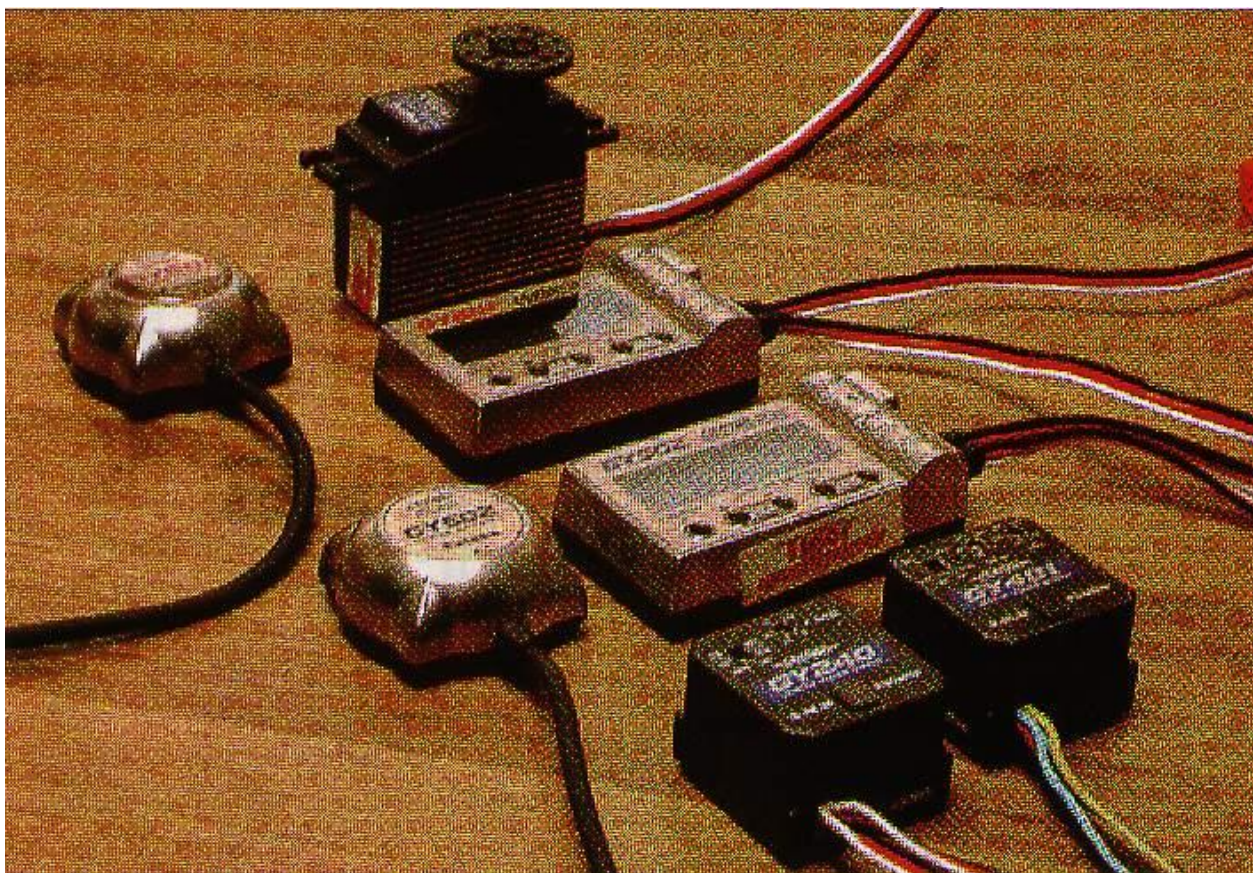
Il sert à stabiliser notre engin sur l'axe de lacet lors de coups de vent latéral, ou de variation du couple (lorsqu'on veut monter ou descendre). Il fait un peu office « d'amortisseur » artificiel sur l'axe de lacet.

Il se présente sous la forme d'un ou plusieurs petits cubes en plastique bourrés de composants électroniques, avec généralement 3 cordons électriques munis de prise permettant le branchement électrique sur la réception.

Un des cordons se branche sur le récepteur à la place du servomoteur d'anti-couple, le deuxième se branche sur le servomoteur de cette commande, et le troisième est le réglage du gain (qui permet d'augmenter ou de diminuer sa sensibilité) qui se branche sur une voie auxiliaire disponible sur le récepteur. S'il n'y a pas de voie disponible, on ne le branche pas. Le réglage du gain se faisant alors par un petit potentiomètre ajustable situé dans le boîtier du gyroscope.

Sur ce boîtier figure aussi un petit interrupteur permettant de régler le sens de l'action du gyroscope. On reviendra plus tard sur ces réglages.

Son énergie électrique est donnée par la batterie de la réception.



### 2.7.1 Gyroscopes classiques

Les plus anciens sont les gyroscopes mécaniques, relativement volumineux. Ils étaient composés généralement de 3 boîtiers reliés entre eux par des cordons électriques. Dans le plus gros des boîtiers se trouve une masse cylindrique entraînée en rotation par un moteur électrique. Cet ensemble est mobile en rotation. Un ressort de rappel maintient la masse dans sa position initiale. Un capteur à effet hall détecte les variations de position de cette masse et le transforme en signal électrique qui envoie des ordres au servomoteur d'anti-couple pour redresser la situation.

Lorsqu'une perturbation de position (coup de vent, variation de couple, etc.) sur l'axe de lacet est constatée, la masse change de position et génère par l'intermédiaire du capteur magnétique et du circuit électronique associé, un signal électrique qui agit sur le servomoteur de l'anti-couple pour redresser la situation.

Bien entendu, il est transparent aux ordres du pilote.

Les deux autres boîtiers sont munis de petits interrupteurs et de petits potentiomètres permettant la mise en route, les réglages du gain et du sens de correction.

Ils se branchent de la même manière que ce qu'on a vu plus haut, mais en plus il y a un quatrième cordon offrant la possibilité de le brancher sur un accu à part (car ce type de gyroscope est relativement gourmand en énergie électrique).

Avec ce type de gyroscope, les temps de réponse sont relativement lents car ils n'agissent qu'une fois le défaut de tenue de l'axe de lacet constaté, et l'inertie des masselottes en rotation n'aide pas à la rapidité de réaction.



### 2.7.2 Gyroscope piézo-électrique

Ce sont les plus récents. Ils sont tous simplement révolutionnaires, car ils sont composés d'un seul boîtier de petite taille, léger, sans aucune pièce en rotation. Un composant électronique se déformant à chaque mouvement envoie un signal électrique qui est amplifié et envoyé au servomoteur d'anti-couple pour rétablir la situation. Les temps de réponses sont beaucoup plus courts qu'avec les gyros classiques, surtout si on met un servomoteur très rapide pour la commande de d'anti-couple.

Des cordons électriques et des petits boutons ou inters permettent le branchement sur la réception et les réglages comme on la vu plus haut.

Il existe 2 types de gyroscopes piézo-électriques.

Il y a tout d'abord ceux sans verrouillage de cap, qui sont quand même plus performants que les gyroscopes classiques. Ils permettent de faire des corrections seulement en positionnement par rapport à l'espace, ce qui est le minimum demandé ! Mais le problème est que les 2 types de gyroscopes vus plus haut (classique et piezo normaux) corrigent aussi bien les effets de rafale de vents, de variation de couple que les ordres du pilote. Ils tendent à contrer les ordres du pilote car ils détectent une variation de position dans l'espace et la corrigent.

Donc par le truchement du gain réglable par l'émetteur (lorsque cette option est possible), on fait un mixage qui le diminue plus ou moins lorsqu'on envoie un ordre de direction. (surtout valable pour l'acrobatie).

### 2.7.3 Conservateur de cap

Mais les plus performants sont ceux à verrouillage de cap, qui eux calculent une vitesse de déplacement dans l'espace.

Cette différence leur permet de maintenir un cap, quelles que soient les conditions de vol, car seule une vitesse de rotation est détectée. C'est le gyroscope qui envoie les ordres au servomoteur d'anti-couple, et le pilote ne fait que donner une variation de vitesse de rotation de l'hélicoptère sur l'axe de lacet.

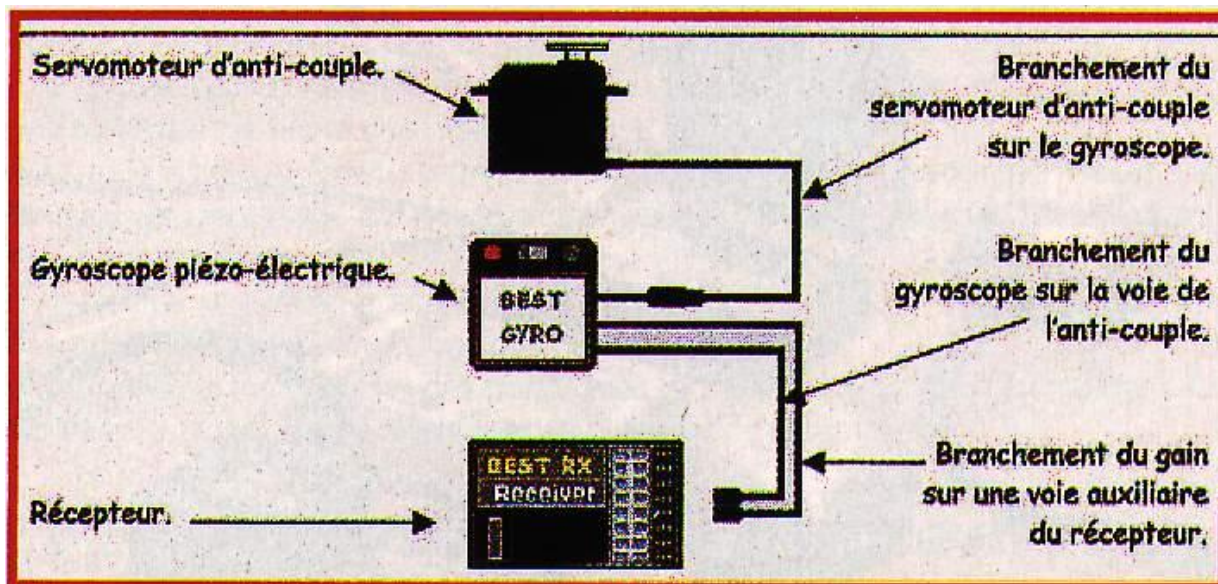
Donc, il est plus neutre et contre toutes rotations sur l'axe de lacet non voulues par le pilote. Ce qui autorise entre autre le vol acrobatique extrême (3D) et la marche arrière sans avoir l'effet girouette du vent relatif sur les empennages de l'hélicoptère.

Avec ces derniers, on peut choisir en vol le mode sans ou avec verrouillage de cap, car dans ce dernier cas, si le pilote ne sait pas trop bien diriger son hélicoptère, ce sera le crash assuré.

En effet, en mode verrouillage de cap, le nez restera imperturbablement pointé dans la dernière direction voulue par le pilote. Si dans un virage on ne commande pas l'anticouple, le nez restera pointé sur le même cap, (en effet, il n'y aura plus l'effet girouette procuré par les empennages, et je vous laisse imaginer les effets que cela peut donner. Donc, au début de notre apprentissage, si vous possédez un tel gyroscope, il sera préférable de désactiver cette fonction verrouillage de cap et de le laisser en mode normal. Nous verrons plus tard en détail tout ça.



### Le gyroscope



Le gyroscope s'intercalera entre le servomoteur d'anti-couple et le récepteur. La deuxième prise du gyroscope se branchera sur une voie auxiliaire du récepteur et servira au réglage du gain.

## 2.8 Autres composants

2 autres composants électroniques peuvent se trouver dans un hélicoptère radiocommandé.

### 2.8.1 Régulateur de régime

C'est un appareil que je ne connais pas, aussi je ne vous ferai pas de long discours sur celui-ci.

Il s'agit d'un dispositif électronique, composé d'un capteur et d'un décodeur amplificateur, qui permet de mesurer la vitesse de rotation du moteur, et de la maintenir à un régime fixe. Il se branche entre le servomoteur des gaz et le récepteur. Il permet de maintenir un régime fixe au moteur, quelle que soit la charge de celui-ci. Si le moteur ralentit, le régulateur commande au servomoteur des gaz d'ouvrir un peu plus le carburateur afin de redonner des tours au moteur. Si le moteur accélère, le régulateur fait refermer un peu le carburateur pour faire ralentir le moteur. Ça régule, quoi.

Il faut que le moteur soit parfaitement rodé, et réglé pour que le régulateur fonctionne correctement. De plus, la courbe de gaz doit être parfaitement optimisée. Ceci afin de faciliter la mise en fonction du régulateur. Mais à mon avis, ce n'est plus la peine d'avoir un régulateur à ce moment là, non ?

Par contre, plus grave, c'est que si le régime baissait à cause d'un appauvrissement du moteur (mauvais réglage du pointeau, par exemple), le régulateur le ferait quand même accélérer, et on ne se rendrait pas compte de son mauvais réglage. Le moteur finirait par serrer. Il calera, sans préavis ...et pourra se détériorer en tournant trop pauvre. Donc... c'est un dispositif à installer seulement si vous y tenez absolument !





## 2.8.2 Voltmètre embarqué

Voilà un appareil plus utile à mon avis.

Le voltmètre embarqué permettra de contrôler la tension de la batterie de réception avant de démarrer. Il se branche sur une voie non utilisée du récepteur.

Pour vérifier l'état de la batterie, il faudra allumer la radio, bien sûr, et bouger tous les servomoteurs avec l'émetteur pendant une dizaine de secondes, afin de faire consommer le plus possible l'ensemble.

A ce moment là, l'indication de tension sera vraie.

En effet, si on faisait ce contrôle à vide (sans bouger les servos), la batterie ne débiterait pas de courant, et on ne pourrait pas se rendre compte de sa capacité réelle à restituer son courant. A vide, la tension est supérieure par rapport au contrôle sous charge.

Une batterie peut très bien indiquer une tension à vide correcte, et voir cette tension s'écrouler lorsqu'on agite les servos. En vol, elle devra débiter du courant. En pilotant, on agite les servomoteurs... Donc attention... !

Parfois, certains gyroscopes permettent de vérifier la tension de la batterie de réception par un affichage sur un petit écran à cristaux liquides.



# Troisième Partie: La Radiocommande

Revenons maintenant un peu plus en détails sur les radiocommandés. Nous allons voir ensemble les fonctions qui existent et qui sont nécessaires pour faire voler votre hélicoptère.



## ***3.1 Radiocommandes non programmables***

Au début des hélicoptères radiocommandés (il y a une trentaine d'année), les radiocommandes n'étaient pas aussi évoluées que maintenant. Les fonctions des plus perfectionnées d'entre-elles à l'époque atteignaient à peine ce qu'une «bas de gamme»



possède aujourd'hui. Et il n'y avait même pas l'inversion du sens des servos ! Mais on arrivait à faire voler un hélicoptère. Les mixages, quand il y en avait, étaient mécaniques, et c'était tout un chantier pour en modifier un ou pour changer la course d'un servo. Bien entendu, à l'époque c'était un exploit de réussir à faire voler une telle machine et les casses étaient très courantes.

Il était hors de question de penser qu'un hélico puisse faire autre chose que du vol à plat en translation lente, et encore avec des virages préférentiels d'un côté à cause du pas fixe de certaines mécaniques !

Mais il faut vivre avec son temps, et ne pas hésiter à investir dans une radio au minimum programmable qui, même si elle ne possède pas les derniers raffinements des très hauts de gamme, suffira pour faire évoluer votre joyau technologique...

### ***3.2 Radiocommandes programmables***

Si vous possédez déjà une telle radio, vous pourrez vérifier si elle possède les fonctions que je vais vous décrire plus loin.

#### **Budget**

Pour les autres, notre choix se portera donc sur une radiocommande programmable. Alors, bien sûr, il y a tous les prix et vous me direz "laquelle choisir" ! Tout dépendra du budget que vous voudrez consacrer. A savoir que cela représente un petit investissement, durable si vous êtes soigneux.

Les hauts de gammes coûtent très cher, mais sont hyper complètes... Trop peut-être même pour un débutant qui ne saura pas exploiter toutes les fonctions permises, et qui paraîtront trop compliquées.

Les bas de gammes sont séduisantes au niveau prix, mais les fonctions seront limitées. Elles permettront quand même de faire voler un hélicoptère radiocommandé avec des fonctions réduites qui ne permettront pas d'exploiter pleinement les possibilités de votre machine.

Donc un petit milieu de gamme sera préférable, mais c'est à vous de choisir...

Pour vous aider, voici un petit aperçu des caractéristiques essentielles de nos chères radios et surtout une chose importante à connaître.

#### **Accus soudés et chargeur**

En premier lieu, il faudra la prendre équipée d'accus rechargeables soudés, aussi bien sur l'émetteur que sur le récepteur. Un chargeur d'accus sera à acheter aussi.

En effet, certaines d'entre-elles sont livrées avec des portes-piles à ressort, et c'est à bannir

C'est vraiment le minimum syndical, au niveau de la sécurité. Il est impensable de mettre des portes-piles à ressort, aussi bien dans l'émetteur qu'au récepteur car les risques de faux contacts sont réels. Déjà qu'en hélico il y a pas mal de vibrations, les risques de coupures de courant sont importants.

Chaque contact fait par les ressorts pourra s'oxyder à la longue, ce qui créera des faux contacts. L'investissement sera vite amorti, l'achat des petites piles revenant chers à la longue, alors autant mettre toutes les chances de notre côté. Et puis la sécurité de soi et des autres est en jeu avec des portes-piles.

Ces accus soudés ainsi que le chargeur de batterie spécifique peuvent être achetés à part, chez les mêmes revendeurs que la radio, s'ils ne sont pas livrés avec elle.



## Les fonctions de base

Que se soit en mode avion, planeur ou hélico, les fonctions classiques d'une radiocommande programmable tels que le réglage du sens de rotation des servos, le réglage de leurs débattements, l'exponentiel, etc., sont les mêmes et permettront de régler précisément vos commandes. On retrouvera aussi tous les paramétrages de mémoire, transmission HF, etc., avec sur la façade de l'émetteur un petit écran qui permettra de visualiser ce que l'on fait en pianotant sur les touches !

Pour ce faire, je vous conseille fortement de bien étudier la notice de votre radio. Il est en effet agaçant de devoir chercher pendant des heures sur quel bouton appuyer pour accéder à n'importe quel menu ou fonction, ou pour modifier une course, un mixage, un réglage etc. Par contre, il faudra rentrer dans le mode "hélico" pour accéder aux mystères et subtilités propres aux voilures tournantes.

## Les fonctions particulières du mode hélico

La première fonction du mode hélico est de déterminer si le plateau cyclique de votre hélicoptère est du type H1, H2, H3 ou H4.

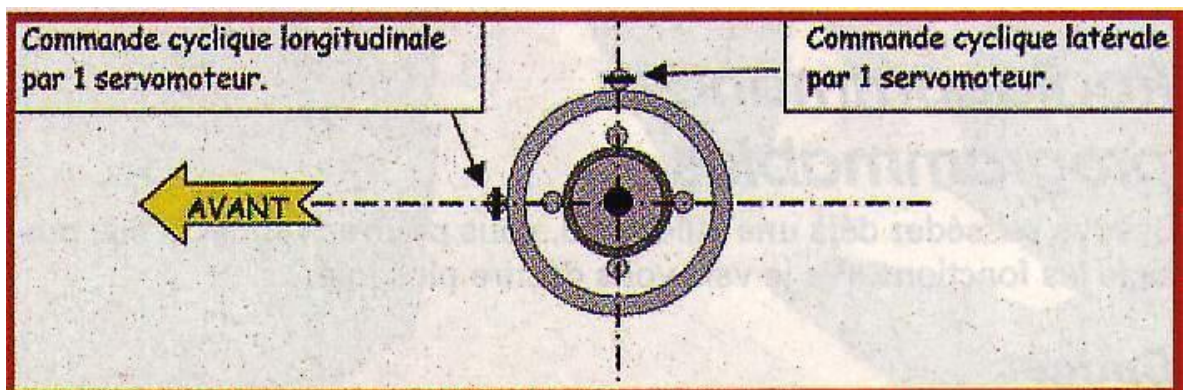
Certaines radios programmables bas de gamme (ce n'est pas péjoratif !), ne vous poseront pas ce problème car elles ne géreront que le H1, mais ce n'est pas gênant à partir du moment où vous savez ce que c'est !

Alors pour les autres, qu'est-ce que ça peut bien vouloir dire ?

Ces différents modes correspondent au nombre et à la disposition des servos pour commander le plateau cyclique prévu par le constructeur et difficile ou impossible à modifier.

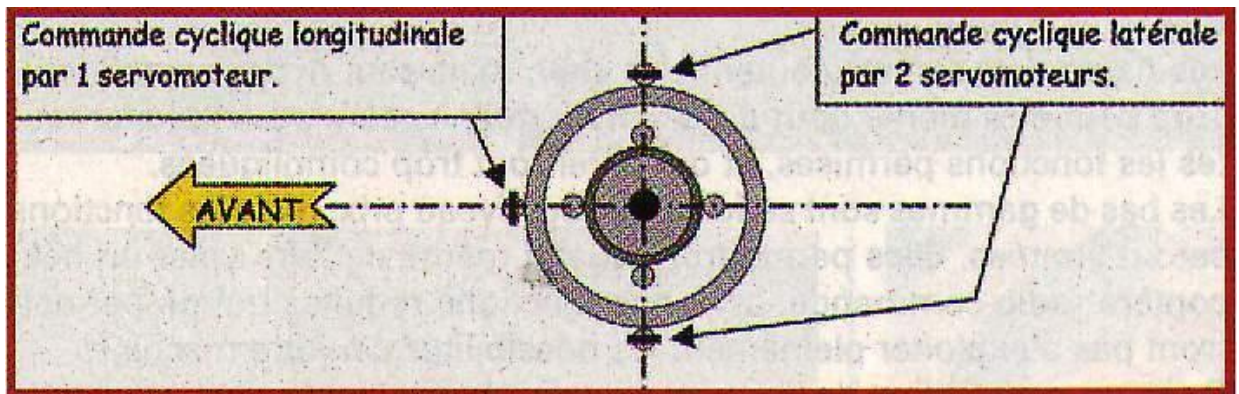
Dans tous les cas, la commande du moteur et du rotor anticouple nécessiteront un servo pour chacune.

Mode H1: Les commandes du cyclique longitudinale et latérale sont séparées. Un servomoteur par fonction.

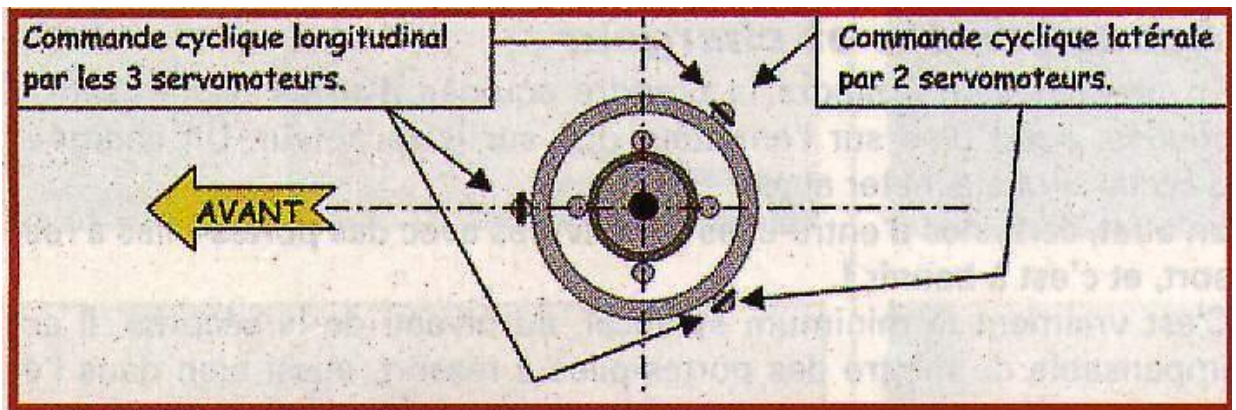




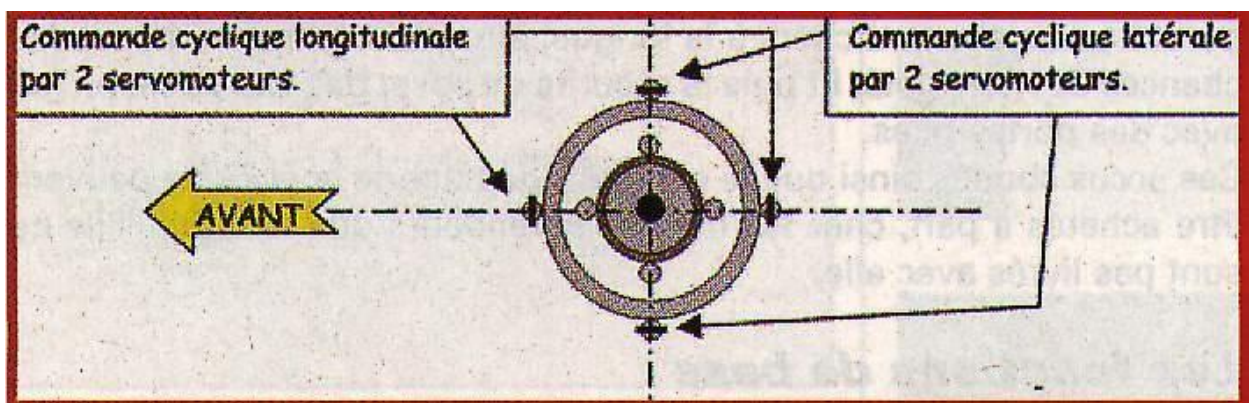
Mode H2: Un servomoteur pour une fonction, 2 pour l'autre. Un mixage mécanique et électronique est obligatoire, pour une des fonctions et le pas collectif.



Mode H3 : La commande du cyclique est réalisée par 3 servomoteurs. Le latéral en utilise 2, le longitudinal les 3. Ils agissent ensemble pour le pas collectif.



Mode H4 : Les commandes du cyclique longitudinale et latérale sont réalisées par 4 servomoteurs. Ceux-ci agissent ensemble pour le pas collectif.





### 3.2.1 Mode H1

C'est la disposition la plus simple et la plus répandue, puisque nous avons un servo pour chaque fonction.

Le cyclique longitudinal (que nous appellerons la profondeur pour simplifier) sera commandé par un seul servo, le latéral (ailerons) par un seul servo, et le pas collectif lui aussi par un seul servo.

Les commandes de profondeur et d'aileron auront leurs attaches sur le plateau cyclique, disposées à 90° l'une par rapport à l'autre (à l'avant à l'arrière ou les deux en push-pull pour la profondeur, et sur un côté ou les deux en push-pull pour les ailerons).

Celle du pas collectif verra soit une tringle qui longera l'arbre rotor et qui attaquera la variation du pas, ou l'ensemble du plateau cyclique sera soulevé par un support adapté, des renvois et des autres servos. Cela nécessite un mixage mécanique prévu par le constructeur de l'hélico.

C'est la disposition classique des hélicoptères style Raptor, Concept, Shuttle, Hawk, etc. Chaque commande sera ainsi indépendante et pourra recevoir des servos de puissance et de vitesses différentes. Il n'y a aucun mixage électronique.

De plus, aucune interaction ne se fera sentir lors de la manœuvre de l'une d'entre elles. Par contre, le problème est qu'il y a toujours des renvois d'angle plus ou moins grands au niveau des tringleries ou des servos sur des supports basculants, rotatifs ou coulissants (mixages mécaniques), ce qui fait qu'il y a toujours un risque de jeu (en plus de celui propre aux servos) qui détériore un peu la précision de chaque commande. Et si une des commandes ou un des servos lâche, c'est le crash assuré !

### 3.2.2 Mode H2

Il y a 3 servos qui commandent le plateau cyclique. 1 pour la profondeur, et 2 pour les ailerons, ou 1 pour les ailerons et 2 pour la profondeur. Donc une d'entre elle est parfaitement indépendante.

Ces commandes sont disposées à 90° l'une par rapport à l'autre sur le plateau.

Par contre, le pas collectif est assuré par un mixage électronique au niveau de l'émetteur qui agit sur les 2 servos (H2) associés à la même commande, et un mixage mécanique pour le 3ème servo.

Ce mode cumule les inconvénients de tous les autres modes, car il est obligatoire d'avoir 2 types de mixage (un mécanique, et un électronique au niveau de l'émetteur). C'est donc un mode qui tend à disparaître.

### 3.2.3 Mode H3 - CCPM

(Commande du Cyclique Par Mixage)

C'est le mode qui tend à se généraliser, surtout sur les machines de compétition.

Le plateau cyclique est attaqué par 3 commandes disposées à 120° l'une par rapport à l'autre, avec une d'entre elles placée soit à l'avant, soit à l'arrière.

Une nouveauté récente est qu'un des points de fixation soit situé à l'avant et les 2 autres à 140° vers l'arrière, de manière à avoir une action plus symétrique en tangage.

Il n'y a aucun mixage mécanique et s'il n'y a pas de renvois entre les servos et le plateau, le jeu peut être très réduit, surtout si vous utilisez des servos haut de gamme. Les servomoteurs pourront «attaquer» le plateau cyclique en direct.

Un mixage électronique dans l'émetteur gère la mayonnaise (!), car seul ces 3 servos assurent les fonctions de profondeur, d'ailerons et de pas collectifs (Pour faire varier le pas collectif, les 3 servos travaillent en même temps). Il y a toujours au moins 2 servos qui bougent lorsqu'on commande le plateau cyclique, mais aucun ne forcera car la disposition en 3 points permet de trouver un équilibre sans contraintes.



L'inconvénient est que si les 3 servos ne sont pas absolument identiques (en vitesse et en couple), il y a des interactions. Si un des servo est fatigué, chaque ordre fera osciller le plateau cyclique et donnera des ordres parasites en tangage, en roulis ou en collectif. D'où l'avantage des servos numériques, qui sont d'une précision démoniaque ! Il faudra donc 3 servos identiques et neufs. Dans ce cas, et si l'émetteur est costaud au niveau gestion du mixage (car suivant les marques, il y en a qui gèrent avec plus ou moins de précision ce mode), c'est le mode idéal.

### 3.2.4 Mode H4 - CCPM

(Commande du Cyclique Par Mixage)

Le plateau cyclique est commandé par 4 servos identiques, disposés à 90° les uns par rapport aux autres.

Il y a 2 servos pour la profondeur (un devant et un derrière) et 2 servos pour les ailerons (un à gauche et un à droite) qui, là aussi, "attaquent" le plateau cyclique en direct. Le collectif est assuré par ces 4 servos qui travaillent en même temps.

Le gros avantage de ce mode est la sécurité : si l'un des servos ou une des commandes lâche, il y aura toujours l'autre servo et sa commande pour continuer sa fonction...

Le gros inconvénient est que ce système fait plus travailler et consommer les servos car il y en aura toujours un qui sera un peu en avance ou en retard lors d'une action quelconque (surtout en collectif), et il forcera toujours un peu (la disposition en 4 points à 90° fera qu'il sera difficile, voire impossible d'obtenir un équilibre sans point dur).

Ce sera un peu atténué par la souplesse des fixations des servos et le jeu existant quand même dans le système.

De même que pour le H3, si les servos ne sont pas très précis et si l'émetteur n'est pas assez costaud, une légère imprécision pourra se faire sentir lors de certaines manœuvres (oscillation du plateau cyclique).

Il faudra donc acheter 4 servomoteurs neufs et identiques pour ces fonctions.

C'est un mode que l'on retrouve entre autre sur les Skyfox chez Varia.

### 3.2.5 Mixage gaz/pas

Sur un hélicoptère équipé d'un pas collectif variable, on va essayer de faire en sorte que, quelque soit le pas appliqué au rotor (en positif ou en négatif), sa vitesse de rotation soit la plus constante possible. Lorsqu'on met du pas positif pour décoller, par exemple, le rotor va être freiné puisque sa traînée va augmenter. Donc il va ralentir. On est donc obligé d'augmenter en même temps la puissance du moteur en ouvrant son carburateur pour compenser cette perte de régime.

C'est la raison pour laquelle un mixage gaz/pas sur cette commande est nécessaire.

Il y a quelques années, avant l'explosion sur le marché des radiocommandes programmables, il était proposé dans les kits d'hélicoptères une utilisation d'une radio toute simple 4 voies.

La commande des gaz et du pas collectif était assurée par un seul servomoteur. Les commandes du carburateur et du pas collectif arrivaient judicieusement sur l'unique palonnier, et un réglage délicat de la disposition des chapes permettait d'augmenter le régime moteur en même temps que le pas collectif. On pouvait aussi brancher un servomoteur sur les gaz et un sur le pas collectif. Ces deux servomoteurs étaient reliés électriquement en parallèle par un cordon en Y sur la voie des gaz du récepteur.

Si ces dispositifs permettaient quand même de faire voler un hélicoptère en vol stationnaire près du sol, les possibilités étaient très limitées pour ce qui était des translations et de l'acrobatie. Au pas mini, le moteur était toujours au ralenti.



Donc la principale fonction que l'on recherche dans une radio commande programmable pour hélicoptères est la possibilité de mixage évolutif de la commande des gaz avec celle du pas collectif.

Le manche des gaz de l'émetteur commande d'une part sur une voie (moteur) le servomoteur relié au carburateur du moteur, et d'autre part sur une autre voie (5ème voie, le pas) celui relié à la commande du pas collectif de votre hélicoptère. Un mixage électronique au niveau de l'émetteur fait actionner ces deux commandes en même temps ou avec un décalage, suivant ce qu'on recherche, avec le même manche. On verra plus tard comment régler ces paramètres.

### 3.2.6 Présélection ou Idle-up

Lorsque nous serons plus à l'aise et voudrions commencer à entamer les premières translations (pas avant !), il faudra modifier ces réglages. En effet, lorsque nous voudrions faire redescendre notre petit hélico qui aura pris un peu trop d'altitude, nous devons baisser le pas mini à une valeur négative (-4°) en maintenant la même vitesse de rotation au rotor.

Mais avec nos réglages de mode normal, le régime moteur chutera aussi, et le rotor ralentira (même s'il y a une roue libre, car il finira par se freiner à un moment donné...) avec comme conséquence une descente aussi rapide qu'incontrôlée !

Pour éviter ce problème, nous devons activer la fonction de présélection, que nous commanderons à l'aide d'un interrupteur présent ou à rajouter sur l'émetteur.

Le principe consiste, pour la présélection des gaz, à donner au moteur un régime différent du ralenti lorsque le manche est au pas mini (moteur normalement au ralenti). Ce régime peut être réglé du ralenti jusqu'à mi-gaz, et parfois plein gaz. Ce qui fait que lorsque nous passerons au pas mini, le rotor conservera ses tours.

C'est ainsi que l'on programmera une courbe des gaz suivant la position du manche.

L'interrupteur dédié à cette fonction sur l'émetteur permettra d'actionner cette présélection.

Voilà pour le principe, on verra plus tard comment régler ça précisément.

Une présélection du pas, commandée par le même interrupteur peut aussi être présente et s'appelle généralement idle-pit ou autrement suivant la marque de la radio commande. Elle permettra de programmer le pas de manière plus ou moins précise en fonction de la position du manche gaz/pas et de la présélection de gaz associée. Ça permettra entre autre de rendre notre hélicoptère acrobatique.

Certaines radios permettent de programmer plusieurs présélections, afin de s'adapter au type de vol (acrobatique ou non) qu'on veut faire. Il faudra bien sûr les régler toutes pour pouvoir en profiter !

### 3.2.7 Autorotations

L'autorotation permet de faire «planer» en descente un hélicoptère moteur au ralenti ou arrêté, avec le rotor principal toujours en rotation. Alors bien sûr, ce n'est pas un planeur comme on connaît.

Comme on l'a vu plus haut, il faut que l'arbre rotor soit monté sur une roue libre, pour pouvoir tourner sans entraîner la transmission.

Lorsqu'en vol le moteur se coupe (panne, entraînement du pilote, etc.), le rotor continue à tourner dans sa lancée et commence à ralentir. L'hélicoptère descend et il faut mettre un peu de pas négatif pour que le vent relatif venant du dessous et traversant le disque rotor ne le freine pas, mais puisse entraîner les pales dans le même sens de rotation (voire l'accélérer). Principe du moulin à vent !





En agissant sur le manche du cyclique longitudinal et latéral, on pourra toujours corriger son assiette pendant la descente, et le remettre à plat, ce qui permettra de tenter de rapprocher notre joujou en perdition vers soi.

Ensuite lorsqu'il sera près du sol, on rendra la main en augmentant le pas collectif (le rotor souffle vers le bas) et en tirant sur le cyclique longitudinal pour ralentir la descente et le stopper au ras du sol jusqu'à l'atterrissage.

Un ajustage précis de la commande du collectif permettra donc à l'hélicoptère de se poser précisément, en profitant de l'énergie emmagasinée durant la descente par le rotor.

Plus facile à dire qu'à faire ! Mais ce sera un moyen de sauver les meubles si le moteur fait des siennes, ou si un problème à la transmission surgissait.

Sur certains modèles, le rotor anticouple est entraîné pendant l'auto rotation, ce qui permet de diriger l'hélicoptère sur l'axe de lacet aussi pendant la descente. Par contre, ça «bouffes un peu d'énergie au rotor !

Le mode autorotation permet de s'entraîner à cette phase de vol, sans couper le moteur. On programme une position du carburateur (ralenti), indépendante du pas collectif. Ainsi, lorsque ce mode est enclenché, le manche gaz/pas ne fera varier que le pas collectif, suivant une courbe (qu'on programme aussi), alors que le moteur reste au ralenti. Dès qu'on désactive le mode autorotation, le moteur reprend son régime correspondant à la position du manche gaz/pas.

Le rotor anticouple verra son incidence calée à 0° (incidence réglable par programmation, généralement), pour éviter d'entraîner le fuselage de côté s'il tourne. En effet, le rotor principal n'étant plus entraîné en rotation par le moteur lorsqu'il est au ralenti, il n'engendre plus de couple. On verra plus tard comment régler tous ça.

### 3.2.8 La compensation

Au début des années 70, lorsque les hélicoptères radiocommandés ont commencé à voler correctement, une des fonctions qui s'est avérée indispensable était la compensation.

La compensation est l'action de modifier la poussée du rotor anticouple en fonction du régime de rotation du rotor principal ou du pas de celui-ci.

En effet, comme on l'a vu plus haut, en stationnaire le rotor anticouple possède une certaine incidence pour combattre le couple créé par le rotor principal, et ainsi éviter au fuselage de tourner sur lui-même en sens inverse du sens de rotation de ce rotor principal. Si on modifie la vitesse de rotation du rotor principal, ou l'incidence de ses pales, le couple créé se modifie lui aussi.

Normalement, le rotor anticouple est relié mécaniquement en rotation au rotor principal, c'est à dire que plus celui-ci tourne vite, plus le rotor anticouple tourne vite. Donc, sur les machines à pas fixe, plus on accélérât le régime moteur pour monter, plus l'efficacité du rotor anticouple augmentait.

Ceci créait une sorte de compensation qui était nécessaire du fait de l'augmentation du couple de rotation du fuselage par rapport au rotor principal. Sinon, une rotation parasite du fuselage serait apparue à chaque accélération. L'efficacité d'une telle compensation était moyenne, mais il n'existait pas beaucoup d'autres solutions... à l'époque. Il fallait «piloter», quoi !

Sur les hélicoptères dotés du pas collectif, le régime de rotation du rotor principal étant supposé constant, la compensation par ce moyen n'était plus possible, le rotor anticouple tournant maintenant à une vitesse constante lui aussi.

Alors un mixage mécanique dans l'hélicoptère était nécessaire pour modifier le neutre du servo d'anticouple lors de chaque manœuvre du pas collectif et des gaz.

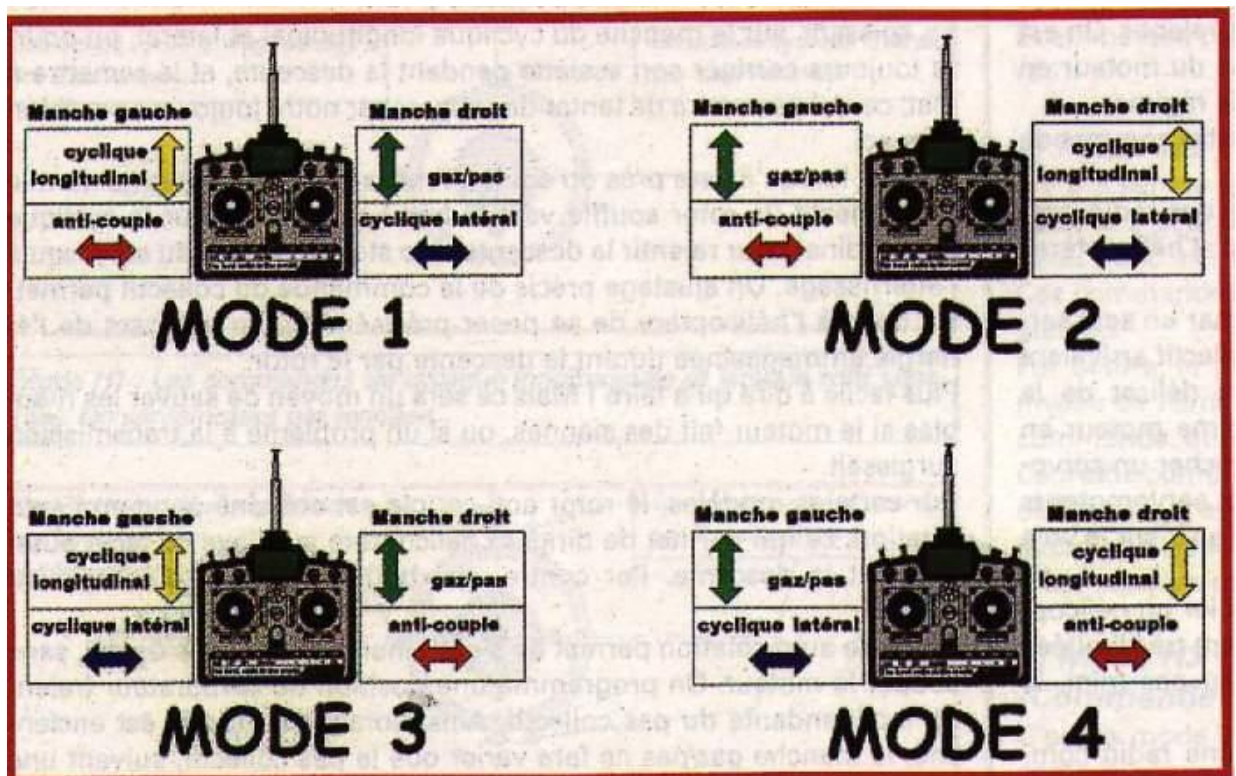


Les réglages étaient laborieux et approximatifs. Par la suite sont apparus des mixeurs électroniques dans l'émetteur sous forme de modules de mixage qui se branchait entre les potentiomètres des gaz et de direction. Les réglages se faisaient à l'aide d'interrupteurs et de potentiomètres. C'était un progrès important car ça simplifiait l'installation à bord de l'hélicoptère.

Maintenant, avec une radio programmable, ce mixage électronique fait partie de la programmation, et permet pour les plus évoluées de la régler aussi bien lorsqu'on augmente ou lorsqu'on diminue le pas par rapport au stationnaire.

Les gyroscopes de l'ancienne génération ne sont pas assez puissants et rapides pour faire ce boulot. Mais avec l'apparition des gyroscopes piézo-électriques, beaucoup plus rapides et performants, ce n'est même plus la peine de mettre de la compensation. Donc, on inhibera cette fonction si vous possédez un gyro piézo !

### 3.3 Mode de pilotage



Le mode de pilotage définit les fonctions de chacun des manches sur un émetteur de radiocommande. Les fonctions du manche gaz/pas sont particulières, car il regroupe 2 commandes mélangées (gaz et pas collectif d'un hélicoptère). Celui-ci possède un crantage sans retour au neutre. Il sera important de déterminer votre mode de pilotage à l'achat de la radiocommande, celle-ci pouvant avoir ce manche à droite (mode 1 et 4), ou à gauche (mode 2 et 3). Un changement d'affectation étant difficile par la suite s'il ne correspond pas à votre mode de pilotage. Pour définir ce mode (si vous ne savez pas lequel choisir), prenez contact avec votre futur moniteur. Il faudra calquer son mode de pilotage, car il lui sera difficile d'en changer (en principe). C'est le mode 2 qui se rapproche le plus du pilotage d'un hélicoptère réel. Mais ce n'est pas le mode le plus répandu, en France.



### 3.4 La dispositions des commandes

Un petit mot sur la disposition des commandes sur l'émetteur, et leurs actions sur le pilotage de la machine.

Ces points sont extrêmement importants pour le néophyte complet, car par la suite, il ne faudra pas qu'il cherche sur quelle commande agir pour obtenir telle action ou telle correction. On ne pourra pas se permettre de lâcher des yeux l'hélicoptère en vol pour repérer l'emplacement des commandes ou des interrupteurs.

Suivant le mode de pilotage que vous allez utiliser, la disposition des commandes sera différente.

En gros, vous pouvez avoir les gaz à gauche, ou bien à droite, avec tout le cyclique d'un côté, de l'autre, ou dissocié. La commande de lacet suivant le mouvement ! Ces différents modes sont expliqués ci-contre. Le mode 1 est un des modes les plus utilisés en France, alors que le mode 2 est plus courant aux USA.

Si vous voulez avoir les commandes un peu comme un hélicoptère réel, il faudra opter pour le mode 2. Voyez dans l'illustration le détail des différents modes existants.

Si vous ne savez pas lequel choisir, voyez dans votre club la disposition des manches de la radio de votre futur moniteur, sachant qu'il ne pourra pas forcément s'adapter à un mode différent du sien. Si vous voulez débiter seul, chose que je vous déconseille, il vaudra mieux s'adapter au mode le plus populaire, le mode 1 (quoique... Mais c'est celui que j'utilise, alors !) que je vous décris maintenant.

#### Mon mode

J'ai toujours piloté en mode 1, alors toutes les explications qui vont suivre, et que je vous donnerai plus tard lorsqu'on en sera au pilotage, seront basées sur ce mode.

Le manche de droite devra avoir un crantage, mais pas de retour au neutre lorsqu'on l'actionnera de haut en bas. Ce sera la commande des gaz et du pas collectif.

Lorsque le manche sera en haut, le moteur sera plein gaz, et le pas maximum. En bas, le moteur sera au ralenti et le pas au minimum.

De droite à gauche, sur ce même manche, il y a un retour au neutre. Il commandera le cyclique latéral, appelée la commande du roulis, ou les ailerons pour faire l'analogie avec un avion.

Lorsque le manche sera actionné à droite, l'hélicoptère s'inclinera à droite sur l'axe de roulis. Action à gauche, hélico à gauche !

Le manche de gauche, sans crantage mais avec retour au neutre, sera lui affecté de haut en bas à la commande du cyclique longitudinal, appelé la commande de tangage ou profondeur.

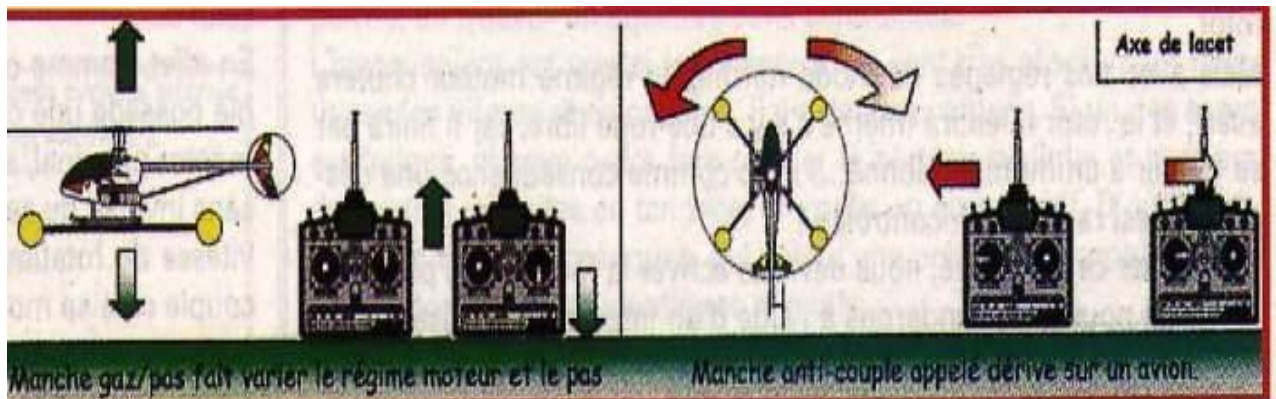
Lorsqu'on poussera ce manche, l'hélico s'inclinera vers l'avant, et lorsqu'on le tirera, il s'inclinera vers l'arrière.

De gauche à droite, il sera affecté à la commande de lacet, appelé rotor anticouple, ou direction.

Lorsqu'on le mettra à droite, le nez de l'hélico partira à droite, et à gauche lorsque le manche sera mis à gauche.

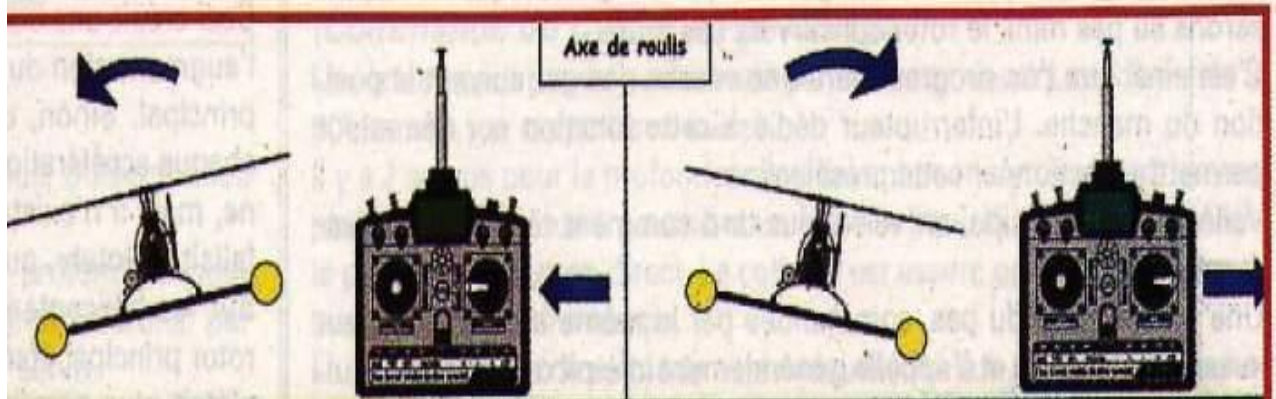
Si des points vous semblent obscurs, la notice de la radio vous donnera des compléments d'information qu'il faudra prendre en compte.

On reviendra là dessus, lorsqu'on abordera les réglages pour le vol.



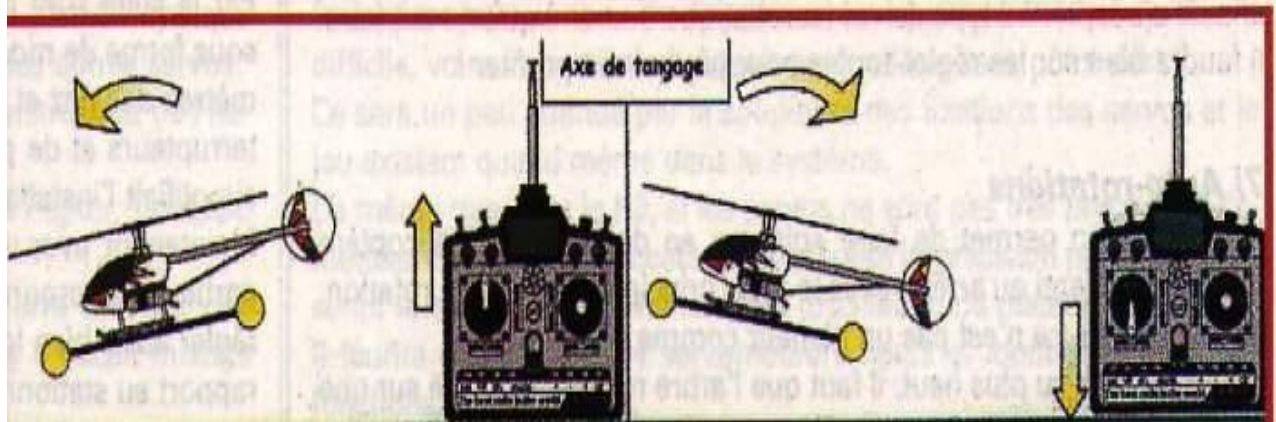
*Manche gaz/pas poussé, l'hélico monte.  
Manche gaz/pas tiré, l'hélico descend.*

*Manche anti-couple à gauche, le nez part à gauche.  
Manche anti-couple à droite, le nez part à droite.*



*Manche de cyclique latéral à gauche, l'hélicoptère s'incline à gauche.*

*Manche de cyclique latéral à droite, l'hélicoptère s'incline à droite.*



*Manche de cyclique longitudinal poussé, l'hélicoptère s'incline en avant. On dit qu'on pique.*

*Manche de cyclique longitudinal tiré, l'hélicoptère s'incline en arrière. On dit qu'on cabre.*



## Quatrième Partie: Que Choisir ?

Bon ! Maintenant, il va falloir sortir le chéquier...

Plus sérieusement, n'ayant pas d'actions chez qui que ce soit, je vous guiderai seulement sur le matériel nécessaire pour faire voler un hélicoptère, et vous indiquerai si possible les erreurs à ne pas commettre lors de votre futur achat. Il serait dommage de faire l'impasse sur une chose, et d'investir dans du matériel inutilisable, obsolète ou trop compliqué à utiliser.

"Pourtant le commerçant me l'avait conseillé !"... Mais parfois, certains revendeurs sont sans scrupules, et vous vendraient n'importe quoi, surtout ce qu'ils n'arrivent pas à vendre ! Et puis comme vous n'y connaissez rien, vous êtes une cible facile!...

Dans tous les cas, c'est vous qui voyez. Vous aurez, je l'espère, tous les éléments en mains pour vos achats futurs.





## 4.1 La radiocommande

Comme on l'a vu plus haut, il est donc préférable de choisir une radiocommande programmable de milieu de gamme suivant votre budget.

### 4.1.1 Options

Les radiocommandes sont généralement des 8 voies où seulement 4 sont opérationnelles. Les autres voies sont "activables" par l'achat d'interrupteurs ou de potentiomètres rotatifs ou à glissière, que l'on fixe et que l'on branche dans l'émetteur. Suivant les modèles, elles peuvent donc être complètes, ou bien à options. Généralement, celles qui sont complètes se présentent sous la forme d'un boîtier dit "à l'américaine" prévue à l'origine pour un pilotage pouces dessus. L'avantage est que tous les interrupteurs et autres potentiomètres de réglages ou de mixages sont déjà montés. Ils sont plus petits, et n'engagent pas d'autres frais que ceux d'accus soudés et du chargeur (j'insiste, mais c'est pour la bonne cause !). Les autres, qui sont à options, sont celles qui peuvent se mettre dans un pupitre pour un pilotage au... pupitre ! Elles sont évolutives mais permettent quand même; si vous n'achetez pas le pupitre, le pilotage pouces dessus.

### 4.1.2 Marque

Graupner, Futaba, Sanwa, Hitec, Simprop, etc. .... il existe plusieurs marques de radiocommande, et comme je ne suis pas sponsorisé, je ne vous dirai pas laquelle choisir...

Pour vous décider à choisir une marque, contactez votre club et demandez s'il y a possibilité de brancher un cordon d'écolage entre votre futur radio et celle du ou des pilotes hélico qui pourraient vous servir de moniteur(s). Car généralement, les marques différentes sont incompatibles entre-elles au niveau de l'écolage.

### 4.1.3 Fréquence

La bande de fréquence doit être une de celles autorisées en France (41 ou 72 MHz). Evitez les "hors bandes" en 35 ou 40 MHz, car vous pouvez perturber les autres radiocommandes qui sont dans les bandes autorisées (fréquences images).

### 4.1.4 Servomoteurs

Ensuite suivant les types et le prix, on trouvera des servomoteurs en quantité et qualité variable. Il nous faudra 5 servomoteurs au minimum, ou 6 si notre hélico est en mode H4.

Ces servomoteurs devront être au minimum sur roulements (moins d'usure à cause des vibrations) et là aussi, les prix peuvent varier de manière très importante selon la qualité et les performances.

Des 4 kg/cm (de couple) sont corrects pour une utilisation normale sur une machine de moyenne taille, et pour ma part j'utilise des standards sur roulements.

Essayez de choisir une marque réputée et méfiez-vous des offres alléchantes qui ne contiennent ni accus ni servos, ou dans lesquelles il n'y a que des servomoteurs très bas de gamme.

Méfiez-vous aussi lors de l'achat à part de certains servomoteurs au prix très bas, car souvent il n'y a pas les accessoires permettant de les fixer, ni de gamme de palonniers.



### 4.1.5 Gyroscopie

Pour le gyroscope, préférez un piézo-électrique de marque connue, même s'il ne possède pas le mode conservateur de cap. A 100 Euros, on trouve des gyros très corrects pour débuter. Inutile d'investir au début, comme j'en connais, dans des supers gyroscopes qui peuvent presque piloter la machine (!), et qui valent à eux seuls le prix d'un hélico...

## 4.2 L'hélico

Tout d'abord, il est important de savoir qu'il n'y a pas, comme en avion par exemple, des modèles plus faciles à piloter que d'autres, réservés aux débutants. Ce sont surtout les réglages des courbes de pas, du moteur et des débattements qui font qu'une machine est prévue pour débuter ou non.

En modifiant ces réglages, on rendra l'hélicoptère plus doux ou plus agile, ce qui permettra de passer quelques figures de voltige ou, en modifiant certains équipements pour certaines, de faire de l'acrobatie extrême, appelée 3D.

La principale préoccupation du débutant sera donc le prix et surtout la disponibilité des pièces détachées.

### 4.2.1 Les catégories

Plusieurs constructeurs fabriquent des hélicoptères (Kyosho, Hirobo, Thunder-Tiger, Robbe, Graupner, Vario, JR, etc.).

Il existe principalement 3 catégories d'hélicoptère (pas toutes disponibles chez les mêmes constructeurs), qui sont caractérisées par la cylindrée du moteur et donc la taille de l'hélicoptère.

La première et la plus économique est donc la série des 30 (Raptor 30, Scedu 30, Nexus 30, etc.).

Alors 30 signifie la cylindrée des moteurs en cubic inch (c.i.), ce qui correspond à environ 5 centimètres cube (cc).

Les motorisations peuvent aller de 5 à 6 cc. (30 à 36 c.i.). C'est la plus économique aussi bien au niveau prix des pièces détachées que de la consommation du carburant.

Ensuite nous trouvons la catégorie intermédiaire des 40 à 50 (Scedu 50, Ergo 50, Voyageur 50, etc.). La cylindrée du moteur peut varier de 6,5 à 8 cc (40 à 50 c.i.). Les machines sont un peu plus grandes et un peu plus lourdes et elles reviennent un peu plus chères en achat et en entretien. Certaines pièces sont communes aux «30».

Et enfin, nous avons la catégorie des 60 (Raptor 60, Eagle Freya, Skyfox, etc.). La cylindrée du moteur atteint 10 à 15 cc maintenant. Les prix peuvent dans ce cas atteindre des «sommets» selon la marque et l'équipement ! Le prix des pièces détachées et la consommation en carburant sont plus importants, mais il est vrai que c'est la catégorie «reine».

Il faut aussi savoir que si une petite machine (série des 30) est facilement transportable et plus économique, elle sera plus sensible au vent, un peu plus nerveuse (moins d'inertie) et moins visible lorsqu'on commencera à partir en translation un peu loin, qu'une de plus grande taille.

Les grandes tailles (série des 60), qui sont moins sensibles au vent, un peu plus stables et plus voyantes, seront plus impressionnantes que les petites, et reviendront plus chères à l'achat et à l'entretien. Donc, c'est vous qui voyez en fonction de votre budget. J'ai volontairement passé sous silence les hélicoptères électriques (pas assez d'autonomie, surtout au début lorsqu'on ne fait que du stationnaire en essayant de sauver les meubles et pas très économique à cause des batteries et du chargeur "qui va bien" qu'il faut acheter en plus), ainsi que les catégories inférieures (motorisés par des



moteurs de 1 à 2,5 cc qui sont relativement fragiles et qui nécessitent des servos de taille mini, voir micro, ce qui fait qu'elles ne sont pas si économique que ça) ou supérieures avec des moteurs à essence du type tronçonneuse d'une cylindrée de l'ordre de 23 cc et dont le prix d'achat du kit et celui des servomoteurs qui vont bien, devient très important.

J'ai aussi passé sous silence les maquettes, qui sont plus complexes et qui coûtent très chers. Vous pourrez y penser lorsque l'équipement, le montage et le pilotage vous seront plus familiers... lorsque vous ne serez plus débutants quoi !

Dans presque chacune des catégories, vous trouverez souvent des versions différentes pour une même machine. Ce sont surtout le nombre de roulements à bille équipant la mécanique et le type de transmission du rotor anticouple qui fait la différence (corde à piano ou tube inox ou carbone tournant sur des paliers en plastique, bronze ou roulements, ou alors une courroie crantée). Plus il y a de roulements, mieux c'est, car les bagues en bronze qui les remplacent sont moins précises et s'usent plus vite (présence d'une vingtaine de roulements à bille sur les entrées de gammes ; jusqu'à plus d'une cinquantaine sur les autres).

La présence de pièces métalliques à la place de pièces en plastique peut aussi faire la différence. Des options pour les améliorer (tuning) sont normalement disponibles pour chacune d'entre-elles.

Les kits se présentent avec ou sans le moteur, et surtout presque entièrement assemblé ou totalement en pièces détachées à assembler.

Le prix est plus élevé lorsqu'il est presque fini, mais l'avantage est que l'assemblage est rapide, et on n'est pas obligé de connaître la mécanique et ses principes pour l'assemblage. Par contre il vaudra mieux vérifier si le montage a été fait correctement, ce qui est généralement le cas (contrôle du serrage et du collage de toute la visserie par exemple).

Un kit en pièces détachées est plus intéressant à mon avis, car ainsi on est sûr du montage correct de la machine (si on ne fait pas de bêtises !) et surtout on voit comment c'est fait.

Mais méfiez-vous, car parfois un modèle n'est disponible qu'en kit, avec peu de roulements, ou bien pré-monté, avec tous les roulements... (Ah ! Ces importateurs... !) Pour le moteur, s'il n'est pas livré dans le kit, choisissez une marque connue et réputée (OS, Webra, Rossi, etc.) au lieu de prendre les marques les moins chères (MDS, SC, etc.). Ceci n'engage que moi !

#### 4.2.2 Occasions

Une autre option s'offre à vous, c'est l'achat d'un hélicoptère d'occasion sur petites annonces ou auprès d'un modéliste de votre club.

Attention toutefois aux fausses économies.

Il vaut mieux voir la machine voler avant de l'acheter. On se rendra mieux compte de l'état dans laquelle elle est, si elle est proprement assemblée, si elle vibre, s'il n'y a pas trop de jeu dans les différents paliers, si le moteur démarre facilement et tourne correctement, etc. Et puis son ancien propriétaire pourra vous aider à débiter avec.

Dans la plupart des cas, une grosse révision s'impose pour vérifier le serrage correct de la visserie, l'état des roulements, etc., surtout si elle n'a pas tournée depuis longtemps. La notice de montage devra être présente pour vous aider à faire la révision et les réglages.

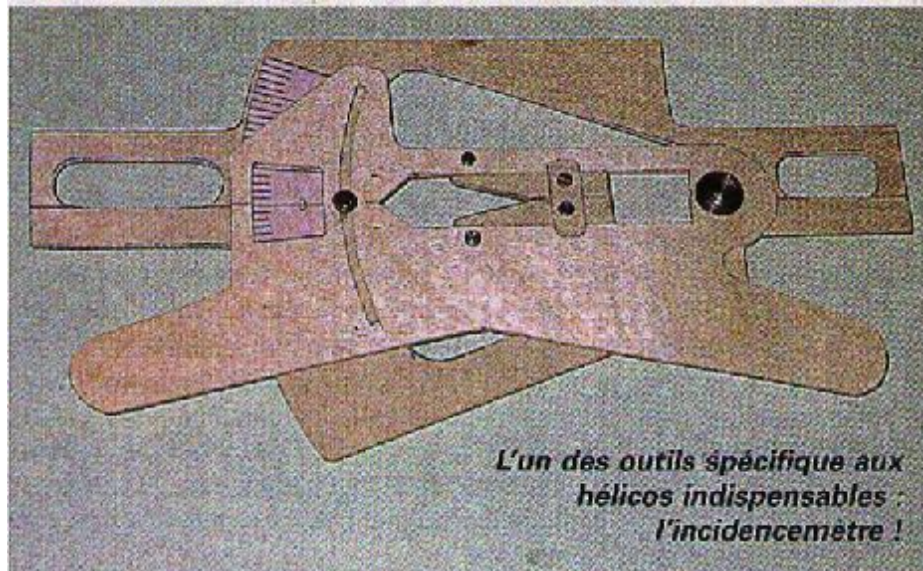
Attention de ne pas choisir un modèle trop ancien, car les pièces détachées peuvent ne plus être disponibles ou être très chères suivant les marques. Demandez au magasin de modélisme du coin ou chez les principaux revendeurs par correspondance la disponibilité de celles-ci.





### **4.3 Outillage pour le montage et les réglages**

Un outillage indispensable lorsqu'on pratique l'hélicoptère est l'incidence-mètre.



Cet appareil permet de régler avec précision le pas des pales du rotor au degré près.

Un autre outillage indispensable est la pince à chape. Elle permet le démontage des chapes à rotules pour régler les débattements par exemple, sans les abîmer.

Ensuite, il nous faut de l'outillage classique et neuf ou en bon état (tournevis plat et cruciformes, clés plates et à pipe de 5,5 à 12 mm, clés 6 pans mâle de 1,5 à 3 mm, cutter, pinces, limes, etc.). Généralement un descriptif complet de l'outillage figure dans la notice de montage de l'hélicoptère. Une lampe de poche permettra de jeter un œil éclairé (!) dans les entrailles de la machine lors des révisions.

Un réglét ou un pied à coulisse sera nécessaire pour mesurer les tringles. Un flacon de frein filet faible (Loctite) et de colle Super Glue (cyanoacrylate) permettra un freinage de la visserie (on verra plus loin pourquoi).

### **4.4 Accessoires de terrain**

Si c'est votre premier engin thermique radiocommandé de votre vie, il faudra investir dans du petit matériel pour mettre en route votre machine. En premier lieu, il faudra du carburant, celui préconisé par le constructeur du moteur. C'est un mélange de méthanol et d'huile de ricin ou de synthèse, avec parfois un peu de nitrométhane (les proportions sont, suivant le type de carburant, de l'ordre de 18% d'huile et de 5% de nitrométhane).

Ensuite il faudra une pompe à carburant électrique ou manuelle pour transférer le précieux liquide de son bidon jusqu'au réservoir de votre hélico. De la tuyauterie spéciale (Durit en silicone. Non ce n'est pas une langue, c'est la matière...) reliera la pompe au bidon et au réservoir, avec un ou deux filtres à carburant dans le circuit (pour éviter de polluer le réservoir).

Pour démarrer le moteur il faudra une pince à bougie, suivant le type de connexion présente sur l'hélico (surtout si l'allumage est déporté). Elle sera reliée à une batterie de 1,5 volt, qui fournira l'énergie électrique nécessaire.



Un démarreur électrique (12 volts) muni d'un embout spécifique permettra de mettre en rotation le moteur, s'il n'y a pas de tirette pour remplir cette fonction.

Une petite batterie de 12 volts 7,5 Ah (moto ou autre) permettra d'alimenter le démarreur et la pompe, sinon une grosse rallonge électrique reliée à celle de votre véhicule fera l'affaire.

Ces accessoires se trouvent généralement dans tous les magasins spécialisés. Méfiez-vous des appareils qui se fixent dans la caisse de terrain (power panel), qui intègrent les fonctions de commande de la pompe à carburant, alimentation du démarreur, et de la bougie, à partir d'une batterie de 12 volts. C'est vrai que c'est pratique à utiliser. Mais les bougies ne font pas long feu avec les power-panels (constatation personnelle).

#### **4.5 Train d'entraînement**

Voilà un accessoire obligatoire lorsqu'on débute.

Alors là, il y a 2 solutions, soit le cerceau, soit le croisillon à boules. Dans les 2 cas, l'hélicoptère sera fixé dessus par des colliers en plastique ou des élastiques.

Son rôle sera d'augmenter la stabilité au sol de notre hélico, lorsque nous apprendrons à le maîtriser.

En effet, on aura peur au début que les pales du rotor touchent le sol si l'hélico bascule ou glisse sur le sol et que les patins accrochent un obstacle. Si les corrections de l'assiette ne sont pas correctement données, surtout au début, le risque est réel.

De plus, il nous permettra d'évoluer sur une zone herbeuse, comme celle qui entoure une piste par exemple.

Maintenant ce n'est pas une assurance à 100 % contre la casse, mais les risques seront fortement diminués.

Si ce train est une aide indispensable pour débiter, il permettra aussi de régler notre machine après une grosse intervention en atelier (pour reprendre confiance en soi, par exemple !), ou un gros réglage, pour savoir si on a tout remonté correctement ! Par exemple si l'anticouple a été remonté à l'envers (on ne sait jamais, une faute d'inattention est si vite arrivée, surtout avec les transmissions par courroie !), à la mise des gaz notre machine risque de pivoter violemment sur elle même. Si on n'a pas remonté le train d'entraînement, c'est encore un stage dans l'atelier qui vous attend et un sourire béat de votre fournisseur de pièces détachées.

Ce train peut être acheté dans le commerce, mais il est plus sympa de se le fabriquer soit même avec un cerceau acheté chez Décathlon par exemple et des baguettes de bois dur (Brico-machin) ou des tubes de carbone (accessoires de cerfs-volants, flèches d'arc) et des boules en plastique ou des billes en bois pour la pétanque (cochonnet). Voir à ce sujet l'article que j'ai écrit, il y a 2 ans dans RCM n° 233.

Il ne devra pas modifier le centre de gravité de l'hélicoptère.

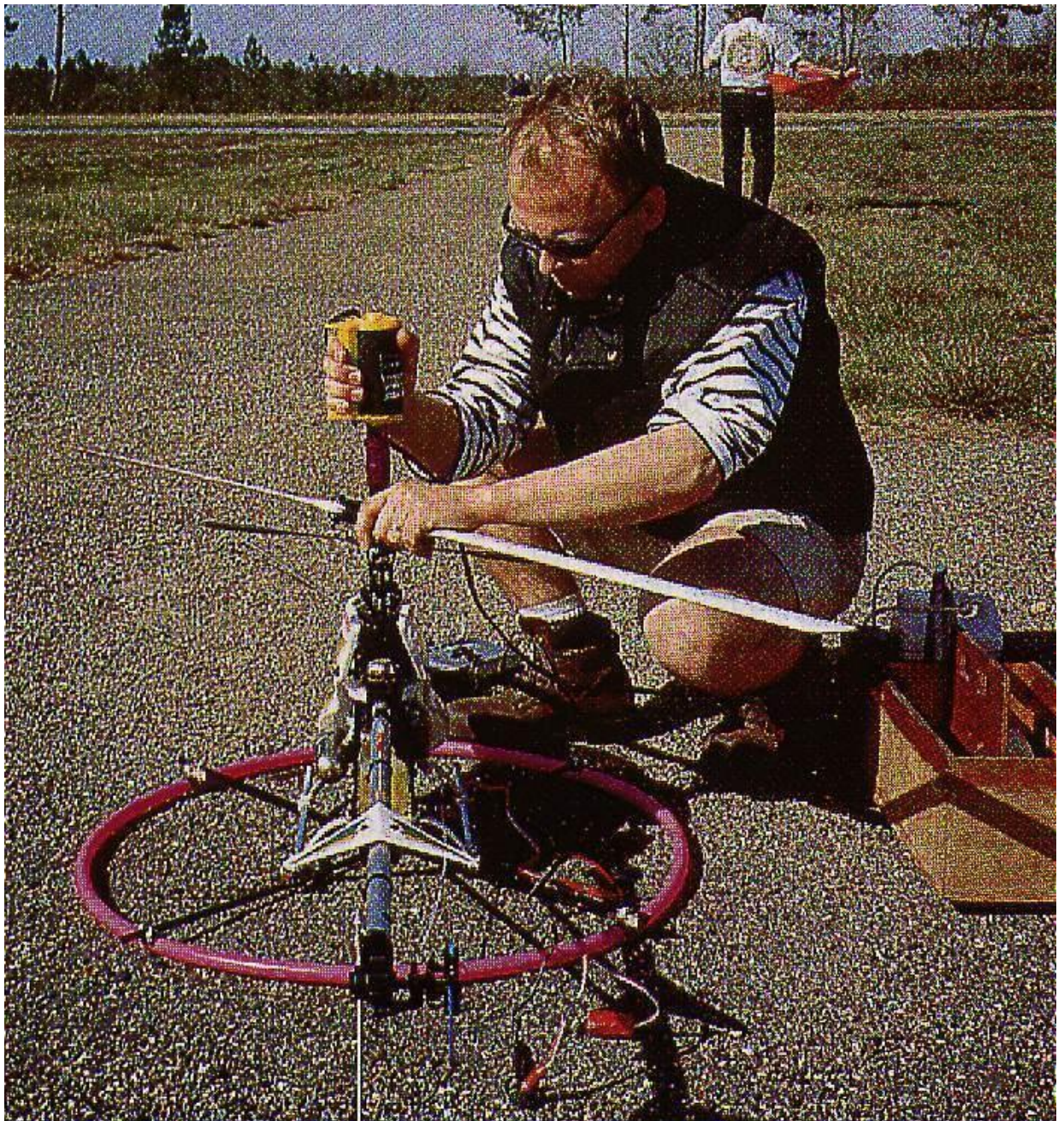
On pourra le retirer et voler sans, lorsque vous commencerez à maîtriser les stationnaires. Lors des différentes étapes de progression, surtout au début des visualisations latérales, il sera un moyen pour préserver votre hélicoptère.

Il ne faudra pas hésiter à le remettre ensuite lorsque vous aborderez les translations lentes, et le retirer par la suite lorsque les différentes étapes seront assimilées.

Il en sera de même lorsque vous voudrez vous entraîner aux autorotations, et autres décollages de face.

Vous avez votre équipement ? Alors on va pouvoir commencer à l'assembler. C'est ce que nous allons voir au chapitre suivant.





Cerceau ou "croix à boules" fait maison ou du commerce : si vous débutez, ces dispositifs sont vraiment très utiles et vous éviteront de nombreux aller-retour chez votre revendeur pour acheter des pales de rechange !



# Cinquième Partie: Le Montage De La Mécanique

## ***5.1 Lecture des notices***

Il faudra dans tous les cas bien lire les notices de l'hélicoptère, du gyroscope et surtout de la radio commande pour s'imprégner du montage et des différents réglages. Surtout pour la radio, où il faudra absolument connaître les différentes programmations vues précédemment.

Pour la partie mécanique de l'hélicoptère, les notices sont généralement bien faites et permettront un assemblage sans souci. N'improvisez pas un sens de montage ou une solution miracle, et suivez l'ordre préconisé par le précieux document.

Evitez de faire de grosses modifications sur tel ou tel assemblage (surtout au début, quand vous ne connaissez rien), car celui-ci a été étudié et optimisé par le fabricant, et si vous modifiez un paramètre pour tenter de rendre la machine plus performante, ce sera peut-être au détriment d'un autre paramètre qui détériorera ses qualités de vols et sa fiabilité.

Il y aura toujours des petits ajustages à faire lors de l'assemblage d'une mécanique livrée en pièces détachées. C'est un joli mécano, et on prend un réel plaisir à faire cet assemblage.

## ***5.2 Règles de mécanique***

Je ne vais pas vous donner un cours de mécanique, mais il y a quelques règles simples qu'il sera impératif de respecter.

### **5.2.1 Outillage**

Tout d'abord, il est essentiel d'utiliser les outils adaptés, sous peine de détériorer les têtes de vis. Il ne faut pas non plus serrer à outrance les différentes vis car la plupart se vissant dans du plastique, on aura vite fait de "foirer" le pas de vis. Le serrage devra se faire de manière modérée, ce n'est pas une mécanique agricole ! Les diamètres de vis tournant autour de 3 mm, on aura vite fait de les casser.

### **5.2.2 Serrage**

Evitez pour le montage d'une pièce, de serrer à mort les vis les unes après les autres, mais présentez-les en assemblant cette partie mécanique, serrez juste avant le contact, puis une fois toutes mises, faites un serrage en croix de manière à bien répartir les efforts de serrage.

S'il y avait des écrous freins (nylstop) dans votre montage (ensemble moteur par exemple), présentez d'abord le montage avec des écrous ordinaire pour voir si ça se monte (alignement des pignons ou autre), puis une fois sûr de votre coup, démontez-les les uns après les autres et mettez les nylstops à la place.



Ces écrous freins devront être changés au bout de 3 ou 4 démontages, car le plastique faisant office de frein ne sera plus assez efficace.

### 5.2.3 Freinage

Il faudra respecter une règle essentielle, à savoir que toutes la visserie sans exception devra être immobilisée par de la colle (frein filet faible pour les montages vis sur métal), pour éviter qu'elles ne se desserrent avec les vibrations du moteur. Pour le démontage, il suffira de chauffer leur tête à l'aide de la pointe d'un fer à souder (sans faire fondre le plastique !)

Pour les pièces se montant dans du plastique, si elles rentrent en forçant, il sera inutile de les coller (vis autoforeuses). Sinon, une goutte de colle Super Glue fera l'affaire.

### 5.2.4 Graissage

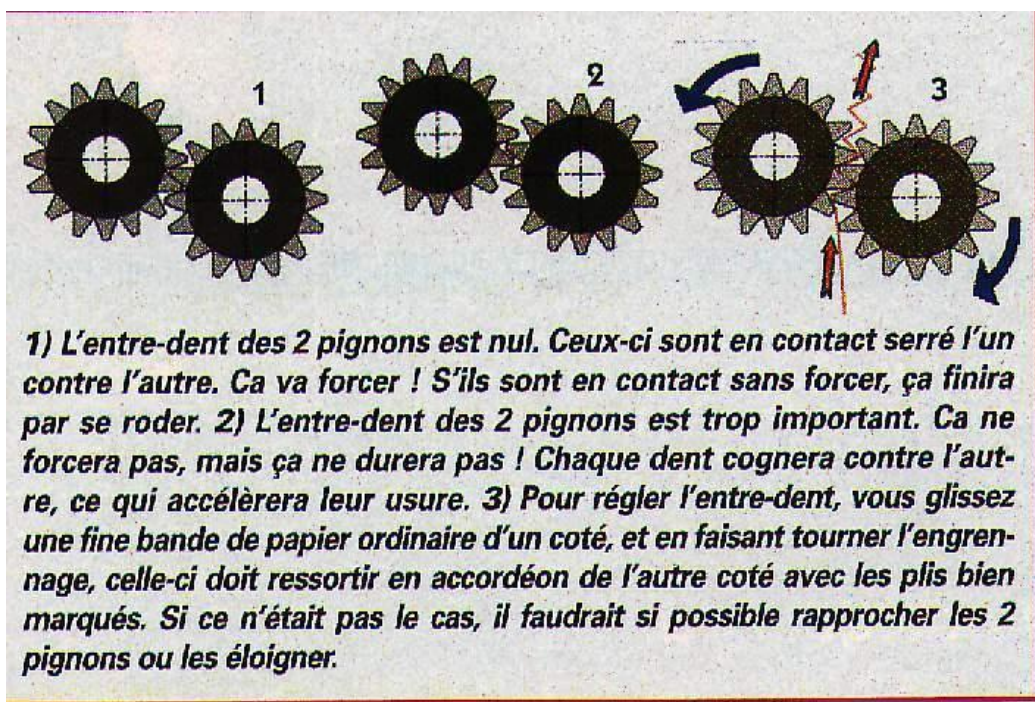
Il faudra graisser les pièces qui coulisent entre elles (plateau cyclique sur l'axe rotor, roue libre, etc.), et les bottiers de transmission fermés, mais pas les couronnes dentées apparentes. En effet la graisse retiendra les différentes poussières qui deviendront vite abrasives.

Ne pas oublier de graisser aussi les joints en caoutchouc au niveau des pieds de pales. Ce sont les amortisseurs de battement. Ces joints doivent donc absolument être souples et graissés au montage.

Les butées à billes des portes pales du rotor principal et du rotor anti-couple, ainsi que tous les roulements non étanches, devront être graissées de manière généreuse, aussi.

Méfiez-vous du sens de montage de certains d'entre eux, ainsi que de quelques rondelles particulières, surtout au niveau de la tête de rotor.

#### Entre-dents





D'une manière générale, on vérifie ce jeu en immobilisant le plus petit des pignons avec 2 doigts, et en essayant de faire tourner l'autre dans les 2 sens avec 2 autres doigts (de l'autre main !).

Ce mouvement alternatif vous fera "sentir" le jeu existant entre les pignons... Un jeu très faible doit exister entre les 2 pignons.

Le jeu entre les différents pignons (entre-dent) ne devra pas être excessif et le réglage se fera par l'interposition de fines rondelles métalliques parfois livrées dans le kit. Si ce n'est pas le cas, il faudra les découper dans des canettes (vous savez, les boîtes de boisson !). Cette rondelle sera interposée entre le pignon et le roulement ou la bague contre lequel il est positionné (pour les pignons coniques).

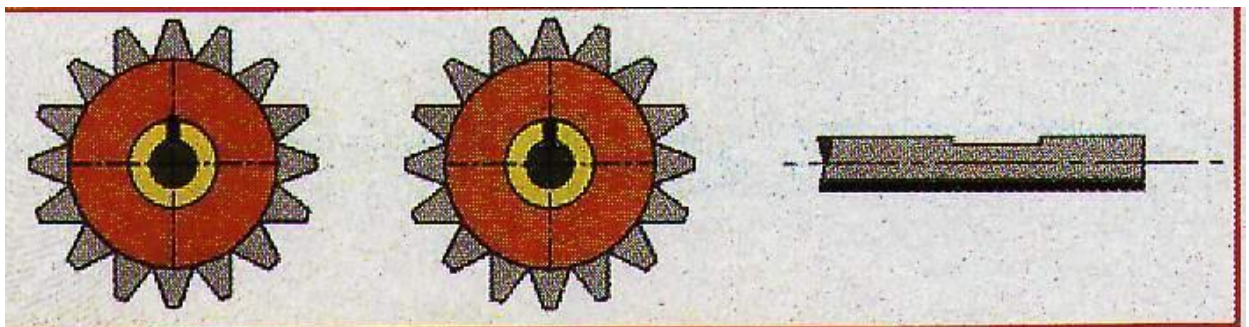
Parfois il faut légèrement limer les trous de fixation du moteur au niveau de son bâti, pour donner le jeu nécessaire à un entre-dent correct au niveau de la cloche d'embrayage et de la couronne principale.

En règle générale, l'entre-dent doit permettre le passage d'une fine feuille de papier entre les dents en faisant tourner l'engrenage, et le papier doit ressortir en accordéon avec des plis réguliers bien marqués.

Un jeu important réduira assez rapidement la durée de vie du train d'engrenage. Si ça force un tout petit peu, ça se rodera au fur et à mesure des vols.

### 5.2.5 Méplats sur les axes

Les axes sur lesquels des bagues (de pignons d'engrenage ou de couronne dentée) viendront se serrer par l'intermédiaire d'une vis de pression, devront posséder un méplat (fait à la lime) en regard de cette vis, de manière à éviter un contact par un point de la vis sur l'axe. Le méplat évitera à cette bague de glisser en rotation sur cet axe. Le serrage sera meilleur.



A gauche, l'axe n'a pas de méplat. La bague risque de tourner par rapport à son axe, malgré un serrage vigoureux. la surface d'appuie de la vis (en noir) étant faible. Au milieu, l'axe possède un méplat. La bague ne risque pas de tourner, sa vis serrant sur une surface plus grande, et plane. A droite, le méplat (réalisé à la lime ou à la meule) aura une longueur supérieure au diamètre de la vis. Attention de ne pas couper l'axe en 2 en réalisant le méplat !



### 5.2.6 Roulements

Pour les roulements, s'ils présentent un peu de jeu au niveau de leur axe (normalement, ils rentrent en force, mais pas toujours) ou de leur logement, on pourra les coller avec un produit adéquate (du type Scelleroulement). Attention dans ce cas de ne pas mettre de colle dans leurs billes.

### 5.2.7 Pales

Les pales du rotor anti-couple ne devront pas être serrées fort, il faudra pouvoir les bouger à la main. Lorsqu'elles tourneront, elles pourront ainsi prendre leur position d'équilibre d'elles même.

Pour celle du rotor principal, le serrage sera un peu plus fort, sans pour autant les bloquer totalement.

### 5.2.8 Chapes à rotule

Dans tous les cas, il faudra veiller à ce qu'il n'y ait aucun point dur, ni souplesse, ni jeu excessif dans toutes les commandes, renvois d'angles et articulations diverses. Les vis et écrous de fixations des boules des chapes à rotules doivent tous être immobilisés avec du frein filet, de la colle Super Glue (cyano), ou des rondelles freins, ou des écrous frein (rare à ce diamètre). Les chapes en elles-mêmes seront immobilisées sur leurs axes filetés par du verni à ongle (peut importe la couleur !), emprunté pour l'occasion à madame...

Les chapes à rotules utilisées (surtout au niveau de la tête de rotor) peuvent présenter des points durs au niveau de leurs boules de fixation, ou alors forcer de manière excessive.

Normalement, la commande ne doit pas forcer, ce qui induirait des mauvais retours au neutre, ou des efforts aux servomoteurs (consommation électrique augmentée dans ce cas).

La barre de Bell par exemple, doit pouvoir s'incliner sans frottement ni point dur.

La chape connectée doit pouvoir se mouvoir librement mais sans jeu (ou en serrant très légèrement) lorsqu'on la fait pivoter dans un sens et dans l'autre, du bout des doigts, selon l'axe de sa tringle.

Le plateau cyclique doit pouvoir s'incliner sans forcer non plus, en le faisant bouger à la main à l'aide des tringles débranchées des servomoteurs. Ce sera d'ailleurs un test à faire pour toutes les commandes.

**Astuce:** si ce n'était pas le cas, je vous livre une astuce que j'ai "pompé" sur Internet (merci Laurent) : il s'agit de serrer modérément avec une petite pince plate, le pourtour de (anneau de la chape qui entoure la boule. Bien entendu, celle ci doit être connectée sur sa boule !

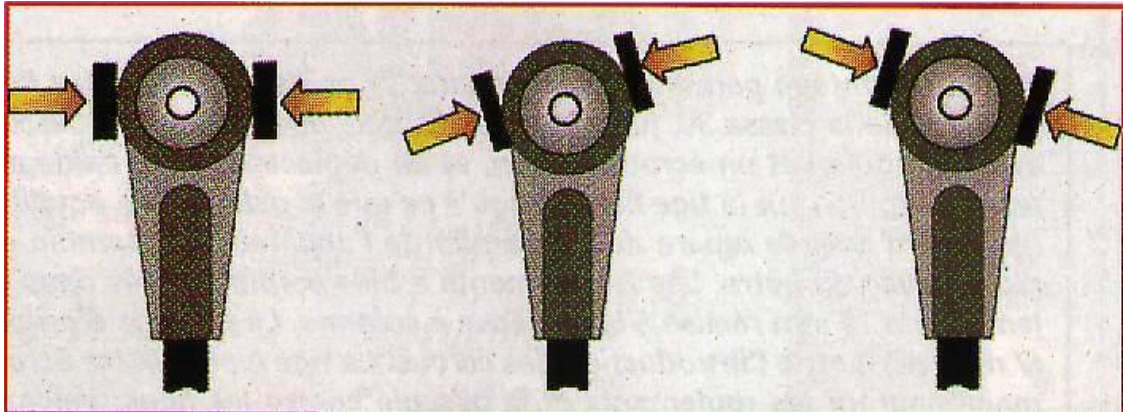
Cela aura pour effet de libérer un peu le plastique, qui enserrera moins la boule métallique de l'articulation.

Attention toutefois de ne pas provoquer du jeu, de ne pas marquer le plastique, ni d'écraser cette pauvre chape avec une pince étau !





Procédez doucement, jusqu'à ce que la tringle puisse presque retomber de son propre poids lorsqu'elle n'est pas connectée à son autre extrémité, ou quelle puisse tourner presque librement sur sa boule. Une goutte d'huile permettra de lubrifier cette articulation.



L'articulation des chapes à rotule (ou à boule) peut être assouplie à l'aide d'une pince plate. On sert modérément le plastique autour de la boule, histoire de libérer un peu la boule métallique de sa cage plastique. Essayez en plusieurs étapes, afin de ne pas martyriser cette pauvre chape! Malgré tout, la boule ne doit pas avoir de jeu dans son logement.

### 5.2.9 Soyez ordonné !

En règle générale, sauf indication particulière dans la notice, lorsque vous assemblerez une partie du mécano, tachez de faire en sorte de le faire de manière définitive. Ne pas se dire : "tiens, ça je le finirai plus tard ! Je passe à autre chose !" car en procédant ainsi, vous oublierez certainement le collage d'une vis, ou bien le serrage de telle autre pièce, etc.

C'est arrivé à un ami élève, qui a "oublié" de souder la commande du cyclique longitudinal lors d'une modification, étant préoccupé par autre chose qu'il faisait en même temps

Et bien au troisième vol (heureusement, on ne faisait que du stationnaire, et ça a quand même tenu 2 vols !), celle-ci a lâchée et l'hélico s'est mis à cabrer tout seul au décollage ! La chance peut sauver des choses, mais elle ne sera pas souvent au rendez-vous ! Si un montage a été négligé, il lâchera rapidement (vibrations ...).

## 5.3 Protection de la radio contre les vibrations

Le moteur tournant continuellement à haut régime (contrairement à l'avion, où en vol on peut le ralentir pour voler doucement et atterrir) pendant tout son vol, du décollage à l'atterrissage, un hélicoptère génère des vibrations importantes et continues à hautes fréquences.

Les nombreuses pièces en rotations en font de même, ce qui fait que l'installation radio devra être particulièrement bien soignée.



### Servomoteurs



Les servomoteurs devront être montés avec leurs silent-blocs en caoutchouc et le petit rivet en laiton qui est livré avec, dans le bon sens... (embase du rivet à (opposée de la tête de vis).

Aucune partie du servomoteur ne doit toucher la structure. S'il le faut, à l'aide d'un cutter, agrandissez légèrement son emplacement en rognant avec un cutter le plastique autour du servo, là où ça touche !

#### 5.3.1 Interrupteur

Un interrupteur devra être vissé en interposant une fine plaque de caoutchouc (chambre à air) entre lui et la cellule, afin de l'épargner un peu des vibrations... C'est un élément fragile, qui devra être changé régulièrement par précaution (tous les ans?).

#### 5.3.2 Récepteur et batterie

Le récepteur et la batterie devront être isolés contre ces vibrations par l'interposition de mousse ou de néoprène. Leur fixation se fera à l'aide de bracelets élastiques, ou bien de colliers plastiques. Evitez de trop les comprimer, ils doivent pouvoir "bouger" un peu dans la mousse.

Une autre méthode consiste à fixer le récepteur avec de mousse collée à l'adhésif double-face sur la cellule.

De toutes façon, il faudra s'assurer qu'aucune partie du récepteur ou de la batterie ne soit en contact avec la cellule.



Le quartz du récepteur devra être assuré par un bout de ruban adhésif, pour éviter qu'il ne puisse se déloger tout seul, avec les vibrations ou les accélérations.

### 5.3.3 Câblage électrique

Les fils électriques ne devront pas être rangés n'importe comment, et ne devront pas frotter sur des arrêtes vives et être tendus ou pincés. Un montage soigneux est à ce niveau indispensable pour augmenter la longévité de votre nouveau joujou.

Les rallonges électriques des servomoteurs, gyroscope ou interrupteur, devront être assurées par un bout de ruban adhésif, afin qu'elles ne puissent se déconnecter.

Puisqu'on parle radio, le fil d'antenne devra cheminer dans un bout de Durit à carburant jusqu'à la gaine plastique qui cheminera sur les jambes de train. Ceci dans le but d'améliorer la réception radio.

Un bout de Durit à carburant emmanché de chaque côté de la gaine, évitera à l'antenne de se couper à son contact.

### 5.3.4 Gyroscope

Le gyroscope devra être collé dans le bon sens, avec la mousse adhésive double face livrée avec. Il ne doit pas toucher la moindre partie de la cellule, lui non plus.

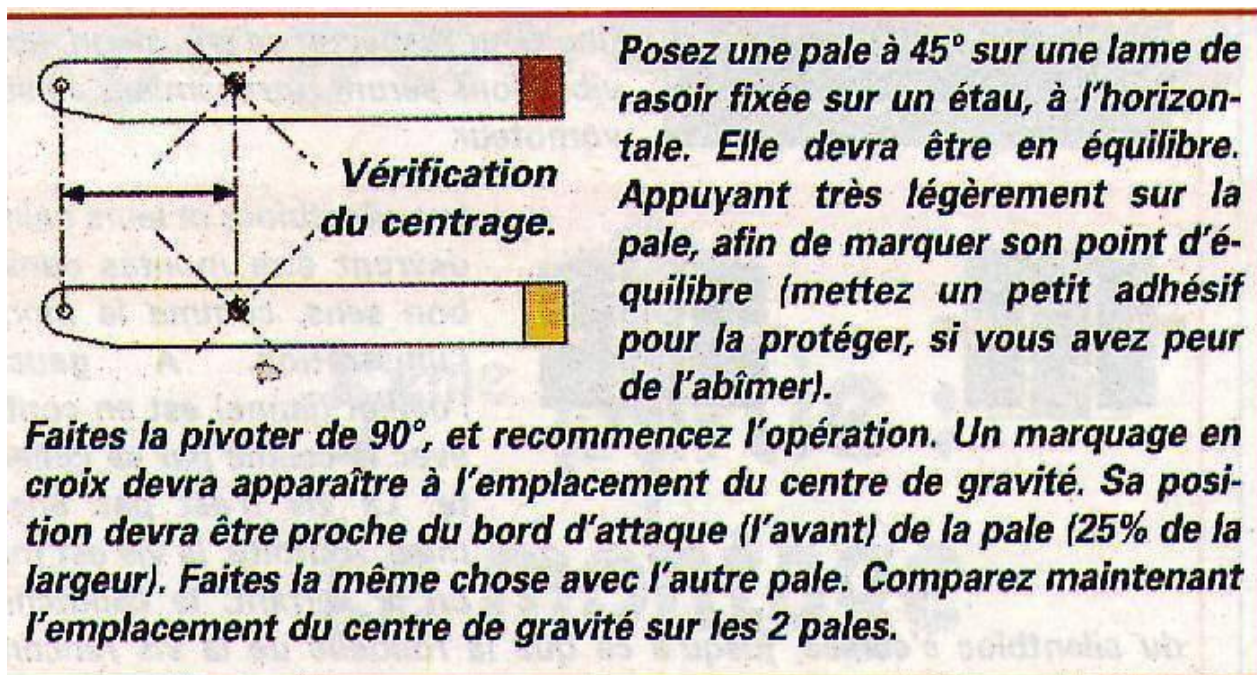
## 5.4 Équilibrage

En règle générale, l'équilibrage des différentes parties tournantes est fait (ventilateur, cloche d'embrayage, pales du rotor anti-couple et principale si elles sont en fibre, etc.) mais devra être contrôlé si possible, pour vérification !

### Pales



Pour équilibrer 2 pales, on compare tout d'abord leur poids de la manière suivante - Placez la pale repérée en rouge sur la balance. - Déplacez le lest de manière à avoir la pale alignée sur le repère. Elle sera à l'horizontale. - Une fois l'équilibre trouvé, on la retire sans toucher au lest et on la remplace par l'autre pale. - Repérez la pale la plus lourde (ou la plus légère !).



Pour les pales principales, un petit traitement de faveur sera à faire ! Selon les kits, elles sont livrées comme on l'a vu, soit en bois, soit en fibre. Dans ce dernier cas, généralement elles sont équilibrées et il n'y a aucun travail à faire si ce n'est de coller un adhésif de couleurs différentes (pour régler le tracking, on verra plus loin) mais de même surface au bout de chaque pale.

Pour les pales en bois, elles peuvent être terminées ou en kit. Dans tous les cas, l'équilibrage et le centrage devront être soigneusement contrôlés pales terminées, avec 2 outillages faciles à réaliser (voir schéma et photos).

Si une des pales est plus légère que l'autre, le lest sera sous la forme d'adhésif collé en bout de pale et rien d'autre (surtout pas de plomb collé n'importe comment !).

### ***5.5 Plusieurs cas peuvent se présenter.***

#### **1) Le poids et le centrage sont identiques.**

Alors là, c'est idéal ! Si vous mettez un adhésif de couleur d'un côté (peu importe la dimension), il faudra mettre le même (de couleur différente !) sur l'autre, à la même distance du bord de la pale.

#### **2) Le poids est identique mais le centrage est différent.**

Il faudra découper un adhésif et le positionner au bout de la pale la plus légère, de manière à retrouver le même centrage sur les 2 pales. Un adhésif d'exactement la même surface sera positionné pile sur le centre de gravité de l'autre pale.

#### **3) Le centrage est identique, mais le poids est différent.**

Il faut remettre la pale la plus légère sur la balance, et apposer un adhésif sur son centre de gravité. Sa taille sera à ajuster, jusqu'à obtenir le même poids que l'autre pale.



#### 4) Le poids et le centrage sont différents.

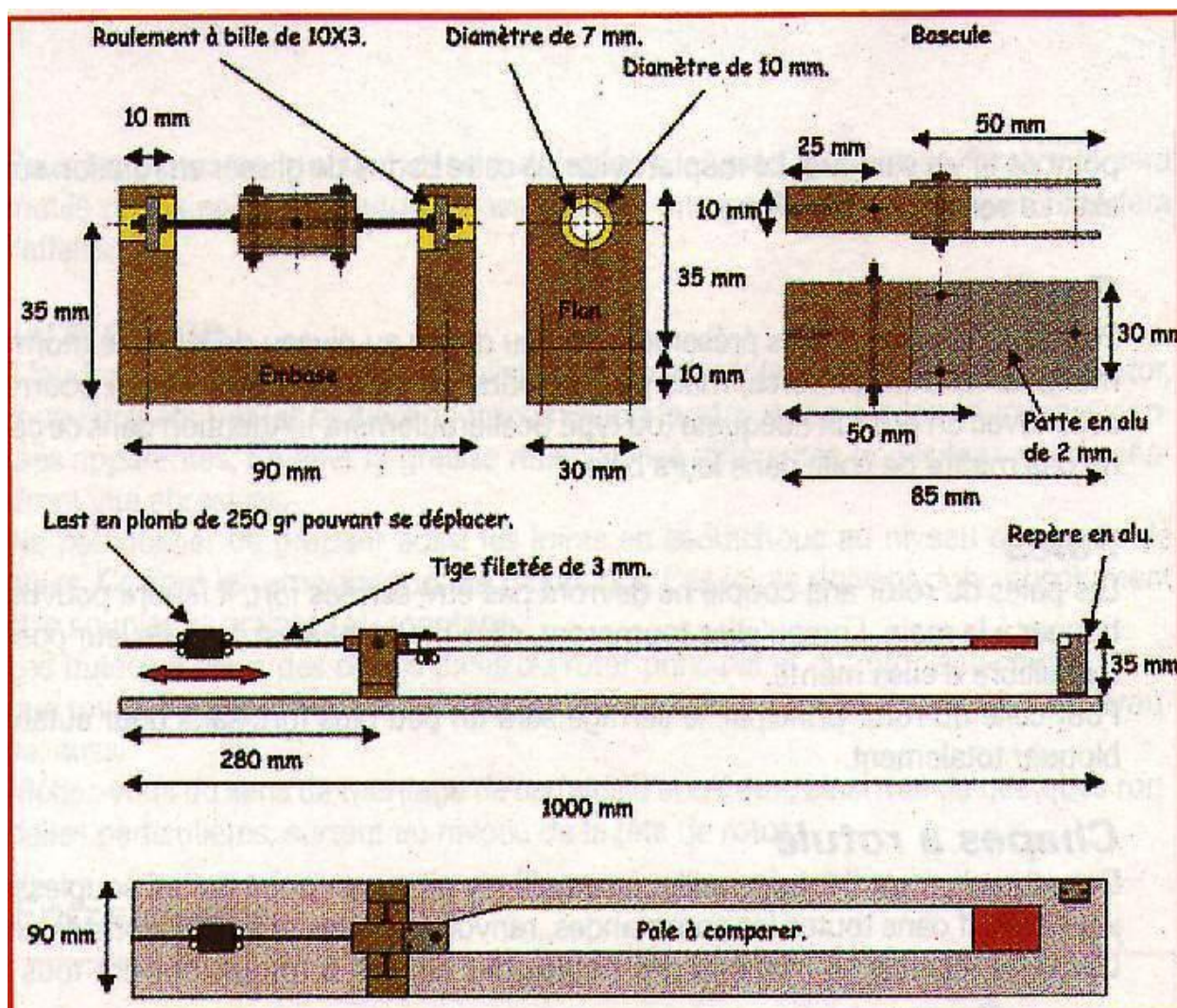
Plus compliqué, ça ! C'est pas cool !

Mettez la pale la plus légère sur la balance, et découpez un adhésif de sorte à retrouver le même poids. Pour le centrage, il faut déplacer cet adhésif sur la pale, jusqu'à ce que le centrage soit le même sur les 2 pales. Une fois celui-ci trouvé, vérifiez de nouveau s'il y a une différence de poids entre les 2 pales. En effet, si l'adhésif est déplacé sur la pale, il modifiera non seulement son centrage, mais aussi son poids de part le principe de mesure de ce type de balance.

##### REMARQUES:

L'adhésif sera du type d'électricien, Vénillia ou Oracover de couleurs différentes pour les 2 pales. Son poids sera proportionnel à ses dimensions, qui devra être recherchée par découpages et positionnements successifs avant collage. Il se présentera sous la forme d'une bande, de longueur fixe (2 fois la largeur de la pale), mais de largeur variable. Cet adhésif devra être positionné à partir du bord de fuite, passer au dessus de la pale (extrados), faire le tour du bord d'attaque et rejoindre le bord de fuite par le dessous (intrados). Il sera arasé avec un cutter à ce niveau là. C'est pour éviter qu'il ne se décolle avec le vent relatif, lorsque la pale tournera. Une tolérance de centrage et de poids est admise. Le centrage pourra donc varier jusqu'à 5 mm d'une pale à l'autre, et le poids de quelques grammes...

L'idéal étant bien entendu une tolérance de 0 mm et de 0 gramme, mais la perfection n'est pas de ce monde !!!



Ce petit montage permettra de comparer le poids des pales des hélicoptères de la classe 30, jusqu'aux 60. On fixe une pale sur la bascule avec un boulon et un écrou papillon, et on déplace le lest à l'aide des écrous papillon sur la tige filetée, jusqu'à ce que la pale soit en équilibre /en regard avec le repère de l'extrémité de l'appareil). L'ensemble est réalisé avec du hêtre. Les 2 roulements à bille seront insérés dans un lamage de 10 mm réalisé à la perceuse à colonne. Le perçage d'origine (7 mm) permettra l'introduction des écrous. La tige filetée et les écrous maintiendront les roulements et la bascule contre les flans. Veillez à ajuster pour que la bascule puisse pivoter sans contrainte. Les 2 pattes sont en alu de 2 mm et permettent de fixer la pale. Les flans sont fixés sur l'embase par le dessous, avec 2 vis à bois à tête fraisée. L'ensemble est ensuite fixé sur une grande plaque de mélaminé blanc de 90 mm de large sur 1000 mm de long.

### 5.5.1 Centrage

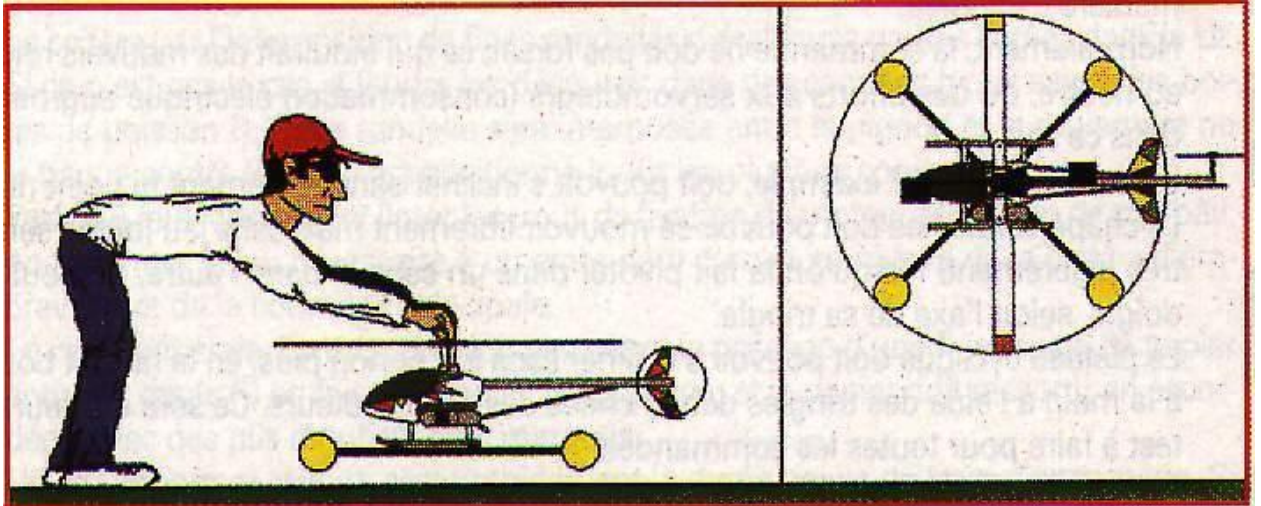
L'hélicoptère fini, prêt à voler devra être équilibré statiquement réservoir vide et batterie chargée... (Non ! Je jigole pour la batterie !).

Une méthode simple consiste à mettre les pales /déployées) parallèles au tube de queue.



Vous mettez 2 doigts sous la barre de Bell (qui est perpendiculaire à l'axe du fuselage donc), au plus près du centre, et vous soulevez légèrement l'hélicoptère. Celui-ci doit rester horizontal ou à la rigueur soulever les patins de 5 mm à l'arrière avant que l'avant ne se soulève.

Mais une autre méthode plus précise existe, et je vous la livre pieds et poings liés ....



2 méthodes pour vérifier l'équilibrage d'un hélicoptère: A gauche, on le soulève par la barre de Bell, qui doit être perpendiculaire au fuselage (les pales au dessus du tube de queue). vos doigts devront se situer le plus près possible du mat rotor, de chaque côté, afin de ne pas la tordre. En soulevant l'hélicoptère de quelques centimètres, celui-ci devra être à l'horizontal, ou bien piquer légèrement du nez (de quelques millimètres). Ou alors l'arrière des patins devra se soulever de 5 mm au maximum, lorsque l'avant de ceux-ci décolle... A droite (plus précis), on soulève l'hélicoptère devant soi par les portes pales qui devront être à la verticale (on se fait aider s'il le faut/. On met l'axe rotor, parfaitement à l'horizontal. Le fuselage ne devra pencher ni en avant ni en arrière. Un centrage légèrement avant est toléré. Un centrage arrière est déconseillé.

Pour ce faire, il faudra tenir l'hélico fermement par les porte-pales, qui devront être perpendiculaires au fuselage, et vous le soulever pour mettre l'axe rotor à (horizontal avec une pale en haut et l'autre en bas. Faites vous aider, car il ne s'agit pas de le cogner partout !

Le fuselage devra être horizontal. Déplacez (accu si c'est possible ou rajoutez du plomb dans le nez ou vers la queue pour obtenir ce réglage. Un centrage légèrement avant est toléré. Un centrage arrière rendra l'hélicoptère plus instable...

Le train d'entraînement ne devra pas modifier le centre de gravité de l'hélicoptère. Le centrage sera à faire réservoir vide.



# Sixième Partie: Principes De Réglages

Dans le processus d'assemblage d'un hélicoptère, c'est la partie un peu "prise de tête" qui conditionne en grande partie les qualités de vol de la bête. C'est un des chapitres les plus importants du dossier.

Aussi, je vous demanderai une attention plus particulière, pour essayer de comprendre de quoi il en retourne (Houlà ! Ça fait sérieux là, non ?).

Sur la notice figure en principe les réglages de base pour débutants des différentes courbes, tringleries et la position des renvois d'angles dans certaine configuration. Respectez-les ! Ils donneront une base correcte. Mais si on veut aller plus loin pour mieux comprendre et se creuser un peu la cervelle, lisez ce qui suit.

## ***6.1 Principe général***

Le principe à retenir est que le réglage des tringles et des leviers du cyclique et du collectif devra se faire avec tous les manches au neutre, trims au neutre. Le manche gaz/pas sera lui aussi pile au neutre. Sur les notices, il est souvent préconisé, à ce moment là, une incidence des pales de l'ordre de 4° à 5° suivant les machines, incidence du pas en stationnaire.

Mais on verra plus tard qu'il sera préconisé le 0° manche gaz/pas au neutre, pour faire de l'acrobatie et du 3D. On n'en est pas encore là, mais il faut que vous sachiez !

### **6.1.1 Tringleries, renvois, palonniers et leviers de commande**

Mettre tous les servomoteurs au neutre (manches au neutre, trims au neutre) radio allumée, après avoir fait une remise à zéro (RESET ou RAZ), en mode hélico, réglages des courses de servomoteur à 100%, trim électronique (sub trim) à zéro, aucun mixage activé (compensation et autre).

Positionnez tous les palonniers de servomoteurs de manière à avoir l'axe de la vis de fixation du palonnier et de la vis de fixation de la chape perpendiculaire aux tringles plutôt qu'aux servomoteurs. En effet, certaines tringles ne sont pas rectilignes par rapport aux servomoteurs, surtout pour les gaz.

Si vous n'arrivez pas à obtenir ce réglage sur le servomoteur, sortez son palonnier, tournez-le d'un quart de tour et remettez-le en place. Les crantages permettent généralement de trouver une position où l'alignement est correct. Si malgré tout, vous n'y arrivez pas, peaufinez l'alignement avec le trim électronique (lorsque c'est possible). Les différents renvois d'angle devront être aussi perpendiculaires aux tringles, en règle générale.

### **6.1.2 Plateau cyclique**

Le plateau cyclique devra être à l'horizontal, perpendiculaire à l'axe rotor (vue de face et de profil), lorsque les servomoteurs de commande de roulis et de tangage seront au neutre, sinon votre machine aura tendance à s'incliner d'elle-même.

Les 2 palettes de la barre de Bell devront être aussi parfaitement à l'horizontale, avec la





même incidence (0°).

Positionnez les biellettes de la tête sur la position débutant, indiquée bien souvent par le constructeur. L'hélicoptère sera moins vif.

Pour les débattements du plateau cyclique (sensibilité aux commandes en tangage et en roulis), il faudra respecter les indications de la notice qui donne généralement une cote entre la distance de la chape de commande et l'axe du palonnier de servomoteur. Ensuite il faudra généralement réduire un peu les débattements par programmation (Dual Rate : réglage de la course des servomoteurs de 0 à 100%. Réduire les débattements à 80% environ). Le plateau cyclique devra s'incliner de l'ordre de - 6° en tangage et en roulis lorsqu'un des manches correspondant sera actionné à fond (trim au neutre).

### [Exemple de réglage du plateau cyclique du Honey Bee King 2/Tiny CP3]

Cette procédure provient d'un membre du forum RCGROUPS nommé shizack qui l'a rédigée (en anglais). Je l'ai traduite, testée et reformatée à ma manière.

La description originale se trouve ici :

<http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=791544>

Valable pour la commande ESKY d'origine.

#### (1) Prérequis

- Positionner le plateau cyclique afin qu'il soit en tout point perpendiculaire à l'axe rotor. Pour ce faire jouer sur les longueurs des PETITES biellettes.
- Les pales et les palettes de la barre de Bell doivent être le plus parallèle possible au plateau cyclique.
- Déconnecter le moteur.
- Allumer la commande et activer le mode IDLE UP (interrupteur de gauche)
- ENCLANCHER MODE IDLE-UP-----
- Mettre les 2 boutons HOV. PIT et PIT.TRIM au milieu (sur 0)
- Mettre tous les trims au milieu (neutre)
- Connecter la batterie de l'hélico
- Tous les servos du plateau cyclique doivent être à l'horizontale

#### (2) Réglage du pas pour le neutre

- Mettre la manette des gaz au milieu.
- Mesurer l'incidence des pales à l'aide d'un incidencemètre. Doit être égale à 0. Si < 0 allonger les LONGUES biellettes, si > 0 les réduire.

#### (3) Réglage de l'amplitude

- Mettre la manette des gaz en bas. Mesurer l'incidence des pales à l'aide de l'incidencemètre.
- Mettre la manette des gaz en haut. Mesurer l'incidence des pales à l'aide de l'incidencemètre.
- Dans les 2 positions le pas doit avoisiner 9° (-9 et +9).
- Si l'amplitude est différente:  
=> par exemple (-7°, +11°), baisser le plateau en réduisant la longueur des PETITES biellettes.  
Si (-12°, +6°) par exemple, monter le plateau en augmentant la longueur des PETITES biellettes.  
Bien réduire ou augmenter du même nombre de tours afin de maintenir l'horizontalité du plateau.
- Qd vous avez modifié l'amplitude, il faut recommencer au point 2 afin d'avoir a nouveau une incidence de 0 manette au neutre.

GRANDES biellettes = réglage du pas

PETITES biellettes = réglage de l'amplitude du pas.

BUT = avoir -9°, 0°, +9° pour les positions basse, moyenne et haute de la manette des gaz.



#### (4) Tracking

- Choisir une pale "maitre".
- Révérifier le 0 au neutre.
- Déconnecter batterie de l'hélico
- Remettre le switch IDLE UP en position normale sur la commande (ne pas oublier de l'allumer si éteinte entretemps)
- FIN DU MODE IDLE-UP - RETOUR AU MODE NORMAL-----
- Reconnecter le moteur
- Vérifier que les gaz sont à 0, trim de gas au plus bas
- Reconnecter la batterie de l'hélico
- Immobiliser l'hélico ou le tenir d'une main (à vos risques et périls, soyez PRUDENT) et mettre les gaz a +/- 60%.
- Modifier la longueur de la GRANDE biellette de la pale esclave (pas la maitre l'autre donc!) jusqu'a obtenir un tracking parfait.

#### (5) Réglage régime moteur (pas dans l'explication d'origine, rajouté par mes soins)

- Une fois le plateau réglé, vous pouvez modifier le régime moteur du stationnaire grace au bouton PIT.TRIM.
- Cela permet de faire tourner le moteur plus vite/moins d'incidence (tourner le bouton vers la gauche) ou moins vite/plus d'incidence (vers la droite).
- Mettre la manette des gaz sur la position que vous souhaitez utiliser pour le stationnaire (généralement 50 ou 60% de la course).
- Si l'hélico décolle avant, réduire le régime moteur (rare!)
- Si l'hélico ne décolle pas, augmenter le régime moteur (mieux selon moi car tourne plus vite et donc plus stable).

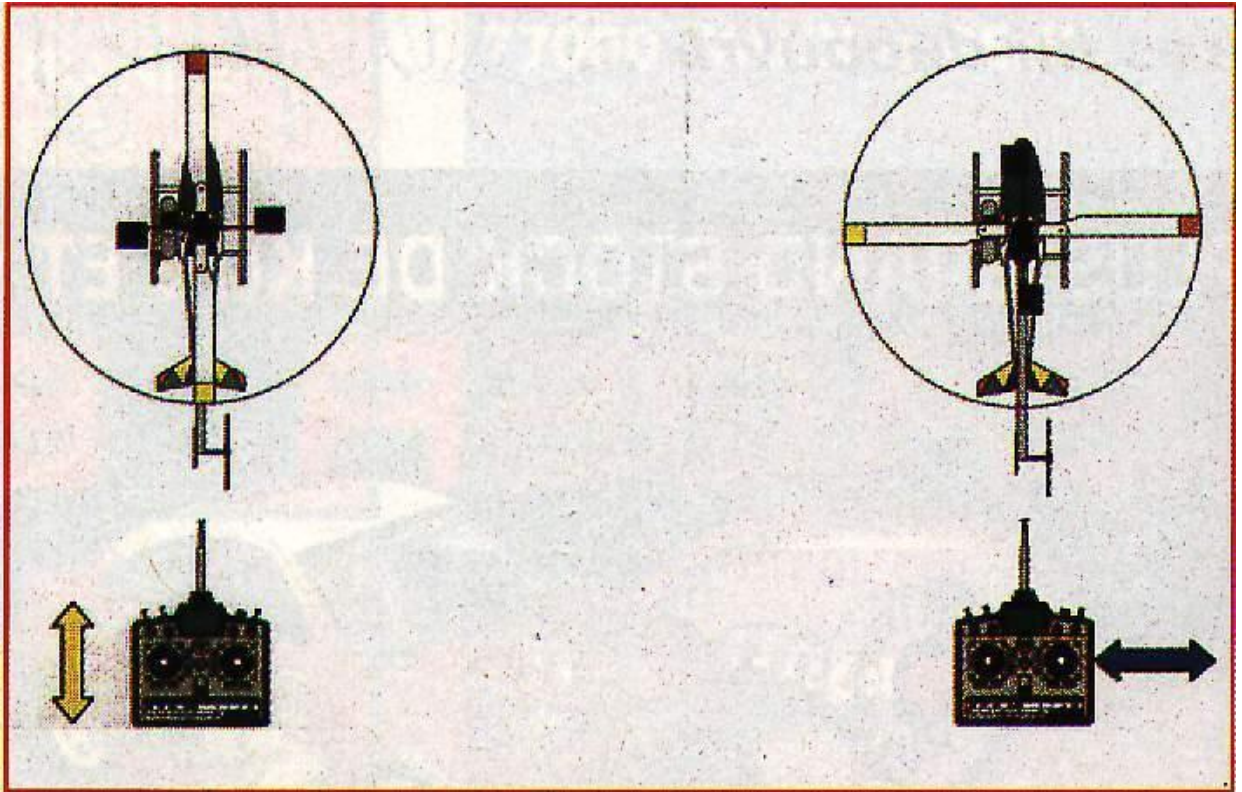
Voilà, normalement il sera parfait comme ça ... jusqu'au prochain crash ou il faudra tout recommencer!



### 6.1.3 Montage correct de la tête

Autre vérification importante : Lorsque vous positionnez les pales du rotor principal parallèles au tube de queue, avec la barre de Bell perpendiculaire à celui-ci donc, un ordre au cyclique longitudinal devra faire varier l'incidence seulement des palettes. Les pales ne devront pas bouger.

#### Vérification de la tête



Positionnez les pales comme l'indique le schéma, pour chaque cas. A gauche, si on actionne le manche du cyclique longitudinal, les palettes de la barre de Bell doivent bouger. Pas les pales (au niveau incidence). A droite, si on actionne le manche du cyclique latéral, les palettes de la barre de Bell ne doivent pas bouger mais bien les pales.

Donc un ordre au cyclique latéral ne devra faire bouger que les pales, pas les palettes. Si ce n'était pas le cas, il faudra régler la position du guide du wash-out si c'est possible, ou alors vous vous êtes planté au montage...!  
Dans tous les cas, il faudra veiller à ce qu'il n'y ait aucun point dur, ni souplesse, ni jeu excessif dans toutes les commandes, renvois d'angles et articulations diverses.

### ***6.2 Principe de base des courbes gaz/pas***

Chose important, même si je me répète (mais c'est pour que ça rentre, mon enfant !) : pour le moment, on se contentera des réglages en mode normal comme on a vu plus haut, c'est à dire que le manche gaz/pas fera varier le moteur de 0 à 100% et le pas de 0° à +8° (avec, lorsque le manche gaz/pas est au neutre, l'ouverture du carburateur du



moteur à 50% et le pas collectif avec une incidence à  $+4^\circ$ ).

### 6.2.1 Positions du manche gaz/pas

Le principe de position du manche gaz/pas dans les programmations est souvent donné en pourcentage, de 0 à 100%, correspondant aux positions du manche d'une butée à l'autre.

Pour une courbe à 3 points, les positions remarquables du manche sont repérées par 0% (manche en butée pas mini d'un coté), 50% (manche au neutre) et 100% (manche en butée pas maxi de l'autre coté).

Pour une courbe à 5 points, il est rajouté 2 positions remarquables, le 25% (manche entre la butée pas mini et le neutre) et 75% (manche entre l'autre butée pas maxi et le neutre) à celle à 3 points.

Il est rajouté autant de positions remarquables que de points entre ceux ci-dessus. Ça va jusqu'à 12 points sur les très haut de gammes. Plus il y a de points, plus les réglages pourrons être précis, mais plus ce sera "prise de tête, quoi" !

### 6.2.2 Programmation

Le principe de programmation de la courbe de pas est donné, donc, par des valeurs de pas mini, pas au neutre, pas maxi, et des valeurs intermédiaires.

Si par exemple on a un réglage  $-4^\circ$ ,  $+4^\circ$ ,  $+8^\circ$ , cela veut dire que le manche en position pas mini (0%) mettra  $-4^\circ$  au pas collectif, au neutre (50%) il mettra  $+4^\circ$ , et en position pas maxi (100%) il mettra  $+8^\circ$ .

C'est une courbe à 3 points avec le point 1, le 2 et le 3 (0%, 50%, 100%). Lorsqu'on a une courbe à 5 points, comme on l'a vu plus haut, on aura 1 point en plus, entre le n°1 et le n°2 et un autre entre le n°2 et le n°3. Au point n°1 on a toujours  $-4^\circ$ , au point n°3 on a  $+4^\circ$ , et au point n°5 on a  $+8^\circ$ . Donc logiquement, au point n°2 (25%) on aura  $0^\circ$ , et au n°4 (75%) on aura  $+6^\circ$ .

C'est valable dans le cas d'une courbe de forme droite, linéaire, proportionnelle. On fait une moyenne entre chacun des 3 points.

### 6.2.3 Commande des gaz

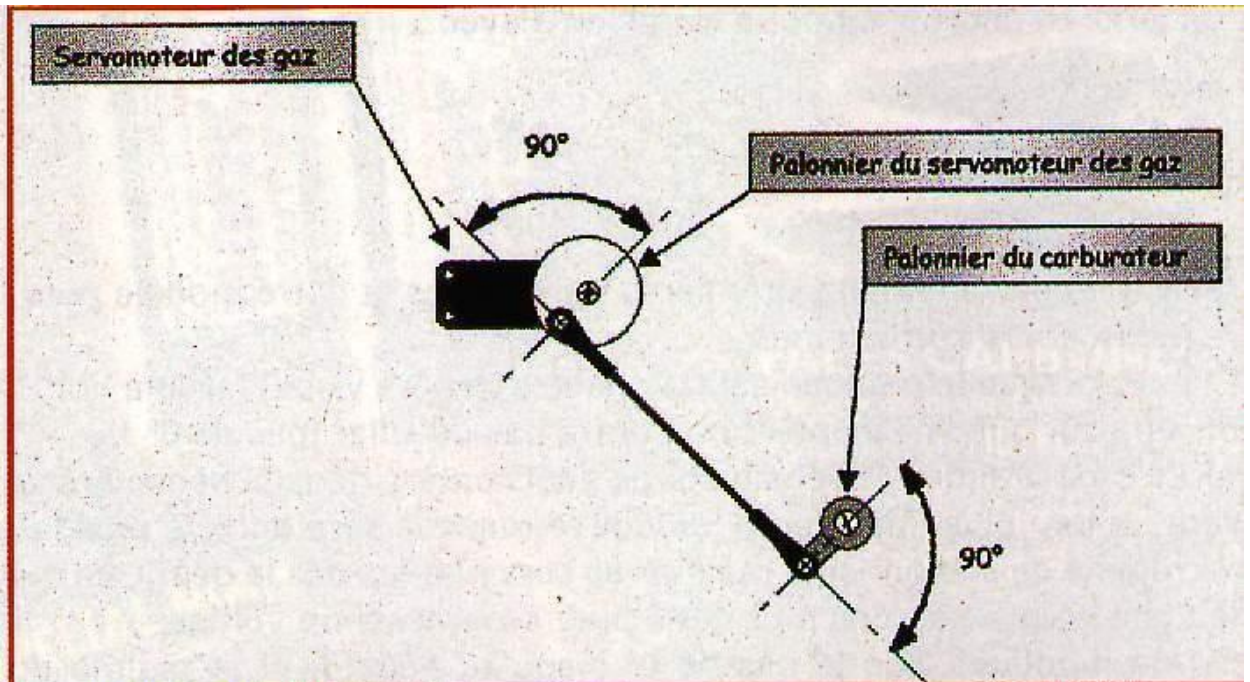
Vérifiez que lorsque le manche gaz/pas est pile au neutre, le carburateur soit ouvert pile à moitié avec son trim plein gaz. La tringle devra être perpendiculaire au levier du carburateur et au palonnier du servo. Ensuite, vérifiez que plein gaz le servomoteur ne force pas (carburateur en butée).

Plein ralenti et trim plein gaz, veillez à ce que le carburateur soit légèrement entre ouvert (1 mm) et trim plein ralenti, entièrement fermé. Desserrez si nécessaire la vis de butée de ralenti. Le servomoteur ne doit pas forcer (lorsqu'il force, on l'entend grogner !).

S'il force, réduisez la course de la tringle en changeant la position de la chape par rapport au palonnier du servomoteur ou du carburateur (pour augmenter ou diminuer la course). Vous pouvez peaufiner ce réglage par le menu "course des servomoteurs" de votre radiocommande.

Voyez sur l'illustration la position du manche des gaz et de son trim, en fonction de l'ouverture du carburateur. La fonction trim-gaz de votre radio devra être activée. Elle permettra au trim des gaz de n'être actif que lorsque le manche est en position ralenti. Plein gaz, il ne sera pas actif.

Il ne faudra pas confondre la position du manche et l'ouverture du carburateur.

Réglage commande carburateur

Ce réglage se fait sans aucun mixage d'activité (mode normal). La course du manche gaz/pas fait donc varier l'ouverture du carburateur de 0 à 100% de plein ralenti à plein gaz (0 à 100%). Lorsque le manche du gaz/pas est au neutre (50%), le carburateur doit être à moitié ouvert, la tringlerie doit faire un angle droit ( $90^\circ$ ) avec l'axe des chapes et des palonniers.



Réglage du carburateur et ore sa commande en mode normal



**Manette gaz/pas plein gaz, trim plein gaz, le carburateur est ouvert à fond. Ca correspondra à un réglage à 100%. Le moteur tourne plein gaz.**



**Manette des gaz au neutre, trim plein gaz, le carburateur est ouvert à moitié. Ca correspondra à un réglage à 50%. Le moteur tourne à mi-régime.**



**Manette des gaz plein ralenti, trim plein gaz, le carburateur est presque fermé. (1 mm d'ouverture environ). Ca correspondra à un réglage à 0%. Le moteur tourne au ralenti.**



**Manette des gaz plein ralenti, trim des gaz plein ralenti, le carburateur est entièrement fermé. Le moteur doit caler.**

En mode normal, lorsque le manche est au pas mini (soit 0%), le carburateur est fermé (0%). Lorsqu'il est au neutre (soit 50%), il est ouvert à 50%. Lorsqu'il est au pas maxi (soit 100%), il est ouvert à 100%.

Mais en mode présélectionné (on verra plus loin avec précision ces réglages), il se pourra très bien que lorsque le manche se trouve en position pas mini (soit 0%), le carburateur soit à moitié ouvert (soit à 50%), ou plein ouvert (soit 100%), suivant la programmation que l'on aura faite.



### 6.2.4 Commande du pas collectif

Comme on l'a vu plus haut, et comme on le verra plus en détail plus loin, certaines radios ne vous offriront pas la possibilité de faire des réglages poussés sur cette commande si particulière sur hélicoptère. On pourra néanmoins s'en inspirer, ne serait-ce que pour bien comprendre le principe.

Pour la commande du pas collectif, je vous conseille de régler d'entrée les angles maxi du pas en positif et en négatif, pour l'entière course du manche gaz/pas (0 à 100%). Je m'explique

Le pas mini que nous utiliserons le plus pour notre formation sera de  $-4^\circ$  (quand on en sera aux translations). Plus tard (bien plus tard...) pour le 3D, ce sera  $-8^\circ$  (mais on reprendra ces réglages à ce moment là !). Le pas maxi sera lui de 10 à  $12^\circ$  (autorotation).

Donc on va s'appliquer à reproduire ces angles de pas (de  $-4^\circ$  à  $+12^\circ$ ) pour l'entière course du manche gaz/pas.

Lorsque le manche sera au pas mini (position du manche à 0%), on réglera les tringles de commande du pas collectif de manière à avoir un pas mini de  $-4^\circ$ , et il faudra en passant le manche en pas maxi (position du manche à 100%), avoir le pas de  $+12^\circ$ . En position neutre (position du manche à 50%), il y aura en principe environ  $+4^\circ$  (pour le 3D, ce sera  $0^\circ$ )...

Alors, vous commencez à plonger dans le doute, et vous vous dites que je raconte n'importe quoi ! Mais vous allez voir qu'il n'en est rien ! Car ce réglage sera seulement celui possible par le montage servomoteur, tringles, renvois, tête de rotor. Ensuite, par programmation, on descendra ou remontera ces valeurs pour avoir  $0^\circ$  lorsque le manche sera en pas mini,  $+4^\circ$  en position neutre, et  $+8^\circ$  en pas maxi.

#### Exemple

Par exemple, dans notre cas, le montage des tringles donnera pour la position du manche en pas mini (à 0%) un pas de  $-4^\circ$ . Au neutre (50%), il donnera  $+4^\circ$ , et au pas maxi (100%),  $+12^\circ$ .

Le pas collectif variera de  $-4^\circ$  à  $+12^\circ$  (ça pourra être la courbe de pas en mode autorotation, voir plus loin).

Les valeurs des points de programmation d'une courbe à 5 points seront normalement les suivants:

$-4^\circ$	$0^\circ$	$+4^\circ$	$+8^\circ$	$+12^\circ$
0%	25%	50%	75%	100%

Il nous faut juste changer les extrêmes pour avoir notre réglage mode normal.

Si on veut  $0^\circ$  pour le pas mini, on relèvera la valeur du point de programmation de 0% à 25%.

Le pas de stationnaire manche au neutre (50%) étant de  $+4^\circ$  avec notre montage, et son point de programmation à 50%, on ne le changera pas (c'est ce qu'on recherche).

Si on veut mettre  $+8^\circ$  au pas maxi, on baissera le point de programmation de 100% à 75% par exemple. Il faudra contrôler à l'incidence-mètre.



Vous vous retrouverez avec le pas collectif par rapport aux points de programmations suivants:

0°	0°	+4°	+8°	+8°
25%	25%	50%	75%	75%

On fera une moyenne entre le 1<sup>er</sup> point et le 3<sup>ème</sup> et entre le 3<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup>. Ça nous donnera les valeurs de programmation suivante:

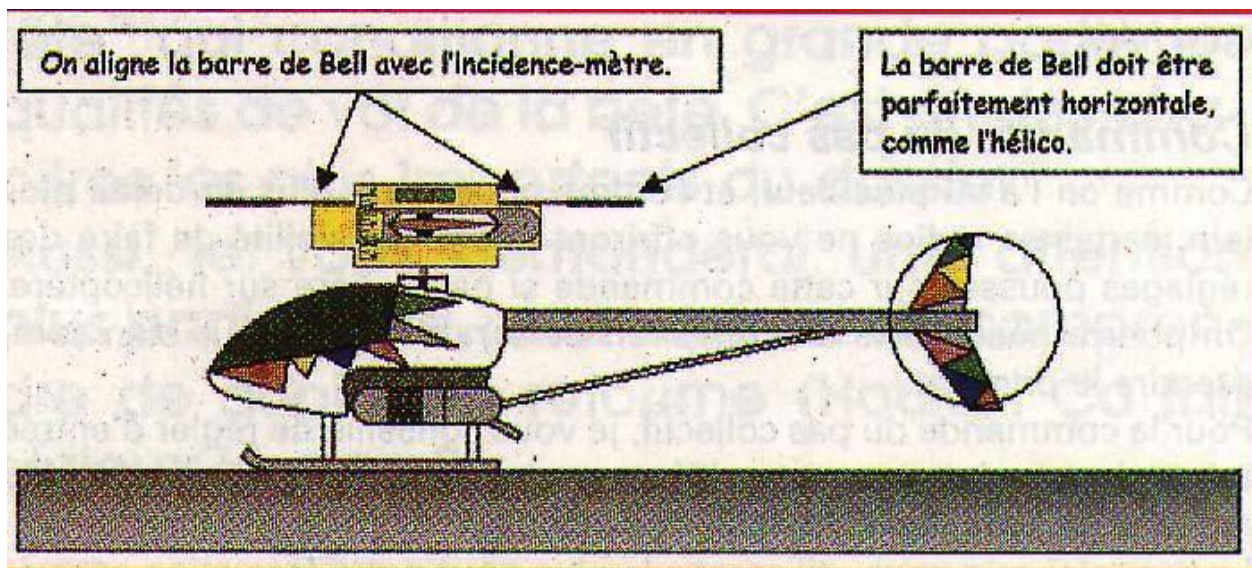
0°	+2°	+4°	+6°	+8°
25%	38%	50%	62%	75%

On réglerà la programmation pour avoir d'autres valeurs, comme par exemple celle nécessaires pour l'autorotation, où on mettra au point de programmation de pas maxi la valeur de 100%, ce qui donnera un pas réglé de +12°. Une moyenne sera là aussi faite, pour lisser la courbe entre le neutre et le pas maxi.

Sinon, comment voulez vous atteindre un +12° si l'ensemble est en bout de course à +8° ? Ou comment mettre -4° alors qu'il ne pourra donner que 0° ?

Alors, c'est sûr, au début il pourra être inutile de se casser la tête ! Et de régler les tringles de manière à avoir un pas de 0° à +8° pour l'entière course du manche, sans programmer quoi que ce soit. Mais à un moment donné, il faudra passer par-là pour évoluer ! Alors autant le faire tout de suite, comme ça on n'y reviendra plus ! Il suffira de pianoter sur notre clavier et de s'aider de l'incidence-mètre pour modifier nos réglages !

#### Utilisation de l'incidence-mètre



Pour utiliser l'incidence-mètre, il faut poser l'hélicoptère sur une surface plane et horizontale. On déploie les pales, et on les aligne parfaitement. On positionne un mètre au bout d'une pale (ici la rouge). Il faut que la barre de Bell soit à l'horizontale, et veiller à ce que l'incidence-mètre soit aligné sur celle-ci.





Parfois un niveau à bulle facilite cette opération. Si la barre de Bell n'était pas horizontale, la lecture de l'incidence serait faussée. Son inclinaison ne faisant pas varier l'incidence des pales de la même valeur. Ensuite, on pourra lire l'incidence de la pale. Ces réglages seront à faire à l'aide de votre incidence mètre. L'hélicoptère devra être posé sur une surface horizontale, la barre de Bell sera immobilisée, elle aussi à l'horizontale. Incidence mètre sera toujours positionné sur la pale de référence, qui sera tous le temps la même (celle qui a l'adhésif rouge par exemple). La tringle de l'autre pale sera réglée à la même longueur que celle de la pale de référence.

### 6.2.5 Manche gaz/pas

Il y a 2 écoles pour le réglage du pas de stationnaire suivant la position du manche gaz/pas.

En effet, l'école des "anciens" préconise le pas de stationnaire (+4° à +5° suivant le type de machine) avec le manche gaz/pas au neutre.

Alors que l'école des "accros de l'accros" préconise (avec raison !) un pas de 0° avec le manche au neutre.

On pourra aussi passer d'un réglage à l'autre étape par étape, pour se familiariser par la suite (voir plus loin, au chapitre "compromis"). Ces différents paramètres seront à définir suivant vos goûts, vos aptitudes, votre compréhension du problème et votre équipement.

Dans les 2 cas, le pas pour le vol stationnaire (défini par le fabricant de l'hélicoptère) sera associé à une ouverture du carburateur à 50%.

Les 2 écoles ont leurs avantages et leurs inconvénients, aussi je vais essayer de vous les décrire.

### 6.2.6 Pas du stationnaire manche gaz/pas au neutre

Dans l'exemple pris plus haut (0°, +4°, +8°), en position centrale du manche (neutre), le pas de stationnaire est atteint (+4°).

Le moteur aura un réglage sur le même principe de 0%, 50%, 100%. C'est le réglage type du débutant, qui permettra surtout le démarrage du moteur.

L'avantage est qu'on ne réfléchit pas à savoir si le carburateur possède une ouverture correcte pour une position de pas donnée. Elle le sera ! Une fois le moteur démarré, en accélérant jusqu'à mi-gaz (50%), le pas variera de 0° jusqu'au pas de stationnaire (+4°). Ca tombe bien, c'est ce qu'on recherche !

En donnant un peu plus de gaz, le pas augmente un peu, juste de quoi décoller, puis on remet le manche au neutre et notre oiseau doit théoriquement rester en stationnaire !

Les réactions sont douces, les variations de position du manche ne donnant que de faibles amplitudes au pas et au gaz. L'hélico sera relativement mou au collectif, mais c'est ce qu'on recherche !

Si ce réglage (mode normal...) est parfait pour démarrer notre moteur et pour commencer nos premiers stationnaires, on sera vite limité lorsqu'on sera assez confiant pour entamer les translations!

Et oui, si vous avez suivi, il faudra à nouveau régler la courbe des gaz et donner du pas en négatif pour pouvoir redescendre d'une certaine altitude dans de bonnes conditions. Ce seront les réglages des présélections de gaz et de pas qu'on a vu plus haut et qu'on détaillera plus tard.

La course du manche ne donnera plus des réactions de même amplitudes du neutre jusqu'au pas maxi par rapport au neutre jusqu'au pas mini.



Si on adopte par la suite une courbe  $-4^\circ$ ,  $+4^\circ$ ,  $+8^\circ$ , on s'apercevra que le manche fera varier le pas de  $4^\circ$  du neutre jusqu'au pas maxi, mais de  $8^\circ$  du neutre jusqu'au pas mini. Donc les réactions seront plus vives en négatif, et nous n'aurons pas les mêmes sensations, la même sensibilité en positif qu'en négatif.

Mais ce n'est pas un gros handicap, et la plupart des pilotes ont ce genre de réglages, surtout sur les maquettes qui ne sont pas destinées en principe à faire de la voltige.

### 6.2.7 Pas collectif à $0^\circ$ manche gaz/pas au neutre

Alors là, en présélection de pas, on met  $-8^\circ/-4^\circ/0^\circ/+4^\circ/+8^\circ$  pour une courbe à 5 points. On s'aperçoit que le manche fera varier le pas de  $8^\circ$  de chaque côté du neutre. La sensibilité sera la même en positif et en négatif. Pour le moteur on mettra 100%, 50%, 40%, 50%, 100% par exemple.

On s'aperçoit que pour le stationnaire ( $+4^\circ$ ) le moteur sera toujours à 50%. Pour le stationnaire dos, le pas sera de  $-4^\circ$  et le moteur toujours à 50%.

C'est ce qu'on appelle des courbes symétriques en V.

A  $0^\circ$ , le régime sera un peu plus bas (40% dans notre cas) pour éviter un emballement du moteur.

C'est la courbe type pour faire de la voltige, du vol inversé et du 3D. Par la suite, on peaufinera les courbes de gaz suivant les caractéristiques du moteur, du carburant et de l'hélico.

Mais pour débiter dans nos translations, on aura trop de négatif. On mettra donc  $-4^\circ$  au point 1 de la courbe de pas et le moteur sera à environ 50%. La courbe aura une forme en J avec :

- Pour le pas:

$-4^\circ$	$-2^\circ$	$0^\circ$	$+4^\circ$	$+8^\circ$
------------	------------	-----------	------------	------------

- Pour le moteur:

50%	45%	40%	50%	100%
-----	-----	-----	-----	------

Ainsi, on pourra faire les premières translations et notre modèle pourra redescendre correctement.

Et puis lorsque le manche sera au neutre (repère visuel facile à voir on sera sûr que l'hélicoptère ne pourra pas décoller (pas de  $0^\circ$  !)).

Alors c'est vrai que la sensibilité de l'hélicoptère dans le sens vertical sera un peu plus importante lorsque le manche sera dans la position du régime de stationnaire, mais on se sera habitué dès le début, ce qui fait que nous ne serons plus gêné pour progresser en voltige.

On ne modifiera que le pas de  $0^\circ$  jusqu'au négatif, et le régime du moteur associé. Ce ne sont pas toutes les radiocommandes qui permettront ce réglage particulier. Aussi ne vous étonnez pas si vous ne pouvez pas le programmer sur la votre. C'est malheureux à dire mais seules certaines milieux de gammes et toutes les radiocommandes « haut de gamme » facilitent les programmations des courbes en V. Si vous avez acheté une « bas de gamme », vous pourrez quand même faire de belles évolutions avec votre hélicoptère, mais vous vous fermez les portes aux évolutions acrobatiques poussées, et aux vols 3D.

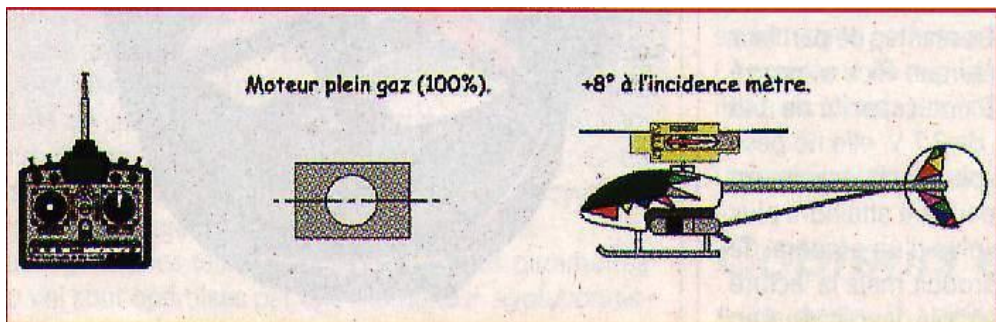


### 6.2.8 Méthode recommandée, le compromis

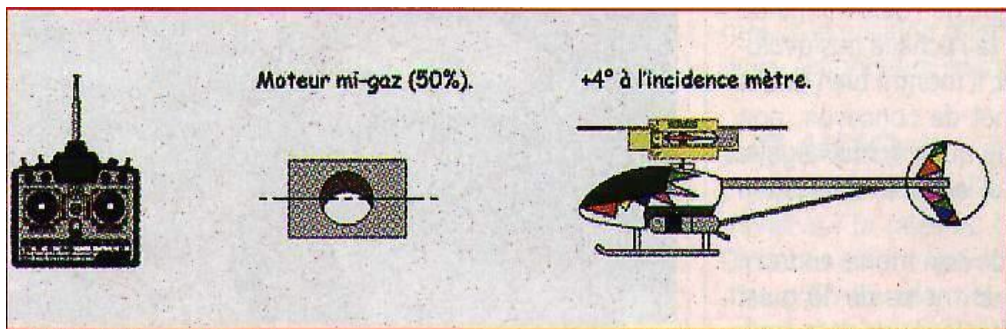
Pour ma part, c'est la méthode que j'ai utilisée, et que je vous préconise. Elle permet de commencer avec un réglage simple et facile à comprendre (stationnaire manche au neutre) et de continuer la progression (à partir du moment où on maîtrise le stationnaire, hein ? Pas de blagues !), en les modifiant petit à petit de telle manière à obtenir, en fin de progression, le réglage propre aux voltigeurs (courbes symétriques). Il faudra, dans ce cas, ne pas brûler les étapes (encore une fois !), et passer en douceur, petit à petit, d'une position à l'autre en reprogrammant des courbes différentes dans une autre présélection (idle-up 1, idle-up 2).

Réglage du carburateur et du pas collectif en fonction du manche gaz/pas en Mode normal

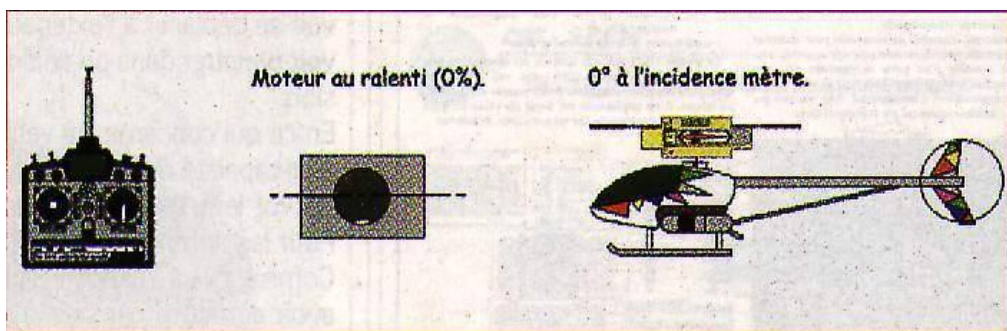
Manette gaz/pas plein gaz, le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de +8°.



Manette gaz/pas au neutre, le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de +4°. C'est le pas du stationnaire.



Manette gaz/pas plein ralenti, le carburateur est presque fermé (0%). Le moteur tourne au ralenti. Le pas collectif est de +0°.





### Mode normal

Pour la première étape (démarrage du moteur, stationnaires et début de translation très lente), le pas variera de 0° à +8°, et l'ouverture du carburateur du moteur variera de 0 à 100% pour une variation de pas mini vers le pas maxi. La courbe de pas aura l'allure suivante :

0°	+2°	+4°	+6°	+8°
----	-----	-----	-----	-----

La courbe de gaz aura l'allure suivante :

0%	25%	50%	75%	100%
----	-----	-----	-----	------

### Mode transition, présélection n°1

Pour la deuxième phase d'apprentissage (translations lentes et début de translations rapides), nous mettrons -4° en pas mini, et 0° entre le pas mini et la position neutre du manche. Le reste ne changeant pas (du neutre au pas maxi). La courbe du moteur devra être revue, avec un régime augmenté à 50% en pas mini (le même qu'en stationnaire puisque c'est le même pas, mais en négatif), et diminuée à 35% lorsqu'il sera à 0°.

La courbe de pas aura l'allure suivante :

-4°	0°	+4°	+6°	+8°
-----	----	-----	-----	-----

La courbe de gaz aura l'allure suivante :

50%	35%	50%	75%	100%
-----	-----	-----	-----	------

### Mode perfection, présélection n°2

Pour la troisième étape du cursus d'apprentissage (translations rapides et début voltige), on baissera le pas à +2° lorsque le manche gaz/pas sera au neutre. Les variations de pas seront quand même linéaires pendant toute la course du manche (2° de variation entre chaque position remarquable du manche). La courbe du moteur sera modifiée pour tenir compte de ces nouvelles valeurs de pas.

La courbe de pas aura l'allure suivante :

-4°	-1°	+2°	+5°	+8°
-----	-----	-----	-----	-----

La courbe de gaz aura l'allure suivante :

50%	38%	45%	60%	100%
-----	-----	-----	-----	------

Ça sera une approche pour passer aux réglages symétriques (présélection n°3) qu'on verra plus loin.

Reportez-vous au tableau de résumé pour avoir des précisions sur les réglages de ces courbes gaz/pas.



On reviendra plus tard avec plus de précisions sur ces réglages, lorsque nous en serons là au niveau pilotage.

### 6.2.9 Autorotation

C'est une fonction à part, qui devra être programmée au plus tard lorsqu'on commencera à faire des translations.

Comme on l'a vu plus haut et comme on le verra plus en détail plus tard, l'autorotation permettra de sauver notre machine si un problème mécanique survient en vol. Sur les radiocommandes hélicoptère, un mode autorotation (hold) permet de programmer un réglage de la position du moteur et une courbe de pas spécifique. Il est activable par un interrupteur dédié à cette fonction.

Il permet aussi de "désaccoupler" le rotor de queue, en ramenant son incidence à 0° pour éviter de contrer une rotation du fuselage du au couple du rotor principal. Celui-ci n'étant plus entraîné par le moteur, il n'y a plus de couple à contrer !

Lorsqu'on actionnera l'interrupteur autorotation, le carburateur prendra une position réglable au ralenti, mais les autres fonctions resteront actives (notamment celle du pas) sauf celle de la compensation (si elle est programmée).

Ce réglage au ralenti (ralenti rapide sans embrayage du rotor) devra se faire précisément afin de ne pas faire caler le moteur surtout à l'entraînement!

Lorsqu'on agira de nouveau sur l'inter, le moteur reprendra le régime correspondant à la position du manche gaz/pas avec un petit temps de réponse pour certaine radio, évitant au moteur de caler s'il s'est engorgé.

Le pas maxi sera quant à lui augmenté par programmation jusqu'à 10°, voir 12° ; en fait le maximum possible. Et le pas mini ne descendra pas en dessous de -5°, surtout au début. Sinon, la descente risquerait d'être trop rapide si on met le manche au pas mini, et on n'aura peut-être pas assez de ressource pour la stopper.

La courbe de pas pourra donc avoir l'allure suivante :

-4°	0°	+4°	+8°	+12°
-----	----	-----	-----	------

Ses points de programmation seront donc :

0%	25%	50%	75%	100%
----	-----	-----	-----	------

Ce qui correspondra aux valeurs maximums dont nous parlions au début.

### 6.2.10 Anticouple

Le rotor anticouple devra posséder une certaine incidence au neutre, pour corriger le couple de rotation du fuselage. Si on mettait un pas de 0°, dès la mise des gaz notre hélicoptère partirait en toupie ! Donc lorsque le manche de cette commande est au neutre, l'incidence des 2 pales (qui ne peut être réglée séparément) sera de l'ordre de 10° (donnée constructeur). Voyez l'illustration pour connaître le sens d'action du rotor anticouple.

Le palonnier de la commande devra être perpendiculaire à la tringle de commande, aussi bien du côté du servo que du rotor anticouple, afin d'avoir la même dose d'ordre dans un sens ou dans l'autre.



### 6.2.11 Gyroscope

Comme on l'a vu plus haut, le gyroscope, qu'il soit piézo-électrique ou non, se branche entre le servomoteur d'anticouple et le récepteur sur la voie correspondant à la commande d'anticouple. Le servomoteur se branchant sur le gyroscope.

Sur certain d'entres eux, il y a la possibilité de brancher le réglage du gain sur une voie auxiliaire de la radio commande. Ce réglage permettra d'augmenter ou de diminuer sa sensibilité.

La voie auxiliaire sera commandée, contrairement à ce que préconisent certaines notices pour certains gyroscopes, par un interrupteur à 2 positions au lieu d'un potentiomètre linéaire (curseur).

Car avec celui-ci, on pourra passer du mode normal avec le gain maximum, au mode conservateur de cap avec le gain maximum aussi, en passant en position neutre par un gain minimum voire nul, gyro inopérant.

Si le gain est facilement réglable pendant le vol (intérêt relatif), la position du curseur devra être repérée avec précision. Il sera donc difficile de passer d'un mode à l'autre sans tâtonner à chaque fois pour retrouver le bon gain. De plus, on risquerait de modifier sa position par inadvertance pendant la manipulation de l'émetteur, d'une séance de vol à l'autre. A oublier.

Avec un interrupteur à 2 positions, on repèrera dans quel sens il faut agir pour avoir le mode normal (poussé par exemple), l'autre étant le mode conservateur de cap (tiré).

Le gain sera réglable dans les 2 cas en modifiant les fins de course de la voie correspondante, en pianotant sur le clavier de la radio (radio programmable !).

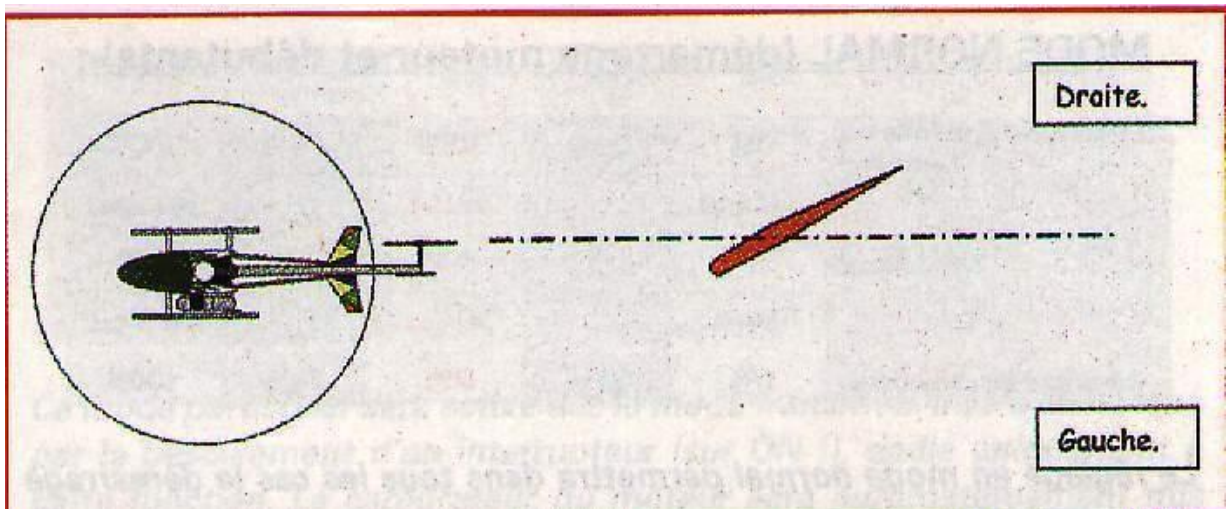
Ainsi, au début, lorsque vous ne volerez qu'en mode normal, vous réglerez le gain une fois pour toute (il faudra peut-être le peaufiner), et vous ne risquerez plus de le dérégler par erreur. Lorsque vous volerez avec le mode conservateur de cap (on reviendra sur ses réglages lorsqu'on abordera la voltige), vous basculerez l'interrupteur et le gain dans chacun des 2 modes sera ainsi instantanément retrouvé, sans tâtonner ! Le gain devra être réglé à 50% au départ, dans tous les cas. En vol, si la queue de l'hélicoptère "battait la mesure" de droite à gauche, c'est que le gain est trop important. Il faudra le réduire petit à petit jusqu'à ce que la queue ne batte plus.

Si on ne peut pas brancher ce réglage sur une autre voie (manque de voies, ou bien option non disponible sur le gyro), on pourra quand même régler le gain grâce à un petit potentiomètre situé sur le boîtier du gyroscope. Là aussi, son réglage sera à 50% (entre le maximum et le minimum.). Les réglages seront obligatoirement faits rotor arrêté à l'aide d'un petit tournevis.

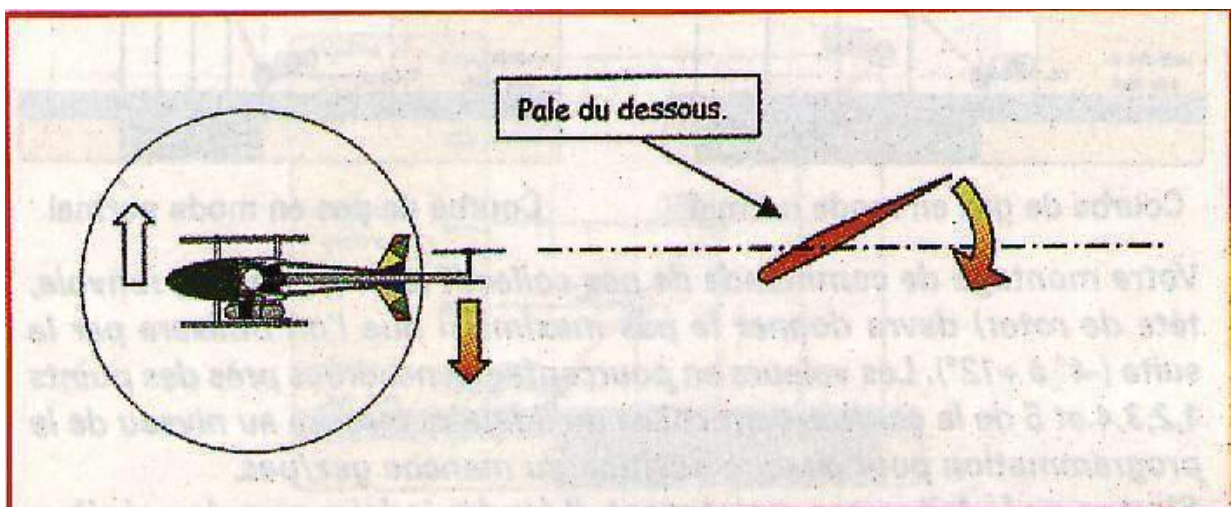
Lorsqu'on met la radio sous tension, il faudra, pour les gyroscopes piézo-électriques, attendre une dizaine de secondes sans bouger l'hélicoptère afin qu'il s'initialise.



### Actions du gyroscope



On a vu que pour un rotor tournant à droite, la pale du bas du rotor anticouple lorsqu'elles sont verticales doit avoir le bord de fuite (arrière) dirigée vers la droite pour que l'hélicoptère ne tourne pas sur l'axe de lacet en stationnaire (ou en vol !). On considère que son action est "similaire" à un volet de direction d'un avion. Un ordre à droite fera dévier le bord de fuite de la pale encore plus vers la droite. Un ordre à gauche, le faisant dévier vers la gauche...!



Pour vérifier le sens correct de correction du gyroscope, il faut mettre l'ensemble radio sous tension et attendre l'initialisation du gyro (piézoélectrique). Désactivez le mode conservateur de cap. Lorsqu'on tire la queue de l'hélicoptère vers la gauche (le nez va vers la droite), la pale du dessous doit avoir son bord de fuite se diriger vers la gauche. S'il va vers la droite, le gyroscope est inversé. Il faut basculer l'interrupteur situé sur son boîtier (REV), et faire un arrêt/marche de la radio pour le remettre dans le bon sens.



### 6.2.12 Contrôle du sens du gyroscope

Ensuite, il faudra veiller à ce que le sens de correction ne soit pas inversé ! Un inverseur dédié à cette fonction est présent sur le gyroscope. C'est un petit interrupteur à 2 positions. Si c'est à l'envers, l'hélicoptère part en toupie incontrôlable à la mise des gaz... Donc un contrôle minutieux sera à faire.

Cette opération se fait lorsque l'hélicoptère est terminé, prêt à voler. Voici comment on fait (bande de veinard, je vous dis tout, hein ?).

Repérez sur le servomoteur d'anticouple dans quel sens il doit tourner pour donner un ordre à droite, en inclinant le manche d'anticouple à droite (voir l'illustration pour savoir comment on repère facilement le sens du rotor anticouple).

Maintenant, manche au neutre, poussez la queue de manière à ce que le nez de l'hélicoptère parte sur la gauche. Le servomoteur doit agir et corriger à droite. Si la correction est à gauche, il faudra basculer l'inverseur dans l'autre position. Éteignez la radio et rallumez là pour que la modification soit prise en compte par le gyroscope. Ces différents réglages pourront être sensiblement différents d'un gyroscope à l'autre, aussi je vous conseille fortement de bien lire sa notice d'utilisation.

Bon ! Ça y est ? Vous avez tout compris ? Je l'espère pour vous ! Car j'ai mis un moment pour tout assimiler, vous savez.

Mais comme vous avez bien travaillé, nous allons poursuivre par la partie la plus agréable, qui permettra de concrétiser tout ça... sur le terrain !



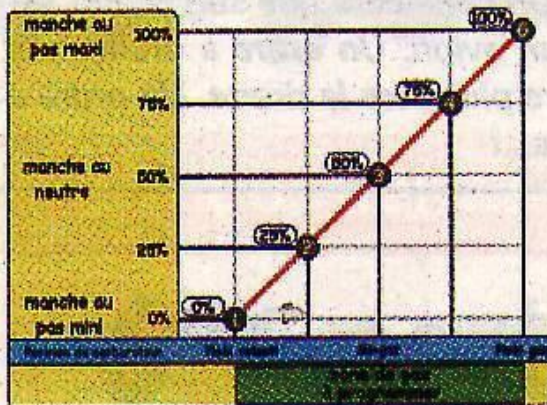


## Résumé pour les réglages

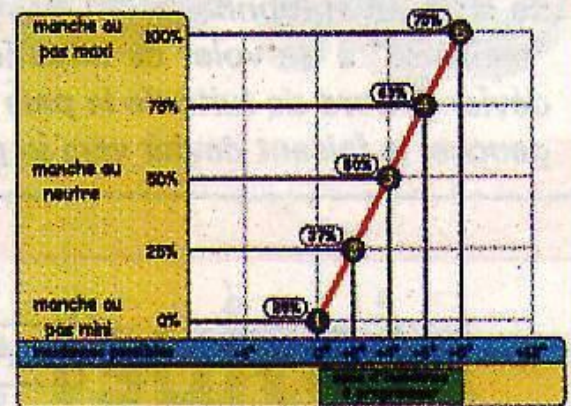
**MODE NORMAL (démarrage moteur et débutants) :**

Position du manche sur l'atterreur	0%	25%	50%	75%	100%
	pas mini		neutre		pas maxi
Pas collectif	0°	+2°	+4°	+6°	+8°
	ralenti		mi-gaz		plein gaz
Ouverture du carburateur	0%	25%	50%	75%	100%

**Le réglage en mode normal permettra dans tous les cas le démarrage du moteur. Il sera le réglage de base du mixage gaz/pas d'une radio commande programmable lorsque les présélections ne seront pas activées. Il permettra à l'apprenti pilote d'apprendre le stationnaire et les premières translations très lentes.**



Courbe de gaz en mode normal



Courbe de pas en mode normal

**Votre montage de commande de pas collectif (servo, tringles, renvoie, tête de rotor) devra donner le pas maximum que l'on utilisera par la suite (-4° à +12°). Les valeurs en pourcentage encadrées près des points 1,2,3,4 et 5 de la courbe, sont celles qu'il faudra inscrire au niveau de la programmation pour chaque position du manche gaz/pas.**

**Si vous ne le faites pas maintenant, il faudra le faire pour la présélection suivante.**

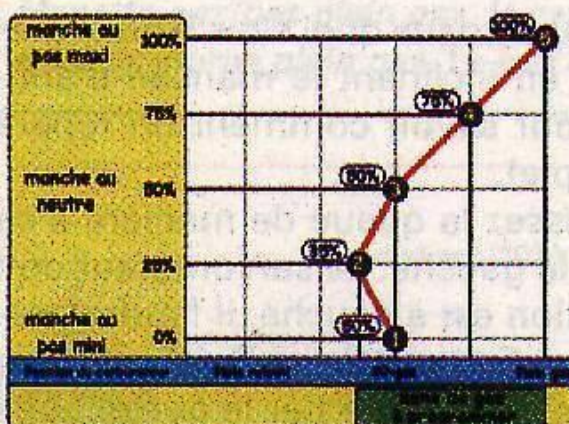
## MODE TRANSITION (translations lentes) :

Position du manche sur l'émetteur	0%	25%	50%	75%	100%
	pas mini		neutre		pas maxi
Pas collectif	-4°	0°	+4°	+6°	+8°
	mi-gaz		mi-gaz		plein gaz
Ouverture du carburateur	50%	35%	50%	75%	100%

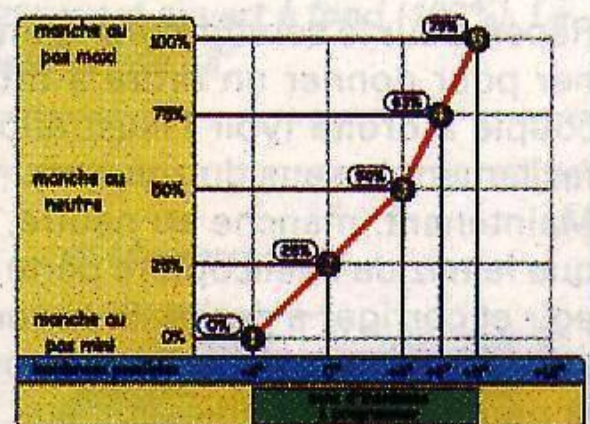
**Le réglage en mode présélectionné n°1 (transition) favorisera le perfectionnement des translations lentes et les débuts de la translation rapide.**

**Le pas mini devient négatif (-4°), avec le même régime moteur qu'en stationnaire (50%), de manière à pouvoir arrêter les translations et perdre de l'altitude dans de bonnes conditions. Pour le pas de 0°, le régime du moteur est baissé aux environs de 35%, de manière à éviter à celui-ci de s'emballer. Les pales offrant le minimum de résistance au moteur à 0° d'incidence.**

**La stationnaire sera toujours obtenu manche au neutre (50%), ce qui ne déroutera pas le pilote au niveau des premières sensations acquises en vol stationnaire et au début des translations lentes.**



**Courbe de gaz en mode transition**



**Courbe de pas en mode transition**

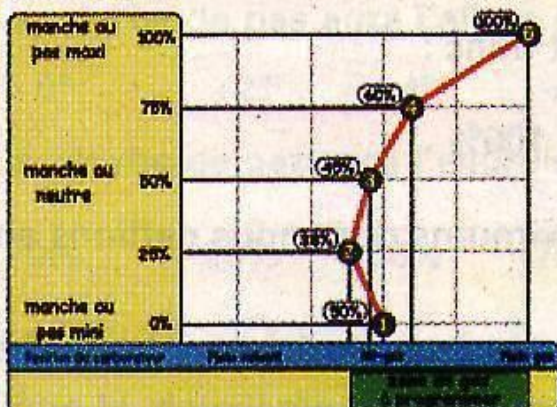
**Avec le mode suivant, c'est un réglage "passe-partout", qui permettra de faire voler des maquettes en toute sécurité. En effet, celles-ci n'étant pas destinées à la voltige en principe, on pourra se contenter de ces courbes de vol.**



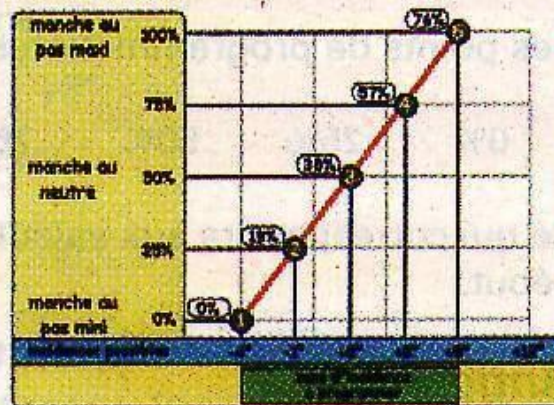
### MODE PERFECTION (translations rapides) :

Position du manche sur l'émetteur	0%	25%	50%	75%	100%
	pas mini		neutre		pas maxi
Pas collectif	-4°	-1°	+2°	+5°	+8°
	mi-gaz				plein gaz
Ouverture du carburateur	50%	38%	45%	60%	100%

**Le réglage en mode présélectionné n°2 sera une évolution pour passer en douceur aux réglages symétriques du mode suivant. On conservera les pas mini et maxi (-4° et +8°), mais le pas de 0° sera plus proche de la position neutre du manche gaz/pas. Le pas collectif variera ainsi de manière linéaire d'un bout à l'autre de la course du manche, avec un intervalle de 2° entre chaque position remarquable du manche (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Le stationnaire sera obtenu avec le manche gaz/pas un peu plus loin que la position neutre, vers le pas maxi.**



**Courbe de gaz en mode perfection**



**Courbe de pas en mode perfection**

**Le stationnaire sera un peu plus plus "chatouilleux" au niveau sensibilité, mais ce sera un passage obligé, pour évoluer vers la voltige poussée.**



#### REMARQUE VALABLE DANS TOUS LES MODES

Il faudra certainement peaufiner les ouvertures du carburateur dans les présélections 1, 2 et 3, car suivant le montage, le poids de l'hélicoptère et la puissance de voire moteur, le régime de celui-ci pourra varier sensiblement au cours des variations du pas collectif. De plus, l'ouverture du carburateur sera rarement parfaitement proportionnelle au régime correspondant.

#### AVIS AUX REBUTANTS

**MOTEUR:** Dès le départ, il faudra impérativement positionner la tringle de commande du carburateur de telle manière à ce qu'elle soit perpendiculaire au palonnier du servomoteur et à celui du carburateur lorsque celui-ci sera ouvert à moitié (50%). Si nécessaire, il faudra desserrer et repositionner celui-ci. La course d'ouverture du carburateur devra correspondre à une plage de réglage de 0 à 100% lorsque celui-ci sera de fermé à ouvert. C'est indispensable pour obtenir une réponse la plus linéaire possible des gaz avec la position du manche gaz/pas lorsqu'il est programmé de 0 à 100%.

**PAS COLLECTIF:** Pour le pas, il faudra monter la tringle de pas collectif de telle sorte qu'il puisse y avoir un débattement maximum d'incidences ( $-4^{\circ}$  à  $+12^{\circ}$ ) de disponible. Ça correspondra à une plage de réglage de 0 à 100% pour les points 1 à 5 (courbes à 5 points). Le réglage voltige 3D ( $-8^{\circ}$  à  $+12^{\circ}$  avec l'autorotation et le  $0^{\circ}$  manche au neutre) pouvant se faire bien plus tard lorsque vous maîtriserez la translation rapide en mode perfection...!

Ensuite, suivant les modes, on pourra programmer pour chaque point les réglages en pourcentage qu'on aura besoin, pour les gaz et pour le pas. Suivant le type de radiocommandes que vous posséderez, vous pourrez programmer tous les modes présélectionnés en une seule fois, et vous en servir le moment venu. Mais les risques de confusion seront réels, et c'est une méthode à déconseiller.

Je vous conseille donc, après le mode normal, de programmer le mode transition en présélection n°1 pour attaquer les translations lentes. Ensuite, suivant votre niveau de pilotage, vous programmez le mode perfection en présélection n°2. Vous pourrez ainsi vous familiariser avec le stationnaire manche décalé... Lorsque vous serez à l'aise dans ce dernier mode, vous programmerez le mode perfection en présélection n°1 (après avoir effacé le mode transition) et programmerez le mode 3D en présélection n°2. Dans ce cas, un réglage des tringles sera à refaire pour accéder aux débattements demandés pour le 3D. Une programmation du mode perfection et autorotation sera à refaire, afin de tenir compte de la modification des débattements disponibles. Le mode autorotation sera programmé dès le mode transition.

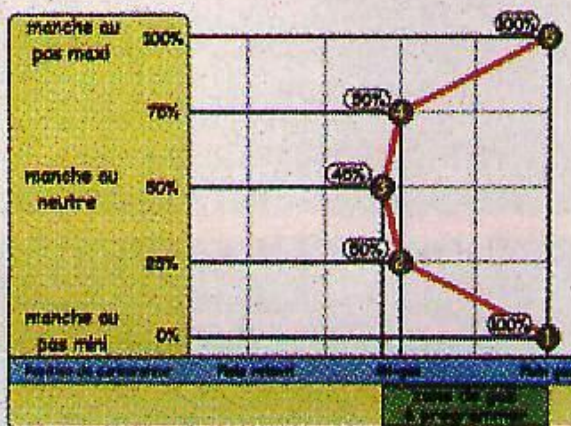


## MODE 3D (voltige et 3D) :

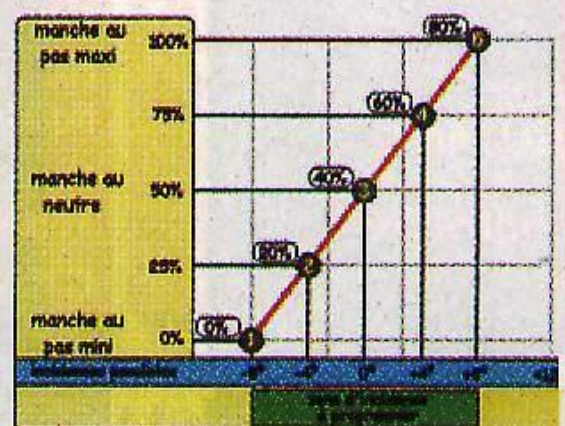
Position du manche sur l'émetteur	0%	25%	50%	75%	100%
	pas mini		neutre		pas maxi
Pas collectif	-8°	-4°	0°	+4°	+8°
	plein gaz	mi-gaz		mi-gaz	plein gaz
Ouverture du carburateur	100%	50%	45%	50%	100%

**Ce réglage symétrique autour de la position neutre du manche permettra l'exécution de figures de voltige complexes et le vol sur le dos. Là aussi, le pas variera de manière linéaire, mais avec un intervalle de 4° entre chaque position remarquable du manche.**

**La sensibilité sera plus grande, la maniabilité aussi ! Le stationnaire sur le ventre sera obtenu avec le manche entre le neutre et le pas maxi (en rouge) ou le pas mini (en jaune), pour le stationnaire dos.**



**Courbe de gaz en mode 3D**



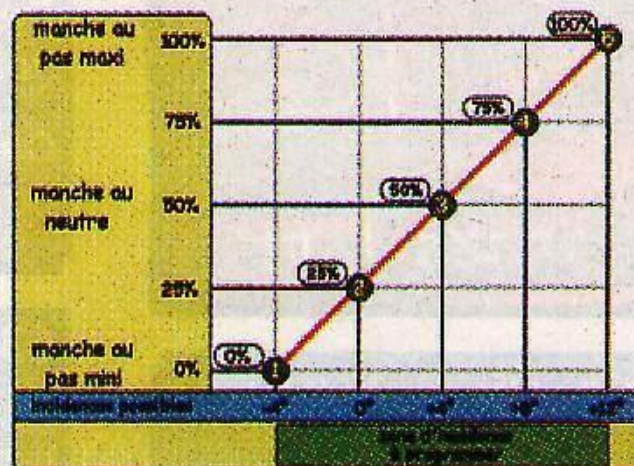
**Courbe de pas en mode 3D**

**Il faudra reprendre le réglage des tringles de pas collectif, pour parvenir à ce réglage. Mais vous devriez avoir acquis assez d'expérience pour que ça ne vous affole plus !**

**AUTOROTATION :**

Position du manche sur l'émetteur	0%	25%	50%	75%	100%
	pas mini		neutre		pas maxi
Pas collectif	-4°	-2°	0°	+6°	+10°
	ralenti	ralenti	ralenti	ralenti	ralenti
Ouverture du carburateur	0%	0%	0%	0%	0%

*Ce mode particulier sera activé dès le mode transition. Il sera enclenché par le basculement d'un interrupteur (sur ON !), dédié uniquement à cette fonction. Le carburateur du moteur sera automatiquement mis dans une position pré programmée par l'émetteur (au ralenti), ou bien à un régime choisi par vous (suivant le type d'émetteur). Pour commencer, il sera préférable de mettre le régime moteur presque jusqu'à mi-gaz. Le manche gaz/pas n'actionnera alors que le pas collectif, suivant une courbe que vous aurez programmée. Vérifiez aussi que le rotor anti-couple prenne une incidence à 0°, lorsque ce mode sera enclenché. Dès que l'interrupteur sera remis dans sa position initiale (sur OFF !), le carburateur reviendra dans la position correspondante à celle du manche gaz/pas, et le rotor anti-couple reprendra son incidence normale.*



**Courbe de pas en mode autorotation**

*C'est dans ce mode particulier que le pas maximum (10° à 12°) sera programmé avec le point 5 réglé à 100%.*



# Septième Partie: 1<sup>ère</sup> Mise En Route

Je rappellerai souvent les consignes de sécurité élémentaires au démarrage (fréquence libre, tenue du rotor, moteur au ralenti pour démarrer, aucun mixage activé, mode normal.), afin que celles-ci soient bien ancrées dans votre servo... heu! Cerveau...

## *7.1 Consignes de sécurité*

Il faudra absolument veiller à ce qu'il n'y ait personne autour de l'appareil lorsque le rotor commencera à tourner. La vitesse des bouts de pales pouvant atteindre les 400 km/h, je vous laisse imaginer les dégâts corporels qu'elles peuvent infliger en cas de rencontre avec n'importe quelle partie du corps.

Aussi il ne faudra pas s'approcher (vous, le pilote) à moins de 5 m de l'hélicoptère rotor tournant, sauf lorsque le moteur sera au ralenti, pour le freiner avec la paume de la main posée sur la partie centrale. Attention dans ce cas aux jambes, aux vêtements qui pendouillent... et à l'antenne de la radiocommande !

Attention aussi aux spectateurs toujours curieux qui ne manqueront pas de s'agglutiner autour de vous, lorsque la machine aura émit ses premiers râles ! Veillez à faire la police et ne pas hésiter à leur dire de se tenir à distance de l'hélico et aussi de vous (attention aux enfants, aux chiens, etc. !).

L'hélicoptère pouvant dévier dans n'importe quel sens au cours du vol stationnaire, la direction du fuselage ne sera pas une indication de sa trajectoire.

Il serait stupide, si des spectateurs sont derrière vous, de reculer lors d'une éventuelle embardée de la machine et de se retrouver derrière les curieux

Faites leur donc part des dangers que peuvent représenter les pales du rotor lorsqu'elles tournent et veillez à ce qu'il y ait qu'une personne au maximum à coté de vous (moniteur, aide psychologique, etc. !).

## *7.2 Procédures de démarrage et rodage*

Votre bébé est enfin terminé, c'est le grand jour !

Il vous faudra quand même vérifier à l'atelier si tout est bien fixé, si l'antenne du récepteur est correctement positionnée dans sa gaine, si toute la visserie est correctement serrée, si la radio fonctionne correctement, si tout est prêt, quoi !

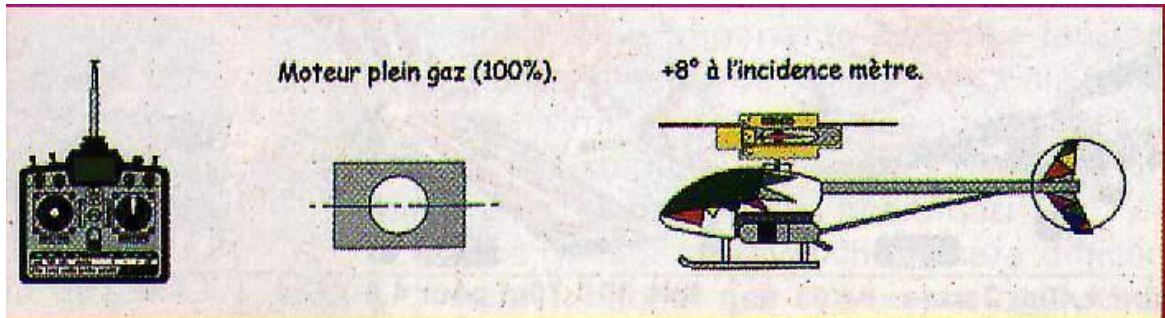
Si vous avez un pilote hélico dans votre club, le mieux est de le faire contrôler par celui-ci.

**IMPORTANT:** Je vous rappelle que les réglages de courbes de gaz et de pas seront en mode normal (pas de présélection), c'est à dire que le manche des gaz fera varier le moteur de ralenti à plein accéléré, et le pas de 0° à 8° (avec le pas mini (0°) moteur au ralenti, et le pas maxi (+8°) moteur plein gaz. Le gyroscope sera aussi en mode normal, c'est à dire sans conservateur de cap.

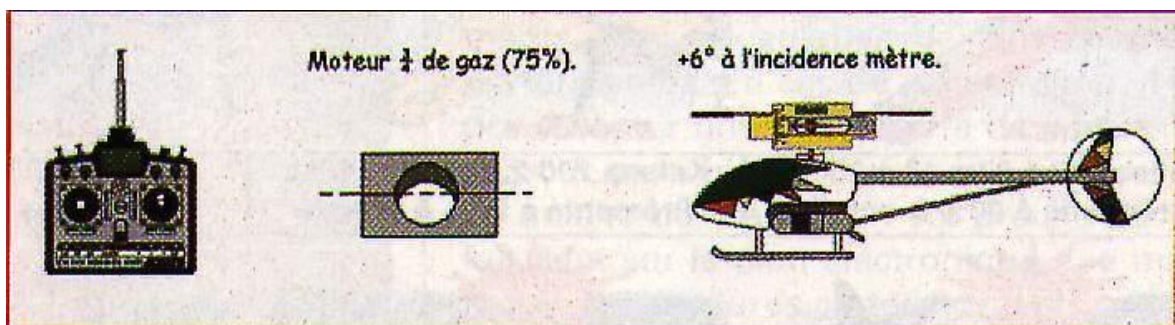


**Réglage du carburateur et du pas collectif en fonction du manche gaz/pas en mode normal.**

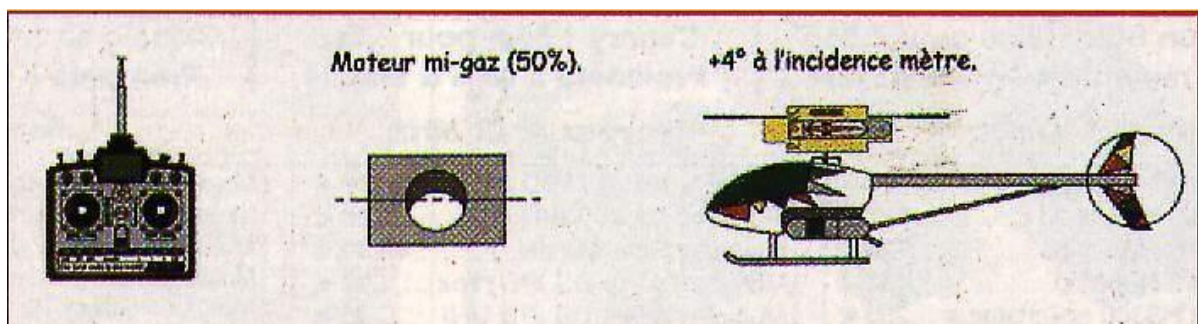
Manette gaz/pas plein gaz (100%), le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de +8°



Manette gaz/pas à 75 %, le carburateur est ouvert au 3/4 (75%). Le moteur tourne entre mi-gaz et plein gaz. Le pas collectif est de +6°



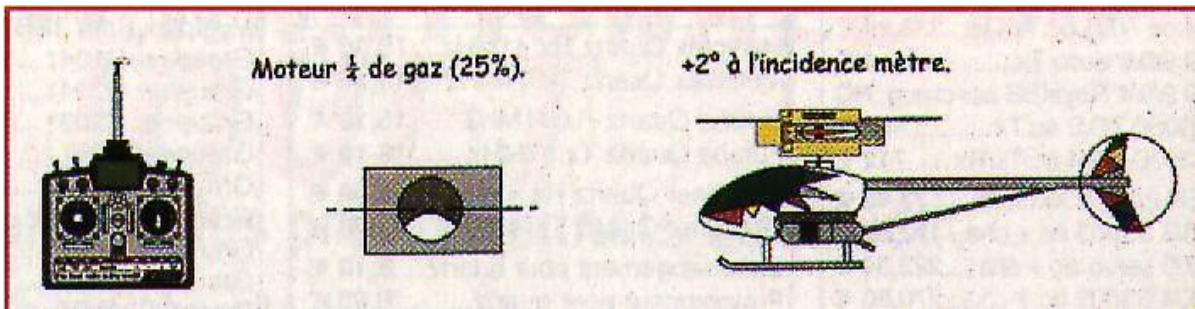
Manette gaz/pas au neutre (50%) le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de +4°. C'est le pas du stationnaire



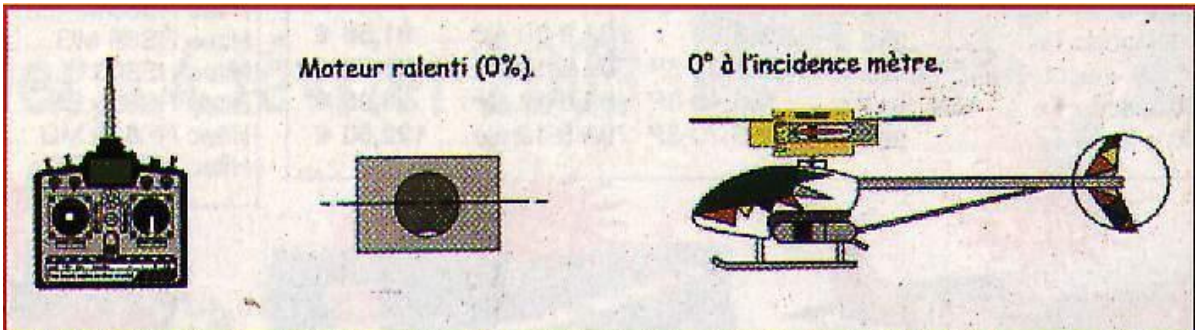




Manette gaz/pas à 250, le carburateur est ouvert entre moitié et ralenti (25%). Le moteur tourne entre mi-gaz et ralenti. Le pas collectif est de +2°.



Manette gaz/pas au "ralenti" (0%), le carburateur est presque fermé. Le moteur tourne au ralenti. On peut le caler au trim. Le pas collectif est de 0°.



### 7.2.1 Arrivée sur le terrain

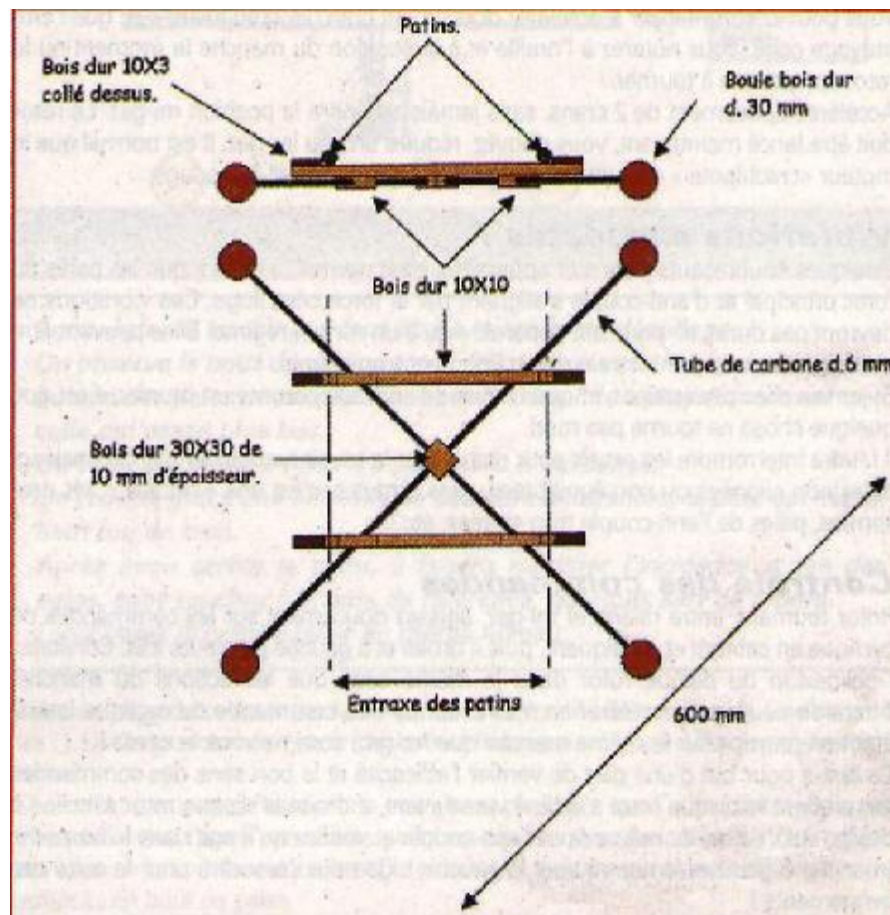
La radio devra avoir ses accus bien chargés avant de venir au terrain (voir chapitre maintenance, plus loin. Assurez-vous de ne rien oublier dans votre caisse de terrain (accessoires de démarrage) et n'oubliez pas le train d'entraînement (cerceau) ! Vos pales seront normalement repliées en arrière sur un support en mousse, permettant le transport de l'hélico sans les démonter.

Attention pendant le transport, de le protéger contre les chocs éventuels.

Fixez votre hélicoptère sur son train d'entraînement avec des élastiques ou des colliers plastiques. Déployez les pales, alignez-les, puis serrez-les raisonnablement.



### Train d'entraînement du type croisillon à boules.



Ce train d'entraînement est prévu pour des hélicoptères de la catégorie 30. Les dimensions seront à ajuster en fonction de la taille de la machine.

#### 7.2.2 Essai radio

Après vous être assuré que votre fréquence est libre (si vous êtes plusieurs pilotes dans un club par exemple), faites un essai de portée radio moteur arrêté, avec l'antenne de l'émetteur sortie d'un brin. La portée devra être d'au moins 75 m, sans frémissements des servos. Toutes les commandes devront fonctionner normalement (faites-vous aider par une autre personne, car à cette distance, on ne voit pas les servos bouger!).

Cet essai pourra se faire chez vous par exemple, car il s'agit de vérifier qu'elle fonctionne correctement, surtout si elle est neuve ou si elle sort de révision.

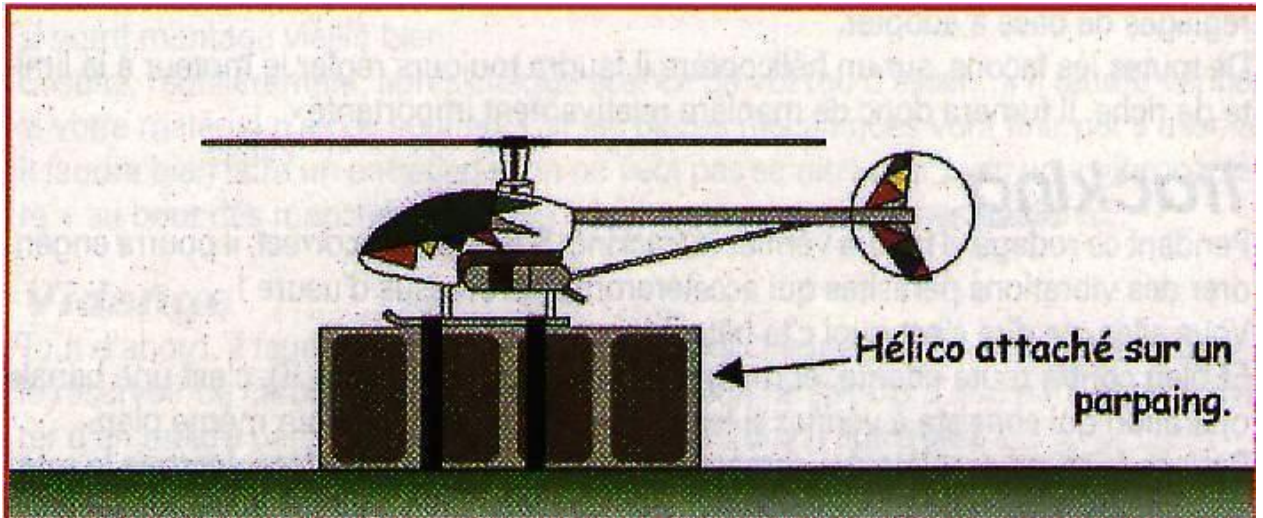
Vous pourrez faire aussi un essai moteur tournant, mais dans ce cas, il faudra attacher solidement son hélicoptère par les patins sur un parpaing, par exemple, afin qu'il ne puisse pas bouger.

L'essai se fera sur une zone dégagée, car le hachoir à viande sera toujours prêt à mordre... Le moteur sera au ralenti, et vous pourrez accélérer lentement presque jusqu'à plein gaz. Un aide se tenant à proximité (pas trop près hein !) pourra vous dire si les servomoteurs frétilent. De toute façon, si c'est celui des gaz, vous entendrez le moteur changer de régime tout seul (avec une accélération du rotor, d'où la fixation de l'hélicoptère ...).



En effet, il se peut, surtout si c'est du matériel d'occasion, que la radiocommande soit défectueuse (servomoteur, faux contact au niveau des prises, de l'interrupteur, etc.), ou qu'un roulement fasse des parasites en tournant. Le problème ne pouvant se révéler que moteur tournant.

#### Essai Radio



Ce montage ne servira pas à tester les capacités d'emport de charges lourdes de votre hélicoptère...! Il permettra uniquement de tester la radiocommande moteur tournant, de manière à déceler un problème dû aux vibrations. Il pourra éventuellement aussi servir à régler le moteur. Evitez un rodage de celui-ci de cette manière, car il ne travaillera pas dans les conditions réelles d'utilisation.

Dans tous les cas, la procédure de démarrage sera identique. Et il faudra respecter les recommandations qui vont suivre au sujet du réglage du moteur, de son rodage, etc... Avec mon premier hélicoptère (Beginner 15 de Graupner), je commençais à maîtriser le stationnaire, j'étais heureux et insouciant...

Tout d'un coup, alors qu'il était à 2 m d'altitude devant moi, il s'est mis à descendre rapidement de 1 m puis s'est arrêté. Je remonte un peu, puis rebelote ! Il redescend encore plus bas... je vais pour le poser, et paf ! Il se pose tout seul violemment... Bilan : 2 pales, un tube de queue... hard !

Ce qui s'est passé, c'est que le mini-servomoteur du pas collectif (pourtant neuf) avait un faux contact, décelable que lorsque le moteur tournait à haut régime. Vache comme panne, non ? Ça peut arriver !

### 7.2.3 Procédure de démarrage

Après avoir fait le plein de carburant, assurez-vous de nouveau que votre fréquence radio est libre, éloignez les curieux, et préparez-vous au démarrage du moteur. Assurez-vous que le pointeau principal du moteur soit ouvert de 2 tours environ (suivant les conseils de la notice).

Préparez votre démarreur, et votre batterie de démarrage.

Allumez la radio et attendez une dizaine de secondes sans rien toucher pour que le gyroscope s'initialise. Un voyant sur celui-ci s'allume à ce moment là, et le servomoteur d'anticouple fonctionne.

Actionnez toutes les commandes une par une, pour vérifier que tout fonctionne correctement.



Vérifiez la position au neutre de chaque trim et positionnez le manche gaz-pas au ralenti avec son trim en position accéléré.

**Important: Positionnez-vous de manière à avoir l'émetteur à portée de main.**

Check-list avant vol.

**\*\*\* AVANT DE DÉMARRER LE MOTEUR. IL FAUT DANS L'ORDRE. \*\*\***

- Déployer les pales, les aligner et les serrer raisonnablement.
- Fixer l'hélicoptère sur son train d'entraînement.
- Faire le plein de carburant (sans noyer le moteur !).
- Jeter un dernier coup d'œil sur l'ensemble de la mécanique afin de s'assurer que toutes les chapes soient connectées (transport), qu'aucune vis ne soit visiblement desserrée (fixation bulle, etc.).

**\*\*\* LORSQU'ON DÉMARRE LE MOTEUR IL FAUT DANS L'ORDRE. \*\*\***

- Vérifier si la fréquence est libre (pince du tableau de fréquence/
- Déployer l'antenne de l'émetteur.
- Mettre la radio en marche, émetteur d'abord, récepteur ensuite.
- Attendre l'initialisation du gyroscope (piézo).
- Contrôler qu'il n'y ait aucune présélection d'activée (mode normal).
- Actionner toutes les commandes pour vérifier qu'elles soient toutes libres et dans le bon sens.
- Positionner l'émetteur à portée de main.
- S'assurer que les trims soient au neutre.
- Vérifier que le manche gaz/pas soit au ralenti avec le trim en position plein gaz.
- Maintenir fermement le rotor d'une main.
- Brancher la bougie... (contact !/.
- Engager le démarreur avec l'autre main...
- Action... (moteur !).

#### 7.2.4 Amorçage du moteur

Vous pouvez maintenant engager le démarreur dans son logement. Ne branchez surtout pas la bougie pour le moment. Mettez le manche gaz/pas plein gaz.

Tenez fermement le rotor par les porte-pales avec une main et tenez le démarreur avec l'autre.

Donnez une ou deux impulsions brèves (de 2 secondes) pour amorcer le moteur.

Regardez si le carburant arrive par la Durit qui va au carburateur. Si ce n'est pas le cas, bouchez (ou faites boucher par une tierce personne) le tuyau d'échappement en même temps que vous actionnez le démarreur. Le résultat est que le réservoir sera mis en



légère surpression par la pression du moteur dans le silencieux, et le carburant ne pourra qu'aller vers le carburateur.

Il faut qu'il y arrive (on voit quelques bulles circuler dans la Durit du carburateur), le bruit du moteur (non démarré !) changeant, et indiquant que celui-ci est lubrifié. De plus, le démarreur accélère, preuve qu'il force moins. N'insistez pas trop, sinon gare au voyage du moteur !

### 7.2.5 Il est noyé

Il se peut que le moteur se noie en faisant le plein du réservoir, ou en insistant trop à l'amorçage. Il peut se noyer aussi si on laisse l'hélicoptère au soleil, le réservoir plein. Le carburant fini par aller tout seul dans le carburateur (réservoir en surpression par la chaleur) ou par la prise de pression du silencieux.

Suivant la disposition du moteur dans l'hélico, ce carburant s'accumule dans la chambre d'explosion par le carburateur ou le silencieux, et noie le moteur.

Lorsqu'on voudra le démarrer, le démarreur forcera, ou ne pourra pas tourner.

N'insistez pas, car vous pourrez occasionner des dommages irréversibles au moteur (bielle tordue ...).

Donc il faudra fermer le pointeau (ou débrancher la Durit du carburateur), démonter la bougie, et faire tourner le moteur au démarreur pour évacuer le surplus de carburant (il sort par l'emplacement de la bougie par giclée...).

N'oubliez pas de tout rebrancher une fois « sec », pour retenter le démarrage !

### 7.2.6 Démarrage du moteur

Lorsque cela est fait, vous pouvez mettre le manche gaz pas au ralenti et brancher la bougie (très important car si le moteur démarrait plein gaz, ce serait la cata... !). En branchant la bougie, il se peut que les servomoteurs « frétilent » un peu. C'est normal ! C'est dû au contact métal sur métal de la pince à bougie sur son connecteur, qui génère quelques parasites.

Refaire tourner le démarreur, toujours par impulsions de 2 secondes environ, et toujours en tenant le rotor. Le moteur doit se faire entendre maintenant. Dès que celui-ci démarre, arrêtez d'actionner le démarreur et retirez-le de son logement.

S'il ne démarre pas, alors que le démarreur tourne correctement, c'est que certainement votre alimentation de bougie ne fonctionne pas correctement (batterie déchargée, mauvais contact du clip sur la bougie, fil coupé, etc.), ou que la bougie est morte (ça arrive !). Dans les deux cas, une vérification du circuit électrique s'impose, après coupure de la radio.

Ça y est, il tourne au ralenti ! Donnez de toutes petites accélérations pour entendre le moteur légèrement accélérer. Ne pas augmenter de plus de 3 crans par rapport au ralenti. L'embrayage collerait, et entraînerait le rotor.

Important: Si jamais pour une raison ou une autre le moteur démarrait plein gaz, dans l'urgence n'hésitez pas à arracher la Durit d'alimentation du carburateur. Le moteur s'arrêtera de lui-même.

Je vous rappelle que vous devez toujours tenir ce rotor.

Débranchez la bougie et constatez que le moteur tourne toujours ! Réglez le trim des gaz pour que le ralenti soit assez bas si nécessaire.

### 7.2.7 Il cale...

Vous débranchez la bougie, le moteur cale... M'enfin !

Plusieurs causes peuvent être à l'origine de ce désagrément! Si le moteur cale parce



qu'il tourne à un régime trop bas, augmentez l'ouverture du carburateur par le trim et retentez le démarrage.

Manche gaz/pas au ralenti, il faut que le moteur puisse tourner sans caler. Le trim doit pouvoir le faire caler en position plein ralenti.

S'il cale en crachant du carburant par l'échappement, il faudra le redémarrer après avoir fermé le pointeau de 2 crans. Si le moteur cale après avoir accéléré un peu tout seul, c'est qu'il est trop pauvre, il faudra ouvrir le pointeau principal de 2 crans.

Le moteur n'est ni rodé, ni réglé. Il faudra être un peu patient pour trouver le bon réglage.

Le pointeau de ralenti est en principe réglé d'usine, il faudra éviter d'y toucher sauf si les symptômes persistent avec le pointeau principal ouvert à moins de 2 tours. Si le ralenti est vraiment trop riche et qu'il cale, fermez d'1/8ème de tour le pointeau de ralenti. S'il accélère avant de caler alors que le pointeau principal est ouvert à plus de 3 tours, ouvrez le pointeau de ralenti d'1/8ème de tour.

Vous pouvez laisser la bougie branchée afin de peaufiner son réglage.

Bon, il a l'air de tenir le ralenti, même s'il est réglé riche. Il cafouillera un peu mais on peut « tenir » le régime en donnant quelques coups de gaz comme précédemment.

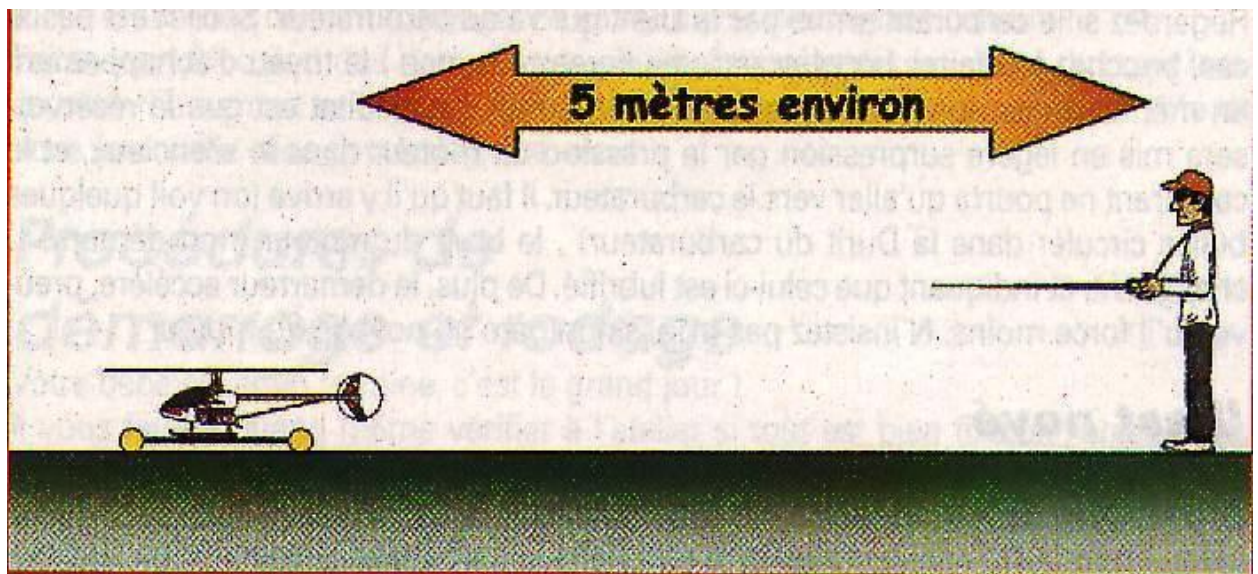
### 7.2.8 Transporter l'hélico moteur tournant

On va pouvoir transporter ou, mieux, faire transporter par les portes-pales, l'hélicoptère jusqu'à un endroit dégagé (herbe rase, ou goudron) sur l'aire d'envol, et le poser au sol face au vent. Surtout ne faites pas tourner le rotor au milieu du parking...

Évitez de le poser sur de la terre ou du sable, car les salissures ne manqueront pas d'apparaître et ne feront pas bon ménage avec cette mécanique de précision

Vérifiez une dernière fois l'alignement correct des pales. Vous reculez maintenant de 4 ou 5 mètres et vous devez avoir la queue de l'hélicoptère dirigée vers vous. Veillez à éloigner les curieux qui ne manqueront pas de regarder cette étrange machine bruyante sans ailes !

#### Sécurité de mise en route



Par précaution, à chaque mise en rotation du rotor, il faudra se tenir à distance de sécurité par rapport à l'hélicoptère (environ 5 mètres). Une rafale de vent, une faute de



pilotage, une panne mécanique ou radio peuvent en effet diriger brutalement l'hélico sur vous.

### 7.2.9 Embraye, ça fume !

Vous pouvez commencer à accélérer doucement cran par cran jusqu'à ce que l'embrayage colle. Vous noterez à l'oreille et à la position du manche le moment où le rotor commence à tourner.

Accélérez doucement de 2 crans, sans jamais atteindre la position mi-gaz. Le rotor doit être lancé maintenant, vous pouvez réduire un peu les gaz. Il est normal que le moteur « crachipote » en fumant, il n'est pas réglé et on est en rodage.

### 7.2.10 Vibrations suspectes

Quelques soubresauts pourront apparaître, c'est normal. Il faudra que les pales du rotor principal et d'anticouple s'alignent par la force centrifuge. Ces vibrations ne devront pas durer et pourront apparaître qu'à un certain régime. Elles peuvent être provoquées aussi par un train d'entraînement trop souple.

Si jamais elles persistent et que l'hélico se secouait comme un prunier, c'est que quelque chose ne tourne pas rond.

Il faudra interrompre les essais pour rechercher la cause (voir le réglage du tracking, pales non alignées ou non équilibrées, axes tordus si c'est une « occase », vis desserrées, pales de l'anticouple trop serrées, etc.).

### 7.2.11 Contrôle des commandes

Rotor tournant, entre ralenti et mi-gaz, agissez doucement sur les commandes de cyclique en cabrant et en piquant, puis à droite et à gauche plusieurs fois. Constatez l'inclinaison du disque rotor dans le même sens que les actions du manche. Attention de ne pas accélérer en même temps ! La commande du cyclique latéral étant en principe sur le même manche que les gaz, comme vous le savez !

Ce test a pour but d'une part de vérifier l'efficacité et le bon sens des commandes (en piquant le disque rotor s'incline vers l'avant, à droite le disque rotor s'incline à droite, etc.). Faites de même pour l'anticouple et vérifiez qu'il agit dans le bon sens (manche à gauche, le nez va vers la gauche). Ça nous rassurera pour la suite des événements.

Si la queue avait tendance à osciller de droite à gauche, diminuez le gain du gyroscope de 5% jusqu'à la disparition de ces oscillations. Il se peut que la souplesse du train d'entraînement favorise quelques oscillations, aussi il faudra peut-être attendre les premiers décollages pour peaufiner ce réglage.

D'autre part, ce test a pour but de « roder » les articulations de la tête rotor.

Faites ces manipulations pendant 5 minutes environ puis calez le moteur avec le manche au ralenti, et le trim au ralenti aussi.

Avant de reprendre les essais, il faudra tout d'abord laisser refroidir le moteur (rodage !), puis surtout vérifier que rien ne se soit desserré, et que toutes les chapes soient encore connectées ou n'aient pas tendance à se faire la malle ! Et puis se sera l'occasion de respirer un grand coup !

Si tout a l'air bien, on pourra redémarrer le moteur en reprenant exactement les mêmes précautions que précédemment. Ce sera de toute façon la procédure classique à adopter pour démarrer un moteur d'hélicoptère, même plus tard, lorsque vous serez plus aguerri !

On ne sera par contre plus obligé d'amorcer le moteur en bouchant le pot d'échappement, ceci étant valable en début de séance lorsque le moteur est sec.



### 7.2.12 Rodage

A titre indicatif, le moteur doit être réglé gras (pointeau plus ouvert pour que le moteur tourne riche) pendant 2 réservoirs complets (par périodes de 5 minutes pour le premier réservoir, puis 10 minutes environ pour le second), en faisant tourner le rotor en dessous de la limite du décollage.

Il tournera vite, en ratatouillant un peu et fumera pas mal. C'est normal ! Le rodage s'effectuera ainsi dans de bonnes conditions.

Petit à petit, on fermera le pointeau d'un cran à chaque fois, jusqu'à que le moteur ne ratatouille pratiquement plus. Il devra être néanmoins légèrement riche, même en fin de rodage, car un moteur pauvre (pointeau trop fermé) ne possédera pas une longévité importante, chauffera beaucoup et calera souvent!

Dans tous les cas, une lecture du mode d'emploi du moteur vous aiguillera sur les réglages de base à adopter.

De toutes les façons, sur un hélicoptère il faudra toujours régler le moteur à la limite de riche. Il fumera donc de manière relativement importante.

### 7.2.13 Tracking

Pendant ce rodage, il faudra vérifier le tracking. S'il n'est pas correct, il pourra engendrer des vibrations parasites qui accéléreront le processus d'usure !

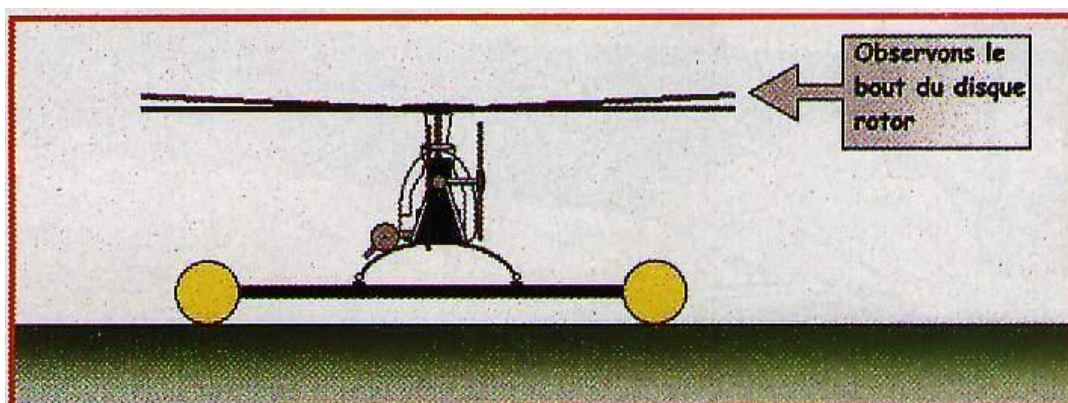
Vous allez me dire c'est quoi c'te bête ?

Et bien contre toute attente, et malgré ce nom qui fait très pro (c'est une banale opération qui consiste à vérifier si les deux pales tournent sur un même plan.)

Pour ce faire, on accélère doucement jusqu'à la limite du décollage, lorsque le rotor commence à sustenter l'appareil. On voit très bien l'hélicoptère devenir très léger sur son train d'entraînement. Il a comme envie de se soulever, et a presque tendance à glisser latéralement ou longitudinalement. Surtout ne pas mettre plus de gaz, il pourrait décoller.

En se mettant à genoux à distance raisonnable (4 ou 5 mètres de l'hélico), on vérifiera en portant son regard sur l'extrémité du disque rotor, que les deux pales passent au même endroit. Attention en se baissant de ne pas bousculer un des manches de la radio, ça pourrait vous faire drôle, du style il passe plein gaz, décolle de 10 mètres, et retombe sur quelqu'un ! Il faut être très vigilant ! (Je sais, je suis pessimiste !).

#### Réglage Du Tracking







Pour régler le tracking, il faut être à la limite du décollage. On observe le bout du disque rotor. S'il y a une certaine épaisseur, c'est qu'une des pales passe plus haut que l'autre. Elle a plus d'incidence que celle qui passe plus bas.

Ou celle qui passe en bas n'a pas assez d'incidence. On repère, grâce aux adhésifs de couleurs différentes, la pale qui est en haut (ou en bas). Après avoir arrêté le rotor, il faudra modifier l'incidence d'une des pales, sans toucher à la pale de référence, qui nous sert de repère. Les 2 pales doivent passer au même niveau.

Donc on regarde ce rotor par la tranche, (ou on le fait observer par quelqu'un d'autre !). Le disque rotor doit avoir idéalement l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarette ! Si ce n'est pas le cas, c'est qu'une pale passe plus haut que l'autre, donc elle a plus d'incidence (ou l'autre pale passe plus bas, elle n'a pas assez d'incidence !). Il faudra dans ce cas vérifier laquelle est la plus haute, grâce aux couleurs différentes des adhésifs en bout de pales.

Puis après avoir arrêté le rotor et le moteur (je ne vois pas comment on pourrait faire autrement !), on règle la chape de commande de l'incidence de la pale correspondante. Comme nous avons une pale de référence qu'il faudra éviter de dérégler (celle qui nous sert à régler l'incidence), on corrigera l'autre.

Si elle est plus basse, il faudra déconnecter sa chape de commande d'incidence, la visser ou la dévisser d'un demi-tour à la fois suivant qu'il faille augmenter ou diminuer son incidence. Réfléchissez bien au sens de rotation, celui-ci pouvant être inversé d'une machine à l'autre, suivant que la commande « attaque » le porte pale par devant ou par derrière (Ouh le vilain... !).

Plusieurs essais seront peut-être nécessaires pour arriver à un résultat correct, mais ça nous permettra de laisser refroidir la mécanique et de contrôler la tête rotor.

Si vous possédez des pales en bois, il se peut que le tracking soit bon un jour et mauvais le lendemain ! C'est dû au matériau (le bois) qui se déforme légèrement avec l'humidité ou la température ambiante. Avec des pales en fibre, ça ne bouge plus en principe.

Malgré tout, si le tracking n'est pas parfait, ce n'est pas trop grave. Mais il ne faut pas qu'il y ait une épaisseur de disque rotor de plus de quelques millimètres en bout de pales.

En cas de démontage des pales, il faudra repérer le porte-pale de la pale de référence afin des les appairers. Le but étant de pouvoir remonter la pale sur son porte pale. Sinon, le réglage du tracking sera probablement à refaire.

### ***7.3 Maintenance, entretien du matériel***

Nous allons parler maintenant d'une chose qui est primordiale en hélico : la maintenance.

Ces séances pourront se dérouler en plusieurs fois, ce qui permettra, entre deux d'entre elles, de vérifier si rien n'a bougé. Bien entendu, si votre matériel est neuf, il n'aura pas tout de suite les symptômes d'un usage intensif ! Mais il faudra vérifier si votre montage vieillit bien.

Ensuite, régulièrement, après chaque séance de vol (ou d'essai ...) il faudra vérifier si votre matériel n'a pas souffert. Car les pièces mécaniques vont finir par s'user et il faudra bien faire un entretien si on ne veut pas se retrouver avec un « vibrocoptère » au bout des manches, prêt à se désintégrer en perdant ses boulons...



### 7.3.1 Vidange

Tout d'abord, il faudra prendre l'habitude, après chaque séance de vol, de vidanger le réservoir de carburant pour éviter la formation de dépôts d'une part et pour éviter d'en mettre partout dans la voiture ou chez vous d'autre part !

Évitez de toucher aux pointeaux (plein gaz et surtout ralenti) sans nécessité.

Ou alors comptez le nombre exact de tours (les quarts et les huitièmes de tours compris !) en le fermant à fond, puis dévissez-le pour le sortir. Ainsi, vous pourrez retrouver facilement son réglage en le revissant à fond et en dévissant du nombre de tours que vous aurez ... comptés !

### 7.3.2 Nettoyage

Ensuite vous pourrez faire un premier nettoyage rapide (bulle, pales, pot d'échappement, patins, etc.) sur le terrain, mais à l'atelier une autre visite plus poussée vous attendra.

Un nettoyage minutieux avec un chiffon propre et de l'alcool à briller permettra d'enlever les traces d'huile sur l'ensemble du châssis, et sur la mécanique et de l'inspecter du même coup.

### 7.3.3 Serrage, jeux

Après un nettoyage minutieux donc, on vérifiera le serrage de toute la visserie sans trop forcer pour ne pas casser les collages (renvois, palonniers, fixation moteur, carburateur et silencieux, servomoteurs, poutre de queue, bagues de tête de rotor, train d'atterrissage, etc.).

On vérifiera l'état des chapes et des tringleries, et de manière générale si des jeux ne sont pas apparus ou n'ont pas évolué sur l'ensemble des articulations.

On contrôlera les jeux entre les pignons des transmissions. Si un engrenage prend du jeu, il faudra essayer de le rattraper (le jeu, pas l'engrenage !) en intercalant une fine rondelle sur son axe, pour le rapprocher de l'autre engrenage. Si les dents sont bouffées (pointues), il faudra le changer.

Si un roulement prend du jeu ; il faudra aussi le changer. En effet, outre le fait que mécaniquement, un roulement ayant du jeu fera du bruit et ne remplira plus sa fonction, il générera des parasites électriques, qui pourront perturber la radiocommande (métal sur métal, vous savez ?) !

Pour les chapes, pareil ! Sinon, elles provoqueront un flou au niveau de la commande, et pourront se déboîter toute seule... Ça fera désordre ! Sollicitez les axes (portes-pales, rotor ou anticouple) pour vérifier s'il y a du jeu. Il n'en faut aucun.

Il faut absolument réduire les risques de casse stupide dû à un élément mécanique non entretenu.

On vérifiera aussi s'il n'y a pas de fuite au niveau du joint du pot d'échappement (mauvaise pressurisation). Changez ce joint le cas échéant.

### 7.3.4 Lubrification

On lubrifiera le plateau cyclique et l'arbre du rotor, ainsi que les différents renvois, articulations et coulisseaux de la tête de rotor et de l'anticouple.

On veillera aussi au graissage des engrenages enfermés dans leurs boîtes. Cette dernière opération pourra se faire une fois sur 2 ou 3 séances.



## 7.4 Divers

On contrôlera aussi la tension et l'état de la courroie de transmission, s'il y en a une. Un coup d'œil sur les poulies permettra de déceler toute trace d'usure (dépôt de poussière indiquant un frottement anormal).

Un coup d'œil sur le réservoir et ses tuyauteries permettra de vérifier l'absence de craquelures et de fuites.

On regardera aussi si les cordons électriques de la radio et le fil d'antenne n'ont pas tendance à se couper en frottant sur la structure, s'ils n'ont pas tendance à se débrancher, et si cette radio ne sort pas de sa protection en mousse.

Si ces opérations peuvent paraître fastidieuses, leur but sera de veiller au vieillissement correct de la mécanique et de déceler la moindre anomalie. Sur un hélicoptère, ça ne pardonne pas. Si une vis n'est pas correctement freinée et serrée, elle se desserrera un jour ou l'autre et généralement en vol ! Si une chape prend du jeu, il faudra la changer. Car elle pourra lâcher en vol en cas de correction musclée, ou de contrainte sévère (voltige).

Par exemple, sur mon Raptor 30, j'ai la deuxième partie du pot d'échappement qui est fixée avec une longue tige filetée et un écrou frein. Au cours du 25<sup>ème</sup> vol, le frein de l'écrou a fini par fondre (plastique) par la chaleur du pot, et celui-ci a pris la poudre d'escampette, pendu par la Durit de pressurisation ! Le réservoir n'étant plus pressurisé, le moteur a calé (en vol bien sûr !). Heureusement, j'étais presque en stationnaire à 15 m d'altitude environ, et j'ai ainsi fait ma première autorotation involontaire! (sans bobo, merci !). Du coup, j'ai collé cet écrou à l'époxy !

Et récemment, en entretenant mon hélico, je me suis aperçu qu'un hauban du tube de queue était craqué au niveau d'une de ses pattes de fixation côté fuselage. Si je n'avais pas tout vérifié, il aurait pu se casser en vol, et partir dans le rotor anticouple. Inutile de vous expliquer les conséquences...

## 7.5 Propreté

Il faudra veiller à un état de propreté absolu si possible. Ainsi le moindre défaut vous sautera aux yeux.

Votre merveille attirera ainsi plus facilement les regards envieux de vos collègues ! Et puis ça fera plus sérieux et elle inspirera plus confiance ! Vous aurez encore plus de plaisir à prendre les commandes d'une belle mécanique propre et bien entretenue. Elle fera votre fierté dans l'atelier et sur le terrain (faudra pas choper la grosse tête non plus, hein !).

## 7.6 Accus

Pour terminer la maintenance, n'oubliez surtout pas de recharger vos accus radio (émetteur et récepteur), pendant toute la nuit (14 heures de charge environ en charge normale) précédant la séance de vol.

Si ce sont des accus à charge rapide, il faudra consulter la notice du chargeur.

Il est conseillé de les décharger au moins une fois par mois, jusqu'à une certaine tension avant de mettre en charge, si ce sont des accus au cadmium-nickel.

C'est pour éviter ce qu'on appelle l'effet mémoire, n'étant généralement pas «habitué» à restituer toute leur réserve de courant au cours d'une séance de vol. En les déchargeant avant de les recharger, on maintient leur capacité à restituer le courant emmagasiné.

Il existe dans le commerce des chargeurs d'accus automatiques se branchant entre le chargeur et l'accu lui-même.

Certains chargeurs possèdent cette fonction intégrée.



## Huitième Partie: Premiers Stationnaires

Vous avez vidé au moins 2 réservoirs complets en plusieurs fois, vous commencez à vous familiariser avec les procédures de démarrage, et votre hélicoptère a l'air de bien se comporter ? Le contrôle de Cracking et de maintenance s'est bien passé, et le moteur commence à être réglé et rôdé ? En plus, vous avez confiance en vous ! On ne va pas s'éterniser et on va pouvoir commencer à essayer de le faire décoller, et de le maintenir en stationnaire...

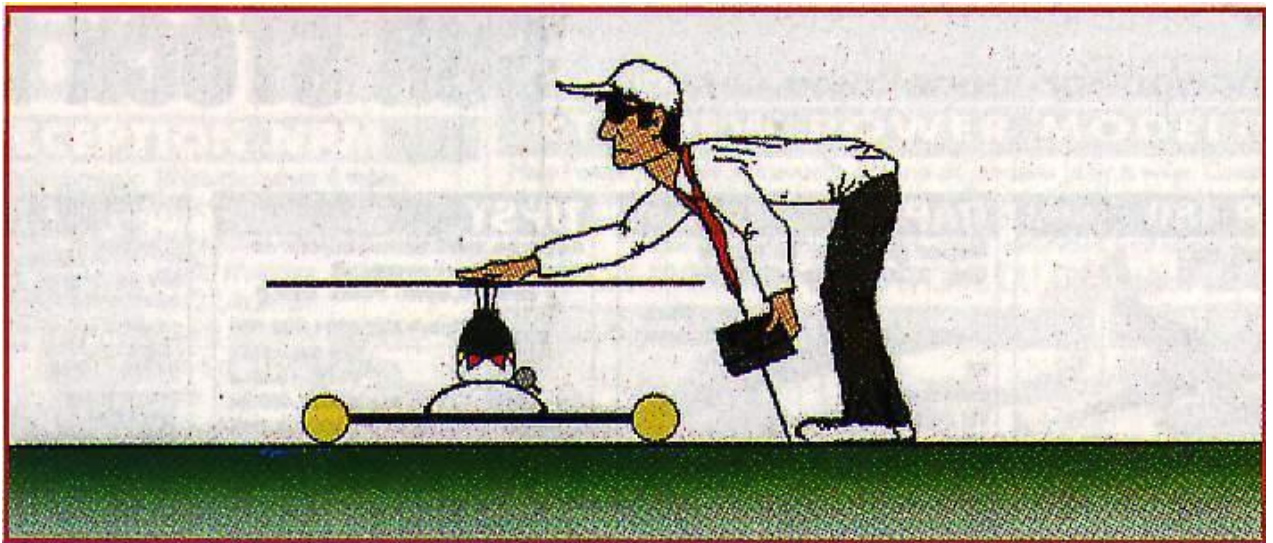


Toujours en mode normal, vous procédez au démarrage en prenant les mêmes précautions que précédemment. Vous posez votre hélicoptère sur son aire de décollage face au vent, et vous reculez de 5 à 6 mètres, derrière lui.

Vous accélérez doucement pour embrayer le rotor. Une fois celui-ci lancé, vous continuez doucement à accélérer cran par cran, jusqu'à ce que le manche gaz/pas atteigne sa position «presqu'au milieu ». Le moteur et le rotor tournent de plus en plus vite. Repérez l'instant où votre bébé commence à vouloir s'affranchir de l'apesanteur et essayez de le maintenir dans cet état, sans décoller. S'il veut décoller, ralentissez de suite de quelques crans sans s'affoler ! Habituez-vous tout de suite à ne pas couper les gaz d'un coup, mais plutôt à baisser calmement cran par cran le régime du moteur. Il va falloir corriger les trims. Vos talents d'observateur vont être soumis à rude épreuve, car à partir de maintenant, il ne faudra plus lâcher votre bébé des yeux.



### Freinage Du Rotor

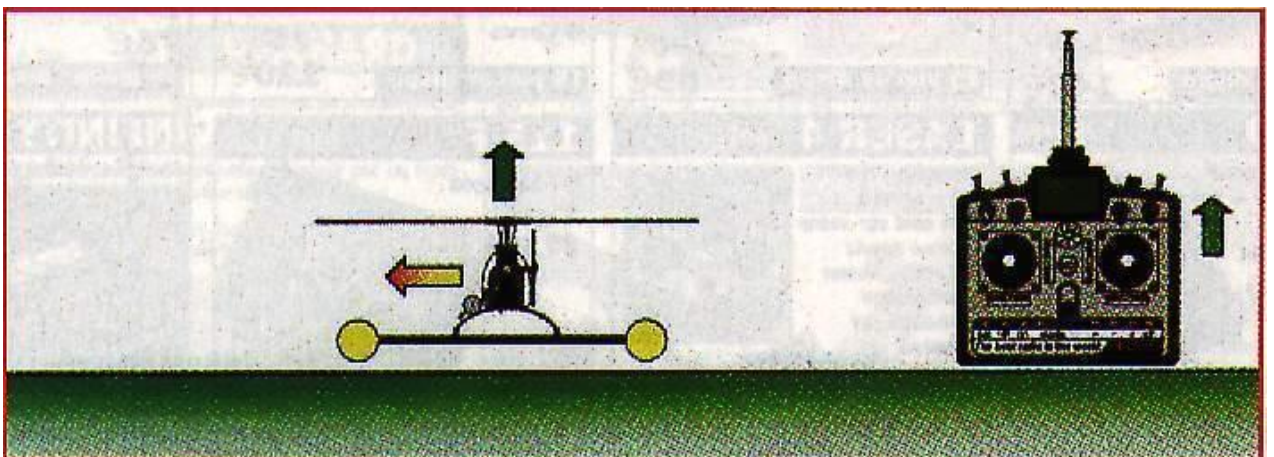


Pour arrêter le rotor lorsque le moteur tourne au ralenti, il faut freiner à l'aide de la paume de sa main. Attention à ne pas se prendre les vêtements ou la sangle de la radio dans les pales.

### **8.1 Corrections Des Trims**

S'il tourne sur son axe de lacet (ce qui va certainement arriver), il faudra corriger d'abord au manche, puis au trim le rotor anticouple s'il continue.

### Premiers stationnaires



A la mise des gaz, il se peut que l'hélico glisse latéralement à plat sur la gauche pour un rotor tournant à droite (sens horaire vue de dessus).

Si le nez part à gauche (pas la queue, le nez !) il faudra mettre du trim (de la commande d'anticouple) à droite, et inversement au lieu de maintenir le manche d'anticouple d'un côté ou de l'autre.

Il faudra impérativement faire ces essais nez au vent (celui de l'hélico, pas le vôtre, ce n'est pas le moment ! !), car notre bébé aura toujours tendance à faire la girouette et se remettre de lui même le nez au vent.



De même si le moteur ratatouillait, il pourrait créer des variations de couple que le gyroscope aura du mal à amortir, d'où des coups de queue intempestifs.

Lorsqu'enfin ce réglage sera trouvé, on regardera maintenant si notre hélico n'a pas tendance à glisser ou à s'incliner latéralement ou longitudinalement. Un réglage au trim de la commande correspondante sera nécessaire.

Si le nez veut se soulever par exemple, il faudra mettre un peu de trim à piquer au lieu de pousser le manche de profondeur et inversement. Quelques crans suffisent généralement, sinon c'est que votre plateau cyclique n'est pas parfaitement horizontal lorsque les manches sont au neutre, ou bien que le cerceau modifie le centrage de votre machine. Rectifiez les neutres ou le centrage pour que tout soit parfait.

## Inclinaison normale

Toutefois, pour le réglage latéral, il faudra tenir compte du fait qu'un hélicoptère ne décollera jamais parfaitement à plat sans glisser latéralement. Ou alors, il faudra qu'il soulève d'abord les patins d'un côté (donc qu'il soit légèrement incliné) pour décoller à la verticale. Et en stationnaire, il sera toujours légèrement incliné à droite pour un rotor tournant dans le sens horaire ou à gauche pour un rotor tournant dans l'autre sens.

Pourquoi, me direz-vous ?

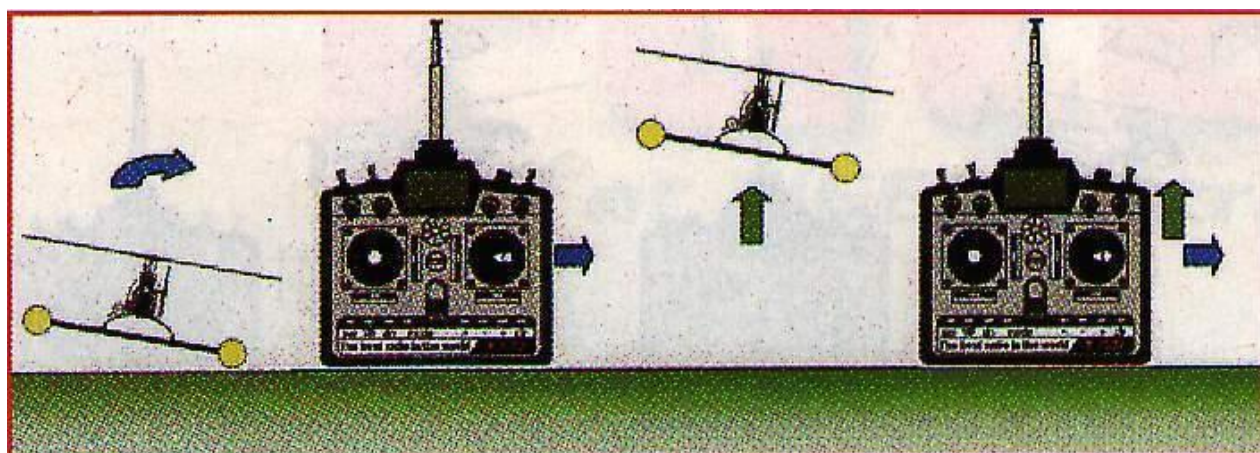
L'explication est toute simple ! Ce phénomène est dû au rotor anticouple.

En effet, si par exemple le rotor principal tourne à droite (sens horaire vue de dessus), le rotor anticouple est positionné à droite de l'hélicoptère pour que son action soit optimisée. Il souffle donc du côté droit de la queue pour contrer le couple de rotation du fuselage. Le résultat est que le fuselage ne tourne plus, il est en équilibre. Mais l'ensemble est poussé vers la gauche par son souffle. 'hélicoptère dévie donc vers la gauche, il glisse à plat.

Pour contrer ça, on est obligé de le maintenir légèrement incliné à droite. Ça évite ce glissement latéral. Si le rotor tourne à gauche, il faudra l'incliner à gauche pour décoller.

C'est la raison pour laquelle un hélicoptère sera toujours plus ou moins incliné au décollage et en stationnaire.

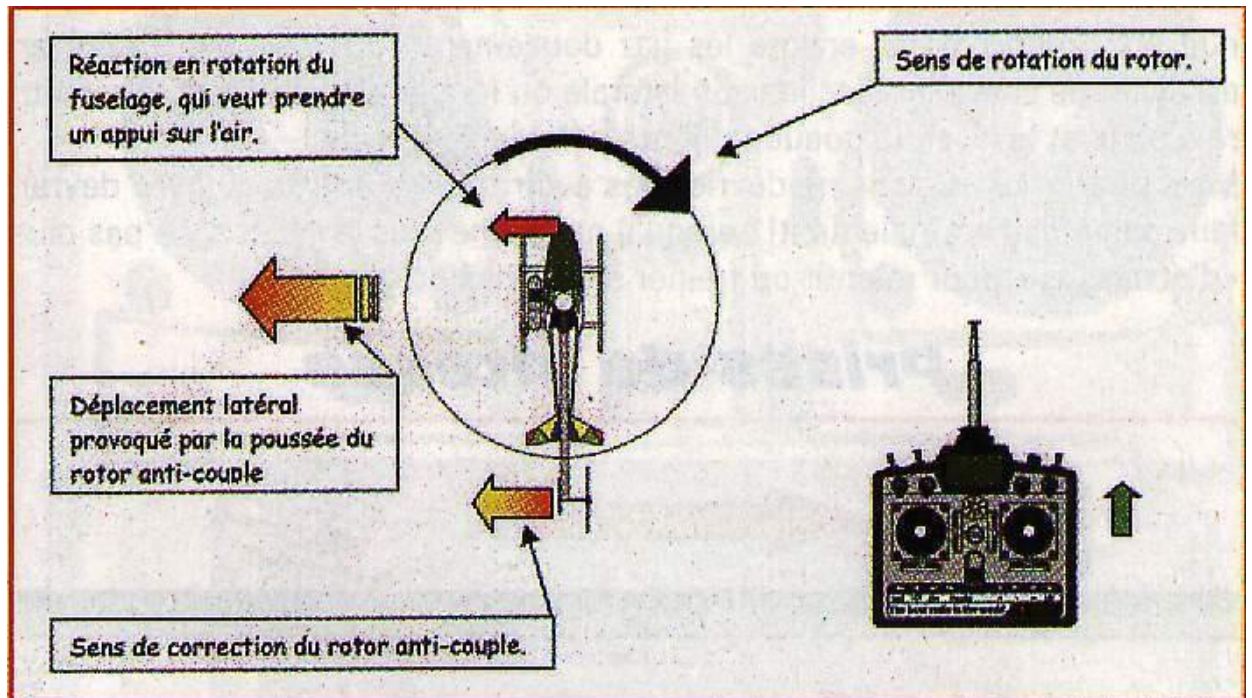
Donc dans le cas d'un rotor tournant à droite, l'hélicoptère devra décoller en étant légèrement incliné à droite en soulevant légèrement son patin gauche de l'ordre de 1 à 2 cm (avec un bref ordre à droite à l'aide du manche de cyclique latéral). Il faudra en tenir compte à chaque décollage, et aux corrections de trims.





Corrections à faire avec le manche de cyclique latéral :

- 1 - Il faudra l'incliner un peu à droite et soulever légèrement les patins gauches juste avant le décollage.
- 2 - Une fois incliné, on met encore plus de gaz et il décollera légèrement incliné à droite, mais sans glisser. Ce phénomène est plus ou moins accentué suivant le type de machine. Le stationnaire sera obtenu avec un hélicoptère légèrement incliné à droite. Pour un rotor tournant à gauche, l'inclinaison sera à gauche.



Pour un rotor tournant à droite (sens horaire), entraîné par le moteur.

- Considérons un hélicoptère en stationnaire.
- Le fuselage tend à tourner en sens inverse du rotor principal, il a un couple de rotation.
- Le rotor anticouple fait son boulot, en contrant ce couple.
- Le fuselage ne tourne plus, et reste droit.
- La poussée du rotor anticouple provoque un déplacement latéral vers la gauche du fuselage, de manière plus ou moins prononcée.
- Pour annuler ce déplacement latéral, on doit incliner un peu l'hélicoptère à droite.
- Ainsi, l'hélicoptère ne se déplace plus latéralement.

Pour un rotor tournant à gauche, ce sera l'inverse. Le déplacement se fera à droite.



### 8.1.1 Patience

Sans jamais dépasser la limite du décollage, réglez les trims en vous y reprenant en plusieurs fois s'il le fallait, pour que l'hélicoptère soit le plus neutre possible. Il aura quand même tendance à glisser un peu du fait qu'il est sur un coussin d'air (on dit qu'il est dans l'effet de sol). Veillez en même temps à ce que le moteur tourne correctement en commençant à peaufiner ses réglages (fermeture du pointeau principal de 1 à 2 crans).

Habituez-vous à accélérer doucement jusqu'à la limite du décollage, à régler les trims, puis à ralentir doucement le moteur. Réglez le moteur s'il ratatouille encore (pointeau), vous devriez vous rapprocher du bon réglage de celui ci.

### Repositionnement

Si au cours de ces tentatives l'hélicoptère a modifié sa position au sol (ce qui ne manquera pas d'arriver !), mettez le moteur plein ralenti, attendez que le rotor ralentisse et freinez-le doucement avec la paume de la main en faisant attention de ne pas l'accrocher avec les jambes, la sangle de la radio, ou un vêtement qui pendouille... Ensuite, remettez votre machine dans sa position initiale.

Reprenez vos distances avec la bestiole et remettez en route le rotor comme indiqué précédemment.

Essayez de toujours maintenir la queue pointée vers vous en vous déplaçant ou en donnant quelques ordres et en réglant le trim de la commande de l'anticouple. Il sera plus facile ainsi par la suite de savoir dans quel sens faire les corrections des autres commandes. Par exemple il glisse ou s'incline à gauche, je mets le manche du cyclique latéral un peu à droite, point barre ! Il veut partir en avant, on tire en arrière le manche de profondeur sans réfléchir

Ça y est ! Les trims ont l'air correctement réglés, et le moteur tourne à peu près correctement, sans ratés.

Habituez-vous à ces exercices, en vidant un réservoir par exemple, en plusieurs fois. La tension nerveuse est généralement assez importante, et vous avez le droit d'arrêter le moteur de temps en temps pour souffler un peu ! Ça vous entraînera aux procédures de démarrage et de mise en route. On va en profiter pour peaufiner le réglage des trims.

### 8.1.2 Réglage des chapes

Ce réglage pourra se faire à l'atelier, si vous n'avez pas modifié les positions de trim au cours du transport.

Les trims n'étant plus au neutre (puisqu'on les a déplacés pour les réglages), il va falloir régler les chapes au niveau des servomoteurs (lacet, tangage ou roulis) ou du plateau cyclique pour les remettre au neutre. Repérez la position du palonnier du servomoteur de la commande correspondante, et mettez le trim de cette commande au neutre.

Déconnectez la chape et vissez (ou dévissez) la, jusqu'à ce quelle tombe en face de sa fixation. S'il ne reste que 2 filets de tige filetée dans la chape, il faudra la remettre dans sa position initiale et régler à l'autre bout de la tringle. Eh oui, ça risque de ne pas tenir sinon ! Si des deux cotés le filetage restant dans la chape sont ridicules, c'est que quelque chose ne va pas. Changez la tige le cas échéant.

Pour l'anticouple, si le servomoteur est fixé sur la poutre de queue, on pourra déplacer celui-ci en desserrant sa fixation et en le faisant coulisser sur la poutre. On évite ainsi de dérégler les chapes et la position des palonniers.





### 8.1.3 Remettre les trims au neutre

Le trim au neutre est un repère de position facile à mémoriser sur l'émetteur. Ainsi, à chaque essai, un coup d'œil sur ceux-ci nous renseignera sur leur position neutre. Si par exemple vous laissez les trims de profondeur 3 crans à cabrer et 2 crans à gauche, et que votre machine soit bien réglée ainsi, et si en manipulant l'émetteur vous déréglez cette position, vous ne serez pas sûr de leur bon emplacement (j'avais le trim à droite ou à gauche la dernière fois, pour que ça vole droit?)

Donc il est important de régler les chapes et de remettre les trims au neutre sur l'émetteur.

Plusieurs tentatives seront peut-être nécessaires, mais c'est une étape importante qu'il faudra éviter de sauter. Sinon, tout sera à refaire à chaque fois. Je ne dis pas que ce réglage est définitif, il pourra varier d'un cran ou 2 d'un jour sur l'autre mais pas plus. S'il fallait reprendre ce réglage à chaque fois de manière importante, c'est que quelque chose ne va pas (une tringle se dévisse, une chape a son filetage qui commence à foirer, un palonnier de servomoteur est mal vissé, une soudure de tringle est mal faite, etc.). Il faudra en rechercher la cause le plus rapidement possible. Sinon, ça pourra être la cata...

Ne nous éternisons pas quand même là-dessus, et passons à l'étape suivante

## 8.2 Décollage

Après toutes ces péripéties, qui peuvent s'étaler sur plusieurs séances (ça permettra au moteur de se roder, il faut y penser !), avec les opérations de maintenance décrites plus haut, on va pouvoir passer à une étape riche en émotions : le décollage !

Faites le plein de carburant et de courage (!), et mettez en route sans oublier les procédures de démarrage. Si je rabâche un peu, c'est qu'avec l'habitude, on a tendance à prendre moins de précautions, à oublier un peu les règles les plus élémentaires. Et c'est là que les accidents peuvent arriver ! Donc attention !

Alors on se retrouve avec notre hélicoptère positionné la queue dirigée vers vous, sur son aire d'envol, face au vent, moteur tournant, tous les trims au neutre (...), et avec personne autour ! Vous êtes toujours à 5 ou 6 m derrière et vous accélérez doucement pour embrayer le rotor.

Vous atteignez la position du manche où l'hélicoptère commence à vouloir glisser et là, le palpitant commence à s'emballer !

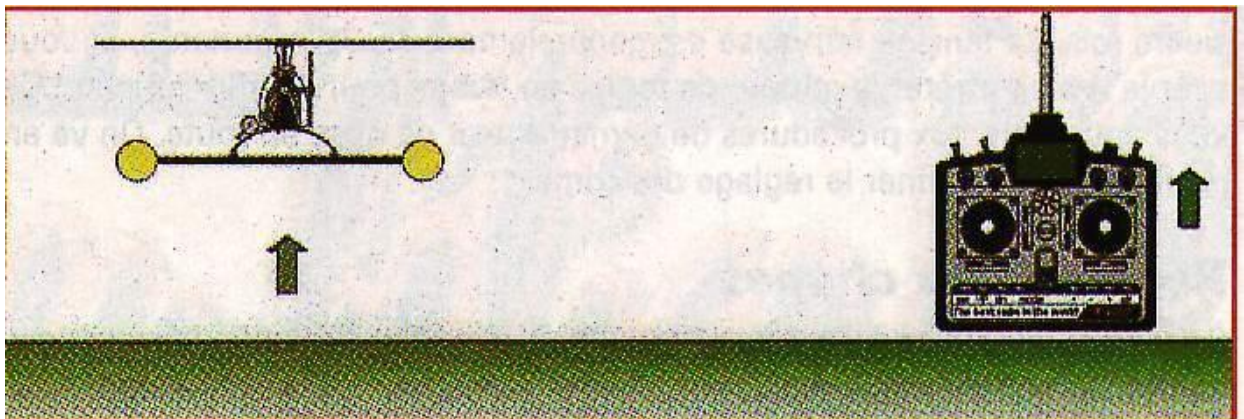
Du calme, ralentissez le moteur et soufflez un grand coup

Reprenons ! Vous remettez doucement les gaz, l'hélicoptère glisse un peu, vous corrigez aux manches par des ordres très faibles et surtout non maintenus (de l'ordre de 5 mm de déplacement de manche, jamais à fond, compris ?). Il faut donner des tops sur les manches, dans le bon sens. C'est là toute la difficulté !

Vous commencez à sentir que les corrections faites aux manches agissent sur votre machine ! C'est une sensation très curieuse, n'est-ce pas ? Bon, mais avec tous ça, vous allez me dire qu'on n'a toujours pas décollé ! Patience ! Il ne faut pas être pressé !

### 8.2.1 Allez, hop !

Ça y est, il a l'air stabilisé, et n'a pas envie de bondir latéralement ! Allez, un cran ou deux en plus sur le manche des gaz, et notre ami soulève un coté du cerceau ! Normal ! Pas d'affolement, on a vu pourquoi tout à l'heure !



Premier stationnaire à 20 cm du sol environ :

Il faut accélérer doucement jusqu'au décollage. On réduit un peu les gaz, dès que l'hélicoptère est monté à 20 cm du sol. On contrôle les attitudes. L'hélicoptère est horizontal, tout va bien...

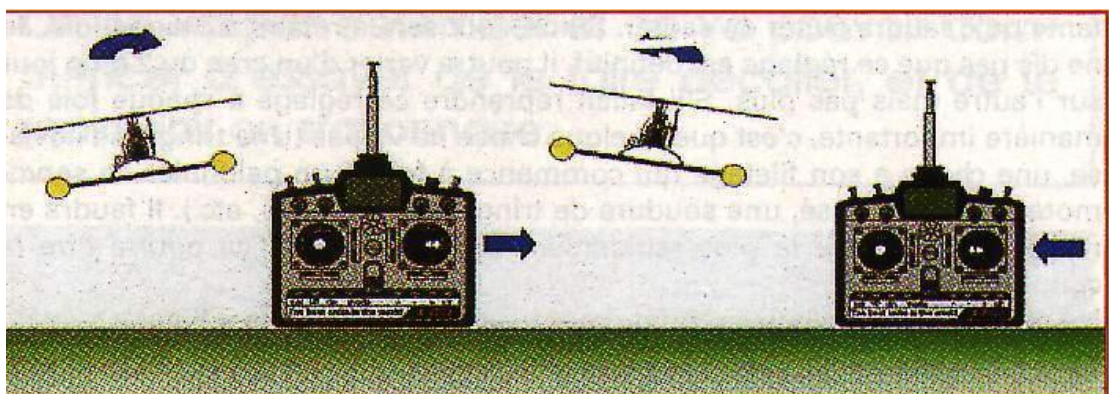
Il n'a pas de réactions suspectes ? (Inclinaisons brutales d'un côté ou l'autre ? Glissements importants vers l'avant ou l'arrière ?) Si c'est le cas, donnez un petit ordre au manche et relâchez de suite (poussez sur la profondeur de 5 mm, pas beaucoup plus s'il recule ou soulève le nez, ou tirez la légèrement s'il part en arrière).

Il peut très bien se déplacer en frottant le cerceau par terre, essayez de corriger aux manches (encore une fois, pas d'actions brusques ou violentes, hein ?) pour contrer ces effets.

Si on ne contre pas immédiatement les glissades, il pourra prendre de la vitesse tout en frottant le cerceau par terre et se mettre à tourner au sol.

Dans ce cas, pas de panique, n'hésitez pas à ralentir le moteur pour vous reposer. Vous stoppez le rotor, vous repositionnez l'hélico et vous pourrez remettre ça ! C'est la raison pour laquelle il faut faire ça sur un espace dégagé !

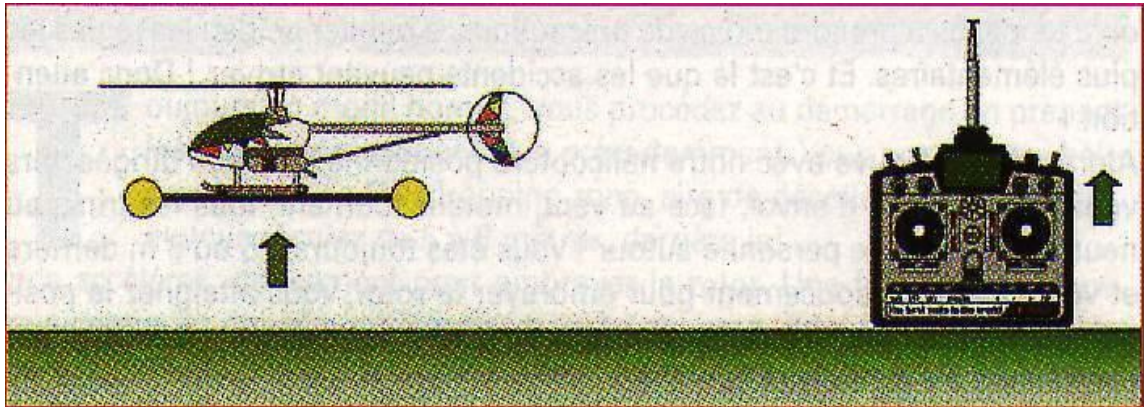
Tout va bien ? Alors continuons !



Corrections à faire avec le manche de cyclique latéral :

S'il part à gauche, il faudra corriger un peu à droite avec le manche de cyclique latéral ou ailerons.

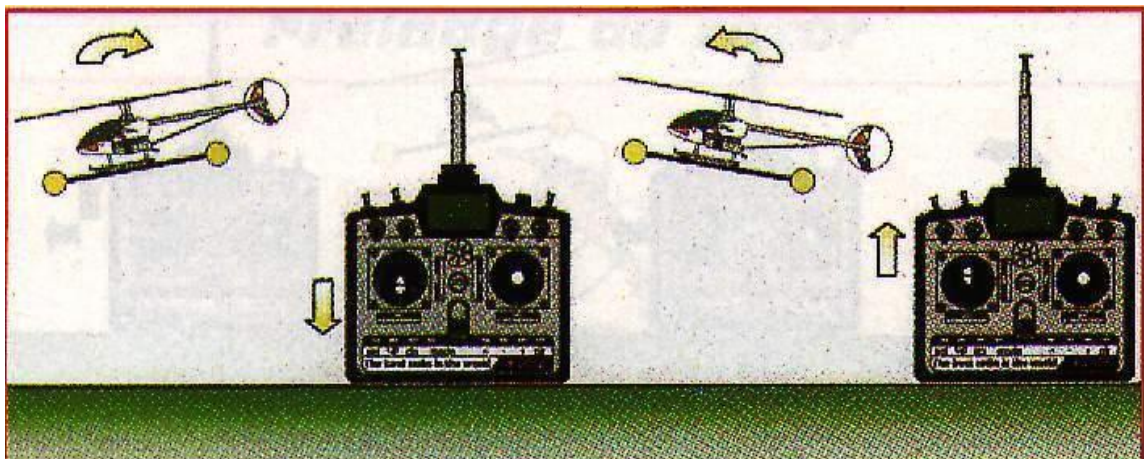
S'il part à droite, il faudra le corriger à gauche. Dès que l'hélicoptère se retrouvera à plat, il faudra remettre au neutre le manche de cyclique latéral.



Premier stationnaire à 20 cm du sol environ.

Il faut accélérer doucement jusqu'au décollage. On réduit un peu les gaz, dès que l'hélicoptère est monté à 20 cm du sol.

On contrôle les attitudes. L'hélicoptère est horizontal, tout va bien...



Corrections à faire avec le manche de cyclique longitudinal :

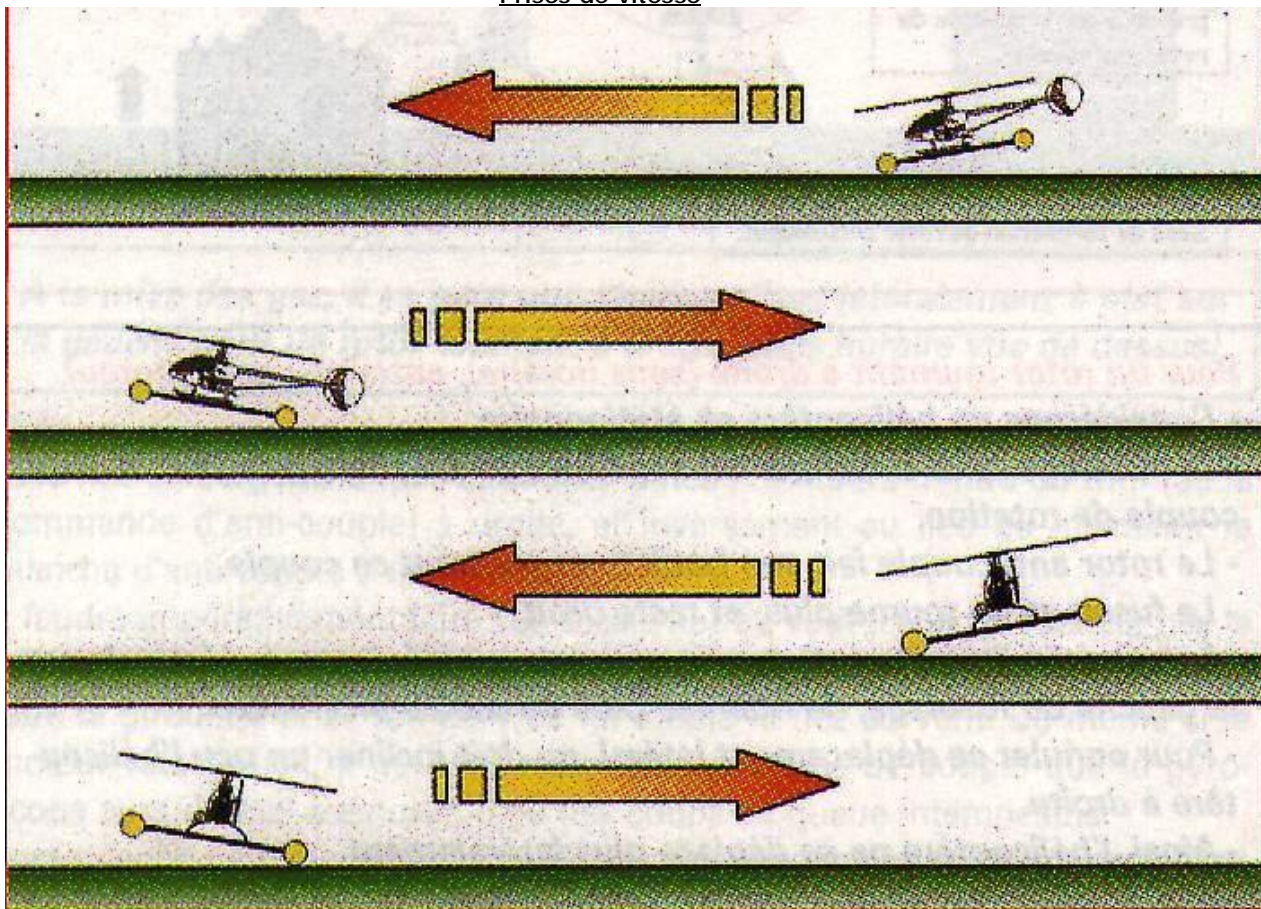
S'il part en avant, il faudra tirer un peu le manche de cyclique longitudinal, ou profondeur. S'il part en arrière, il faudra le pousser un peu. Dès que l'hélicoptère se retrouvera à plat, il faudra remettre au neutre le manche de cyclique longitudinal.

Allez, encore un cran de gaz .... Et joie, il vole ! Bon. Dès qu'il a atteint 10 cm d'altitude, rebaissez d'1 cran ou 2 les gaz pour ne pas aller plus haut ! S'il redescend, laissez-le faire ! S'il se stabilise, laissez-le faire aussi ! S'il continue à monter, baissez encore les gaz doucement. Tout ceci est à faire en essayant de contrôler l'inclinaison latérale ou longitudinale (il faut le remettre à plat) et le lacet (la queue toujours pointée vers vous).

Mais pour le lacet, vous ne devriez pas avoir trop de soucis, le gyro devrait faire son office normalement! Lorsqu'il ne touche plus le sol, il n'y a pas plus «d'obstacles » pour ralentir ou freiner ses envies de glisser.



## Prises de vitesse



Dès que l'hélicoptère sera incliné, il prendra de la vitesse dans le sens de l'inclinaison, quel que soit l'altitude... Il faudra donc veiller à le remettre à plat à chaque instant...

**IMPORTANT** : Donc les ordres aux manches devront arriver sans délais sinon l'hélicoptère pourra prendre rapidement de la vitesse en glissade.

### 8.2.2 Ralentir lentement

Si jamais vous ne savez plus dans quels sens mettre les manches pour corriger, ou si vous contretez dans le mauvais sens (ce qui amplifiera la déviation), pas de panique. Vous baissez lentement les gaz de quelques crans pour le reposer, il n'est pas bien haut et le cerceau fera son boulot.

Là aussi, et plus que tout à l'heure, si les corrections aux manches ne sont pas appliquées dans le bon sens, votre hélicoptère pourra prendre de la vitesse encore plus rapidement (puisqu'il ne frottera plus sur le sol.). Dans ce cas aussi, n'insistez pas, ralentissez le moteur pour le poser. N'essayez pas au début de vouloir le ramener en vol s'il s'est trop éloigné ! Suivez-le s'il s'éloigne de vous, ou reculez s'il se rapproche !

**Important** : Il faudra s'habituer rapidement à ne pas couper les gaz brutalement, car notre joujou risquerait de retomber un peu sèchement ! C'est pour cela qu'on a mis un pas de 0° en mini, pour éviter si vous coupez les gaz violemment de visser votre hélicoptère par terre ! Il redescendra doucement quand même.



Allez, n'insistez pas trop pour une première fois, atterrissez et coupez le moteur. Il est temps de souffler un peu et de réfléchir à tout ce qui vient d'arriver de nouveau !

Le mois dernier, nous avons vu ensemble les derniers réglages à peaufiner sur le terrain avant le premier vol et la façon d'effectuer le tout premier "saut de puce" en stationnaire .... Ce-mois-ci, on s'aventure un peu plus haut...



### 8.2.3 Premières impressions

Bienvenue dans le monde des pilotes d'hélico !

Après ces intenses émotions, il est temps de faire un premier bilan sur les premières impressions du pilotage.

Pour résumer, on peut dire que lorsque l'hélicoptère sera à la limite du décollage, il faudra essayer de régler les trims pour éviter les glissades importantes. On s'apercevra rapidement que ces glissades pourront se faire d'avant en arrière ou latéralement, voire les 2 ! De plus, il pourra tourner sur lui-même !

Tachez de garder la queue de la machine pointée vers vous, et évitez lors des glissades de trop vous éloigner de votre zone de décollage. N'hésitez surtout pas à stopper le rotor après avoir mis le moteur au ralenti (avec les précautions décrites plus haut) et à ramener votre machine sur son aire de départ, qui doit être parfaitement dégagée de tout obstacle. N'hésitez pas non plus à vous déplacer légèrement pour vous repositionner derrière la machine.

Dès que ces trims seront à peu près réglés (ne pas s'éterniser là-dessus !), on pourra procéder au décollage, dans une position légèrement inclinée (à droite si le rotor tourne à droite, et à gauche si le rotor tourne à ... gauche !)

Essayez de décoller d'un coup (2 crans de plus), en étant prêt à baisser les gaz pour éviter qu'il ne monte de trop.

Il ne faudra pas dépasser une altitude de l'ordre de 20 cm environ, dans un premier temps. Coupez les gaz lentement, cran par cran si tout va mal.

Ne vous inquiétez pas, l'hélicoptère ne partira pas sur la tranche ou ne piquera pas violemment du nez s'il n'y a pas d'actions intempestives sur les manches. Une fois les trims à peu près réglés, on y reviendra presque plus.

Les ordres ne devront pas dépasser plus de 5 mm de course aux manches environ et surtout ne devront pas être maintenus, sauf s'il persiste à s'incliner dans un sens ou dans l'autre. Si après une correction, en relâchant le manche l'hélicoptère repartait dans la même glissade, c'est le trim de la commande correspondante qu'il faudra re-régler



(d'un cran ou deux). Ou alors, en cas extrême, c'est un mauvais retour au neutre d'une commande, ou une chape qui force, ou le vent...

#### 8.2.4 Situation catastrophique

Surtout, il faudra éviter la situation suivante: "Je suis seul dans mon coin. J'accélère pour le décollage... L'hélicoptère décolle... (iiii vole... pense-je la voix chevrotante !). Il commence à glisser latéralement sur la gauche et part en marche avant... Je ne sais pas quoi faire, alors je ne fais rien... (j'ai peur de casser, j'ai peur de casser, j'ai peur de casser... !). Bien sûr, l'hélico continue à monter en avançant en crabe... Il s'éloigne et prend régulièrement de l'altitude... (aïe aïe aïe... !). Tout d'un coup, je réagis avec un rictus démoniaque en cabrant à fond parce que c'est la première chose qui me vient à l'esprit... Et je me goure de sens avec le cyclique latéral... Ce qui fait que l'hélico cabre de manière intempestive et commence à se retourner sur la tranche gauche... La panique m'a envahie depuis un moment, je crois couper les gaz et j'accélère à fond... L'hélico fait un demi-tonneau à 20 m d'altitude, et pique vers le sol... comme un Stuka prêt à bombarder... Je coupe les gaz à fond dans un élan de désespoir... Explosion atomique avec projections d'éclats... !"...

Si vous croyez que j'exagère, détrompez-vous ! C'est presque ce qui est arrivé à un ami qui n'avait fait que du voilier et qui voulait se mettre à l'hélico... Bon !

J'exagère un peu, quand même. Mais pensez-y.

N'attendez surtout pas le dernier moment pour faire les corrections. Mais les ordres brusques avec les manches dans les coins seront à bannir ! Appliquez-les doucement mais sûrement.

Ne vous laissez pas dépasser par les événements. Respirez un grand coup et soyez calme. S'il veut trop monter, baissez le régime lentement mais sûrement. S'il s'incline, corrigez l'attitude. N'attendez pas !

Par contre, si vous êtes seul et si dès le départ, vous ne vous le sentez pas, n'insistez pas ! Si la trouille vous noue les tripes, si vos doigts tremblent sur les manches, si la sueur qui perle de votre front masque votre champ de vision, si le bruit de castagnettes que vous entendez depuis un moment n'est pas un défaut du pot d'échappement du moteur ni la visserie qui commence à se faire la malle dans les pales du rotor, mais bien vos genoux qui s'entrechoquent, arrêtez tout !

Arrêtez le café, détendez-vous en pensant à autre chose, commencez à fumer... faites du yoga, mais n'insistez pas ! Contactez un club et faites-vous absolument aider par un moniteur. Vous n'y arriverez pas tout seul !

#### 8.2.5 Ordres, contrordres...

Si par exemple on donne un ordre à droite pour stopper une glissade sur la gauche, l'hélicoptère s'inclinera à droite jusqu'à ce qu'il ralentisse et stoppe sa glissade. Il faudra absolument à ce moment là, donner un petit ordre en sens inverse, à gauche donc, pour repositionner l'hélicoptère à plat.

Valable aussi pour les glissades avant ou arrière. Repositionnez l'hélicoptère à plat dès que la glissade est terminée.

#### 8.2.6 Comparaison

On peut se rendre compte maintenant que le pilotage d'un hélicoptère en stationnaire s'apparente un peu à la tenue d'une bille sur une assiette ! Si, si ! Essayez pour voir ! On s'aperçoit que lorsque la bille commence à rouler dans un sens, il faut contrer son élan par une inclinaison de l'assiette dans l'autre sens, et remettre de suite l'assiette à plat pour éviter qu'elle ne reparte dans le sens de la correction.



Et bien le pilotage de l'hélicoptère ressemble assez fortement à ça... dans le principe ! Car vous ne faites pas voler une bille et vous n'avez pas une assiette en guise d'émetteur.

D'ailleurs, je vous propose de construire un petit simulateur économique reprenant ce principe.

Toutes ces actions devront être assimilées avant de prendre plus d'altitude et de passer à une étape suivante.

### 8.2.7 Fatigue nerveuse

Au début, vous essaierez ces petits décollages par périodes de 1 à 2 minutes, entrecoupées d'arrêts du moteur pour éviter la fatigue nerveuse et évacuer le stress (et aussi pour laisser refroidir le moteur qui est en rodage s'il est neuf !).

En effet, le pilotage d'un hélicoptère demande une concentration à 100 % et comme vous êtes en période de découverte, il ne faudra pas insister au début en voulant vider un réservoir complet.

Remarque : Vous êtes en train de vous apercevoir qu'il faut piloter les 4 fonctions presque simultanément ! Ben ouaip ! C'est ça l'hélico, quoi !

Le débutant risque d'être perdu et d'avoir l'impression qu'il y a trop de commande à corriger à la fois ! En effet, contrairement à l'avion, il faudra corriger tous les axes, presque à la fois pour stabiliser notre hélicoptère. Au début, on donnera les ordres les uns après les autres (cyclique latéral d'abord, puis cyclique longitudinal). Mais avec l'habitude, ça s'assimile parfaitement, et ça deviendra un réflexe conditionné (en conduisant votre automobile, vous débrayez, passez les vitesses, contrôlez la trajectoire avec le volant et mettez le clignotant en même temps, non ?).

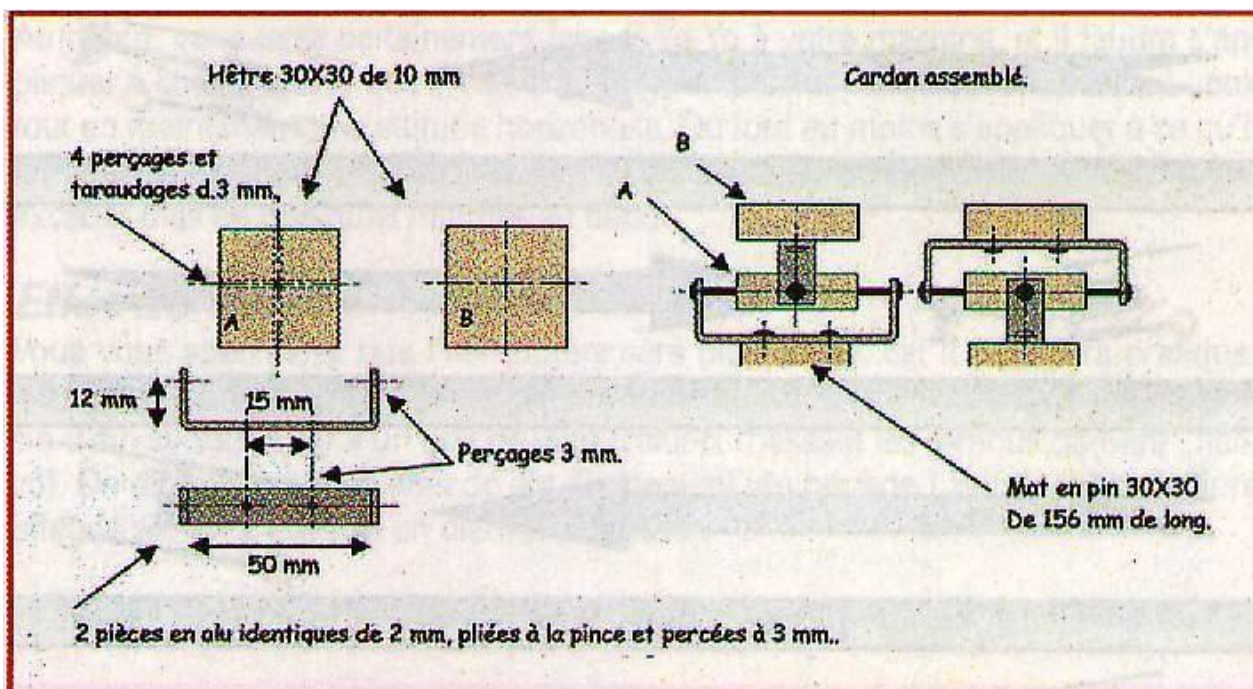
Il risquera au début de se produire un phénomène de paralysie des doigts et du cerveau (!), car on est tellement concentré à ce qu'on fait qu'on peut ne plus pouvoir réagir et se bloquer (blocage psychologique). Donc, je le répète, allez-y par périodes de 1 à 2 minutes maximum la première fois.

Par la suite, tout dépend de vous, vous pourrez faire des petits vols de 5 minutes non-stop si tout se passe bien.

Toujours penser à ce que personne ne se trouve autour ou sur la trajectoire du bestiau et vous à distance de sécurité. Maintenant vous devriez savoir pourquoi. Petit à petit, vous vous habituez à démarrer votre hélicoptère et à le décoller de 10 cm environ jusqu'à 50 cm d'altitude sans trop de panique. Les corrections deviendront presque des réflexes, et seront de plus en plus sûres. La confiance commencera à arriver.



Simulateur économique



Réalisation du cardan

Il sera la base de l'articulation de la plate-fonte.

Il sera réalisé en matériaux simples, bois dur (hêtre/ et barre d'aluminium de 11.5 mm de large (tringle à rideaux).

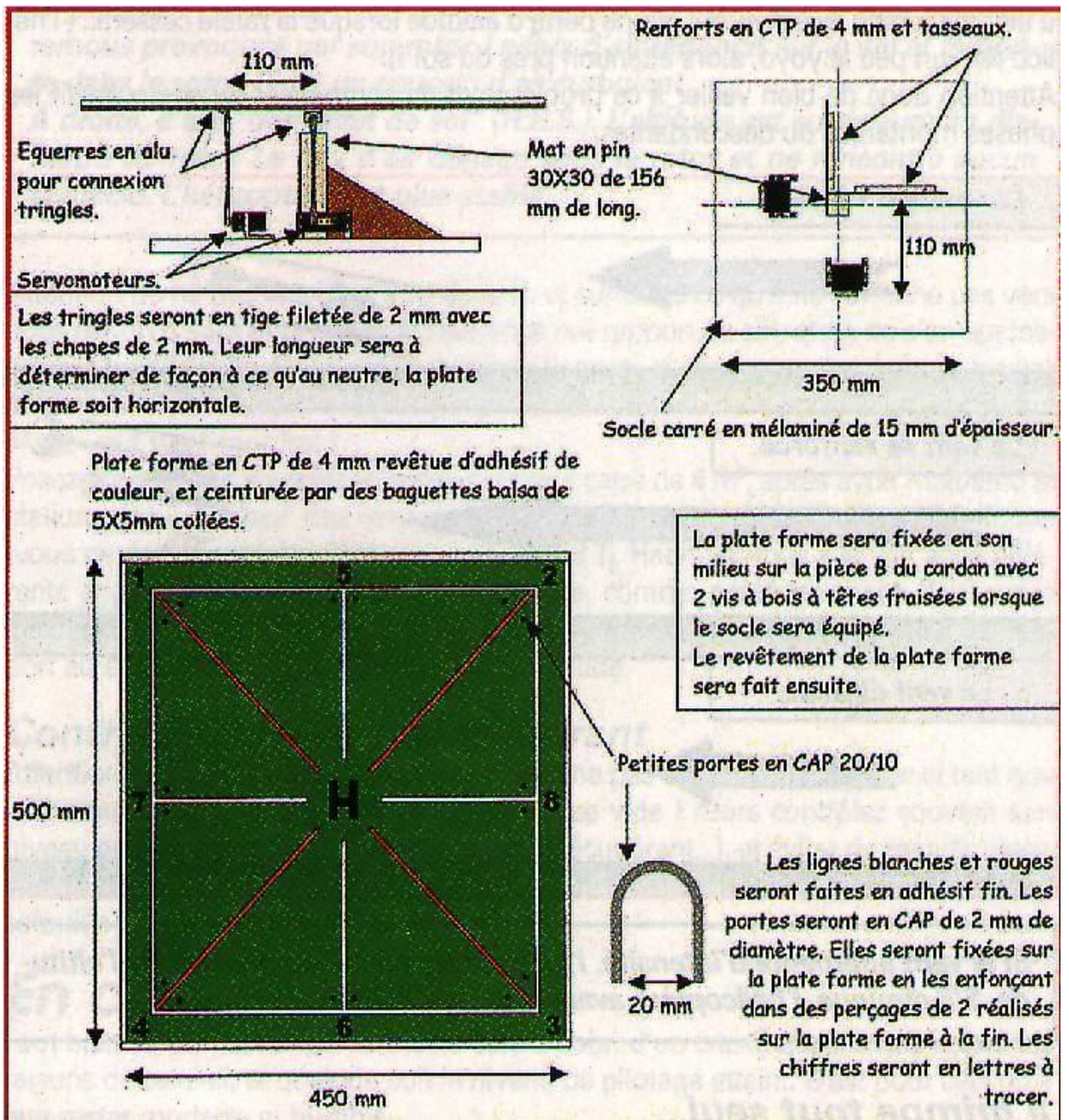
L'assemblage se fera d'abord par la pièce aluminium du bas, qu'on fixera sur le mat en pin avec 2 vis à bois collées.

Ensuite, on fixe le cané A sur cette pièce, avec 2 vis 25x3, vissés et collés. Attention de ne pas trop serrer, il faut que A pivote sans jeu et sans points durs.

Assemblez la pièce B sur l'autre pièce en aluminium avec 2 vis à bois. Puis vous fixerez de la même manière la pièce aluminium sur le cané A.

Vous venez de réaliser un beau cardan...





Le socle sera en mélaminé de 15 mm d'épaisseur. Le mat équipé du cardan sera fixé dessus à l'aide de renforts triangulaires en CTP de 4 mm et de tasseaux en pin de 20x20 pour le rigidifier.

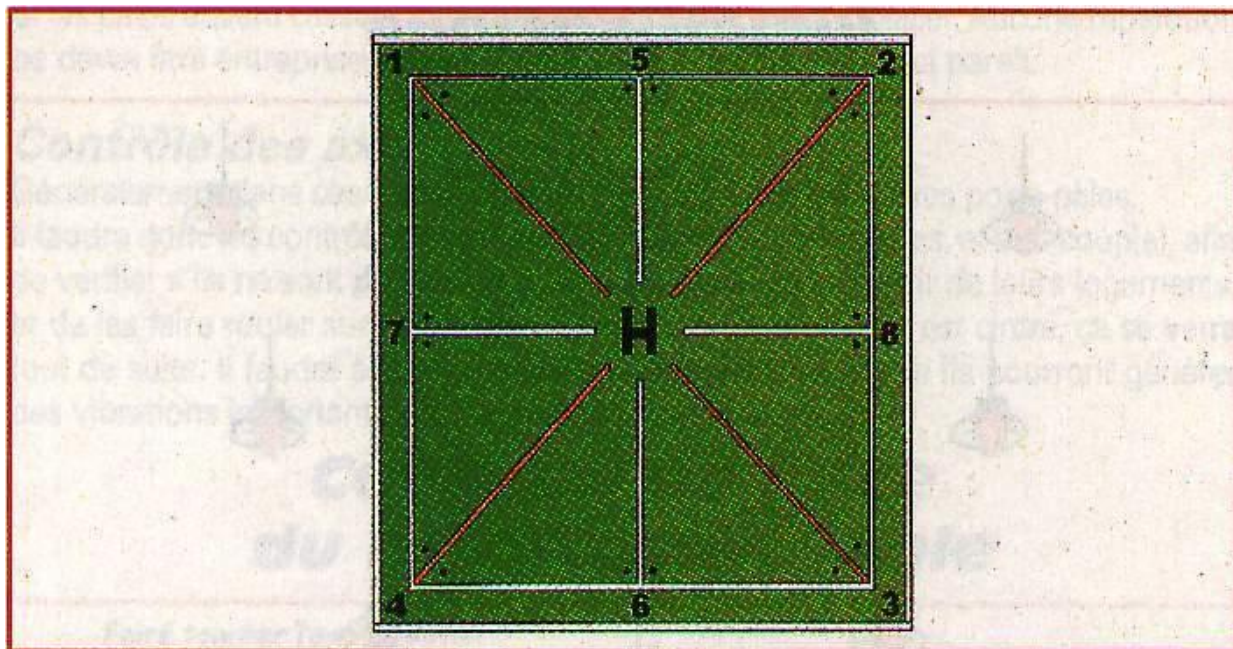
Les servomoteurs seront fixés sur des équerres métalliques, de manière à éviter aux palonniers de toucher le socle.

Attention à ce que les palonniers soient positionnés dans l'axe du cardan. La côte de 110 mm sera celle entre le palonnier et l'axe du mat. Elle sera identique pour les 2 servomoteurs.

Les tringleries seront connectées sur des équerres en alu, qui devront être percées dans



le même axe que le cardan. Ces équerres seront fixées sur la plate-forme avec des vis à têtes fraisées.



Une radio commande 2 voies sera suffisante pour faire fonctionner le simulateur. Les servomoteurs seront connectés au récepteur, qui sera fixé sur le socle avec sa batterie et son interrupteur.

Sur la voie correspondante au cyclique latéral, la plate-forme devra s'incliner latéralement (manche à droite, elle s'incline à droite).

Sur la voie correspondante au cyclique longitudinal, la plate-forme devra s'incliner d'avant en arrière (manche poussé, elle bascule vers l'avant).

Le débattement sera de 2 cm vers le haut et 2 cm vers le bas, de chaque côté.

Les trims permettront de stabiliser la bille, si elle roule sans action aux manches. La plate-forme devra être horizontale, manches au neutre.

#### Règles du jeu

Le but du jeu sera de déplacer une bille de 16 mm de diamètre en bougeant les manches de la radio.

Vous la positionnez au centre, sur le H. Vous considérez que c'est votre hélicoptère...!

Lorsque vous poussez le manche de cyclique longitudinal, la bille part en avant. Pour l'arrêter il faudra tirer le manche en arrière et le remettre au neutre. Latéralement c'est pareil.

Vous pourrez ainsi vous exercer à manœuvrer la bille, pour la faire aller d'avant en arrière, et de droite à gauche. Vous pourrez lui faire passer les portes, dans un sens et dans l'autre, et imaginer un parcours entre toutes les portes.

Il ne faudra pas lui faire prendre de vitesse, ni taper les bords...

C'est le même type d'action sur les manches pour stabiliser un hélicoptère radio commandé... Elle n'est pas belle, la vie?



### **8.3 Il ne veut pas décoller...**

Autre chose que j'allais oublier (mais non !). Si jamais votre hélicoptère ne décollait pas avec le manche gaz/pas au neutre, s'il fallait que le manche soit presque au 3/4 de sa course pour que l'hélicoptère décolle, c'est que le pas collectif ou bien le régime moteur ne sont pas assez importants.

Contrôlez encore le pas collectif à l'incidence mètre, manche au neutre. S'il est conforme aux prescriptions du constructeur (pas de +4° à +5°), il ne faudra pas y toucher.

Il faudra seulement augmenter le régime moteur en modifiant un peu la courbe de gaz. Sur certaines radios, un menu ou un potentiomètre permet de modifier le pas de stationnaire et/ou le régime moteur au stationnaire. Entrez dans ce menu (ou tournez le potard, et modifiez un peu les paramètres pour que le régime moteur soit un peu plus haut manche au neutre).

A mes premiers vols, ce problème m'était arrivé ! Mes courbes n'étant pas correctes, le décollage n'intervenait que lorsque le manche gaz/pas était presque à fond. Alors j'ai augmenté le pas collectif en pianotant sur ma FC 18, jusqu'au décollage. Et bien sûr, je n'ai pas touché au moteur car au bruit, il me semblait au bon régime. Et ce qui devait arriver, arriva.

En stationnaire à 1 mètre du sol (parce qu'il tenait le stationnaire, mais pas très stable !) l'hélicoptère est retombé d'un coup ! Après avoir recherché les causes, il s'est avéré que j'avais 12° d'incidence pour le stationnaire ! Le moteur ne tournait pas assez vite. Et le rotor a donc... décroché !

Depuis, j'ai rectifié le tir sur mes courbes (remise au bon angle du pas collectif, et réglage de la vitesse de rotation du moteur manche gaz/pas au neutre) et le stationnaire est devenu très stable.

### **8.4 Changement de position et actions sur l'anticouple**

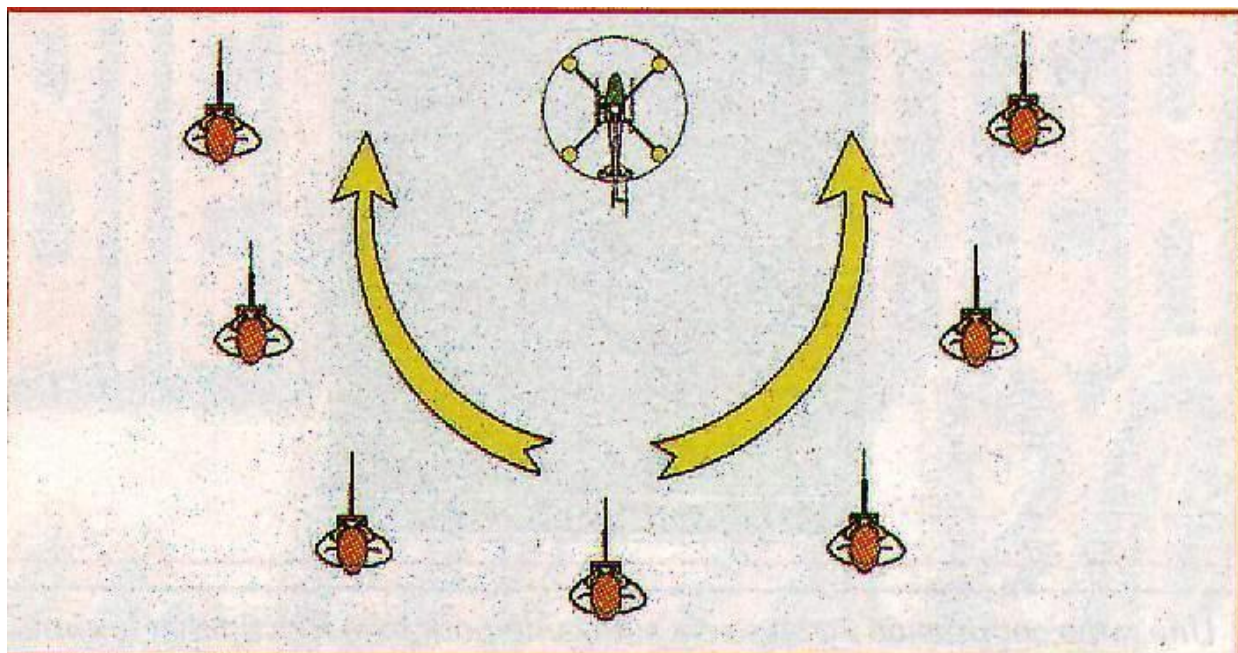
Ces exercices se sont passés avec la queue de l'hélicoptère pointée vers vous. Vous vous sentez plus à l'aise maintenant. Il va donc falloir changer un peu de position, pour continuer la progression dans la pratique du stationnaire.

#### **8.4.1 Action sur l'anticouple**

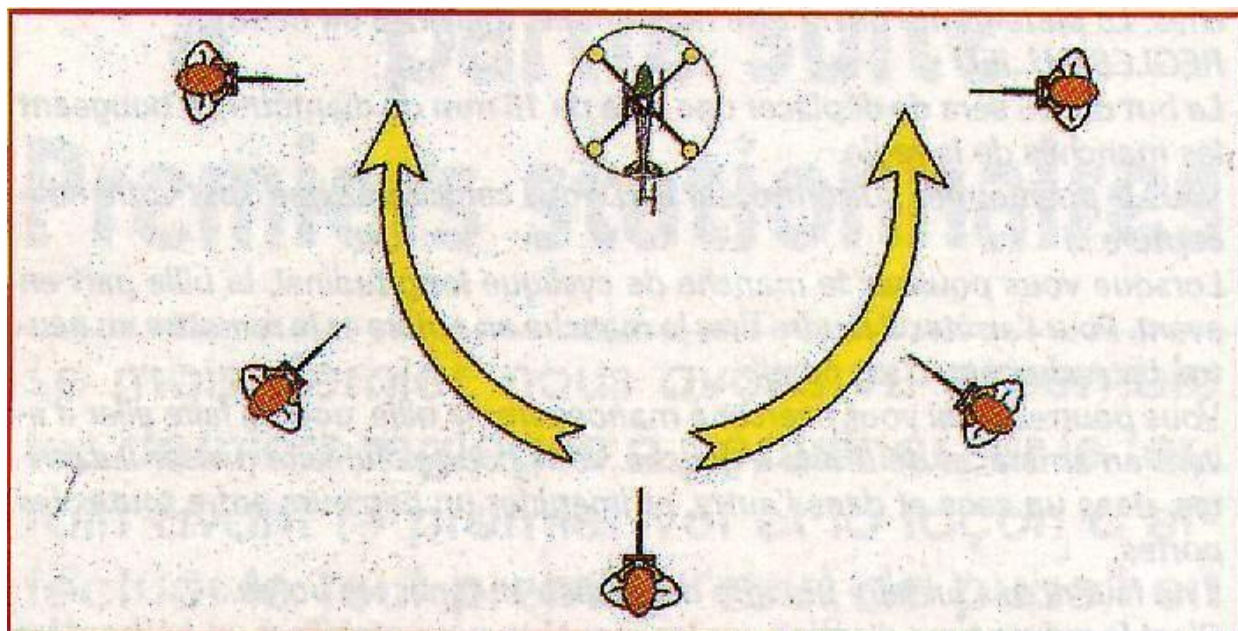
En stationnaire à 50 cm d'altitude devant vous, avec votre hélico stabilisé, un jour sans vent, vous donnerez un petit ordre à l'anticouple (toujours une course du manche de l'ordre de 5 mm), pour faire pivoter lentement le bébé de côté. Relâchez l'anticouple lorsque vous verrez l'hélico de 3/4 arrière. Habituez-vous à le voir ainsi et à corriger sa position comme ça. Alternez un côté et puis l'autre, en donnant des petits ordres et en relâchant tout de suite après.



Visualisations



Non ! Il ne faut pas 7 pilotes pour piloter votre engin. Il faut seulement, à chaque stade de la progression (décollages, stationnaires, atterrissages de plus en plus haut), alterner les visualisations de l'hélicoptère. Vous changerez progressivement de place, d'un côté à l'autre en vous déplaçant. Au début vous pourrez vous mettre dans le même sens que lui.



Mais par la suite, il faudra progressivement vous habituer à piloter en pointant" la radiocommande vers lui.



### 8.4.2 Déplacez-vous

S'il y a du vent, l'hélicoptère fera girouette et voudra se remettre de lui-même le nez au vent. Donc, dans ce cas, déplacez-vous latéralement toujours à bonne distance pour avoir la même vision qu'en donnant un ordre à l'anticouple.

Vous pourrez alterner au cours du même vol un côté, puis l'autre. De 3/4 arrière, faites le tourner petit à petit à l'anticouple jusqu'à le voir de profil (gauche et droit) au cours des vols suivants.

Alors c'est vrai qu'au début, vous ne saurez plus dans quel sens mettre les manches alors que précédemment, vous n'aviez pratiquement plus de problème ! Régresseriez-vous ? Non, ne vous inquiétez pas, c'est normal !

### 8.4.3 Astuce

Pour vous aider, tournez-vous un peu de manière à mettre l'antenne de l'émetteur parallèle à l'hélicoptère si nécessaire, et vous verrez que vos anciens réflexes seront revenus... comme par magie.

Il sera indispensable de s'habituer à le voir sous différents angles car ainsi, à la moindre embardée, s'il se met de travers par un coup de vent par exemple (ben oui, si le vent tourne, l'hélico tournera aussi, vous savez ? La girouette !), vous ne serez pas dépaysé par le sens de correction (mince ! Il est incliné dans quel sens, ce coup-ci ?). Il faudrait arriver au stade de ne plus se poser la question du style "il s'incline à gauche, je corrige à droite", etc., mais le faire !

Et puis vous commencerez ainsi à diriger votre hélicoptère dans l'espace tout en continuant à corriger sa position. Attention de ne pas le laisser s'embarquer ni prendre trop d'altitude. De toute façon si ça se passe mal, il vaudra mieux se reposer même s'il s'est éloigné de plusieurs dizaines de mètres ou s'il est légèrement penché ! Le cerceau vous limitera les dégâts.

### 8.4.4 Perception des réflexes

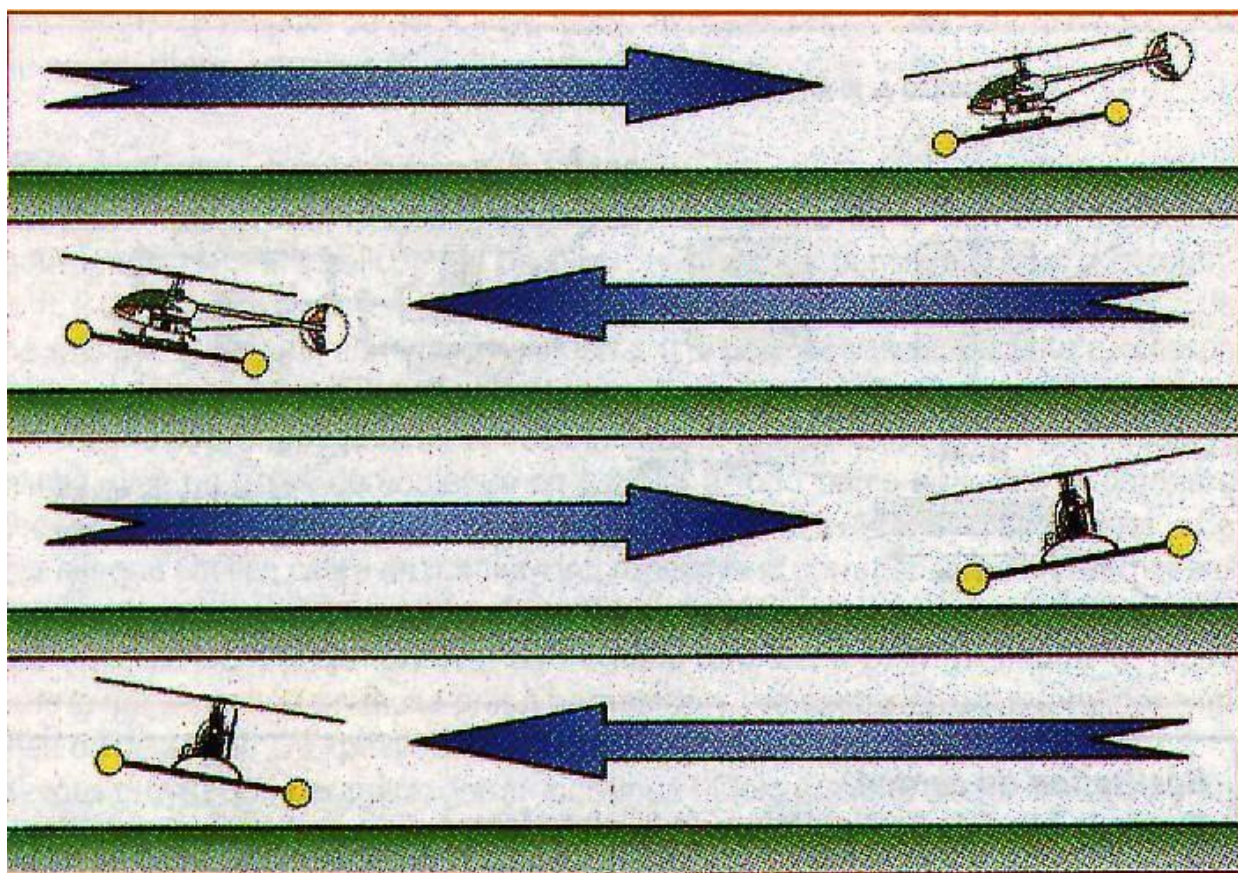
Ca doit devenir un réflexe. Bien sûr, ça risque d'être long mais il n'y a que comme ça que ça rentrera et que vous progresserez.

Petit à petit, vous essayerez de garder le stationnaire au-dessus de la même zone, disons sur une surface de 4 m<sup>2</sup> environ. Posez-vous le plus souvent possible sur cette surface pour souffler un peu pendant quelques minutes, et après avoir repositionné l'hélico si nécessaire, reprenez l'exercice en vous re-concentrant.

## 8.5 Influence du vent

Essayez de voler même si le vent souffle un peu. Pas au tout début, mais lorsque vous aurez acquis un peu plus de maîtrise (Il ne faut pas non plus voler avec des rafales fortes ou de la tempête !).

### Effet du vent



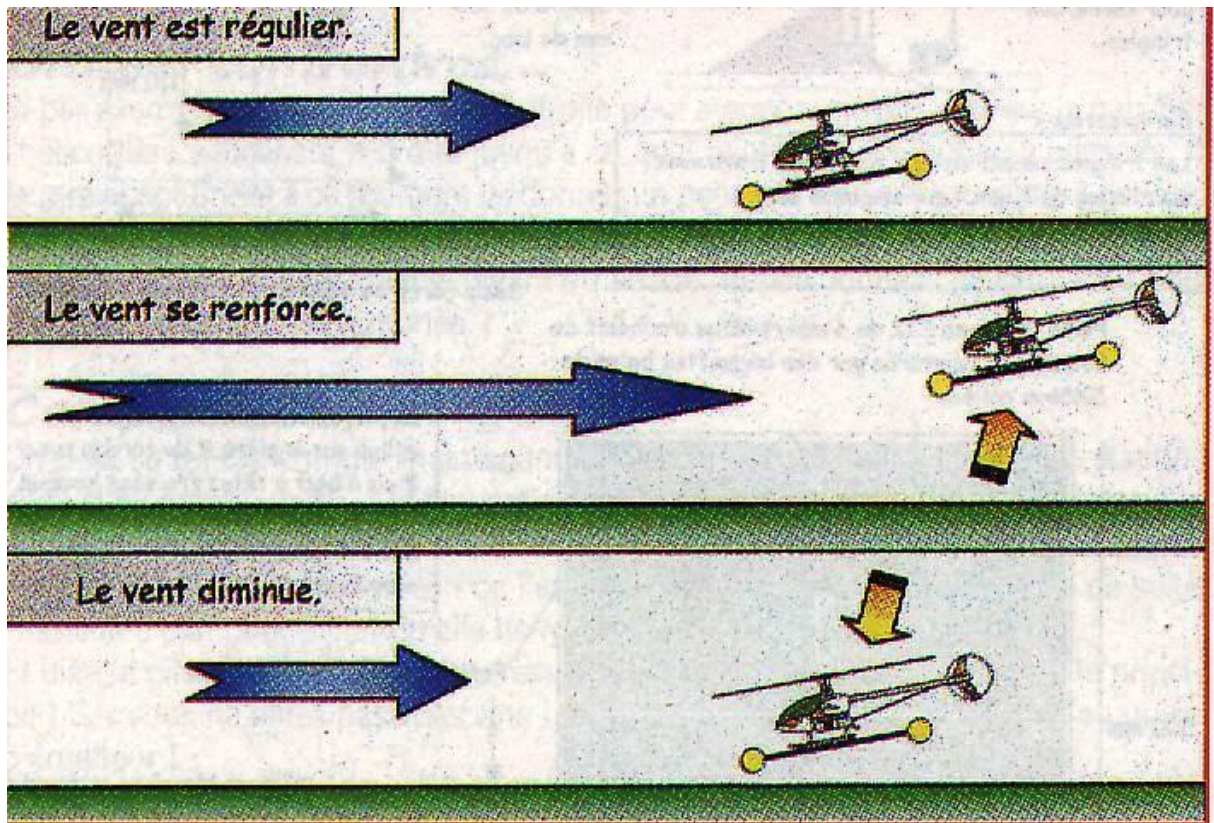
Lorsque le vent est régulier, l'hélicoptère devra avoir une inclinaison vers sa direction, proportionnelle à son intensité pour tenir le stationnaire. Si il est à plat, le vent le poussera.

Dans ce cas, vous remarquerez qu'il faudra pousser un peu le cyclique longitudinal pendant plus longtemps que d'habitude pour que l'hélicoptère ne recule pas car bien sûr, l'hélicoptère aura toujours le nez au vent, n'est-ce pas ?

### 8.5.1 Yoyo

Vous remarquerez aussi que les coups de vent se traduiront par une augmentation d'altitude lorsqu'ils arriveront et une perte d'altitude lorsque la rafale cessera... (l'hélico fera un peu le yoyo, alors attention près du sol !).

Attention donc de bien veiller à ce problème et de compenser au pas collectif les phases montantes ou descendantes.



Si le vent augmente d'intensité, l'hélicoptère recule en prenant de l'altitude. Si le vent diminue, l'hélicoptère avance en descendant.

### 8.5.2 Il grimpe tout seul...

Attention aussi de ne pas laisser l'hélicoptère grimper et prendre de la hauteur en reculant sans rien faire. Il pourrait se retourner sur vous après avoir fait un saut périlleux arrière ! C'est vous le pilote et vous ne devez pas vous laisser dépasser par la bête !

Évitez donc de vous tenir derrière lui dans ce cas, mais préférez la position en 3/4 arrière (d'un côté puis l'autre !), toujours à distance de sécurité.

Donc si jamais ça arrivait, pas de panique. Tout en contrôlant l'attitude et en poussant un peu le cyclique en avant, vous baissez les gaz crans par crans jusqu'à ce qu'il commence à redescendre, doucement, et vous posez l'affreuse libellule éprise de liberté !

## 8.6 Prenons de la hauteur

Bon, ça y est ? Vous avez moins d'appréhensions ? Vous vous êtes fait un peu peur au début mais tout s'est à peu près bien passé ? Alors il est temps de prendre un peu plus d'altitude au cours des exercices suivants et de refaire ces mêmes opérations mais avec le cerceau à hauteur des yeux, hors effet de sol.



### 8.6.1 Hauteur des yeux

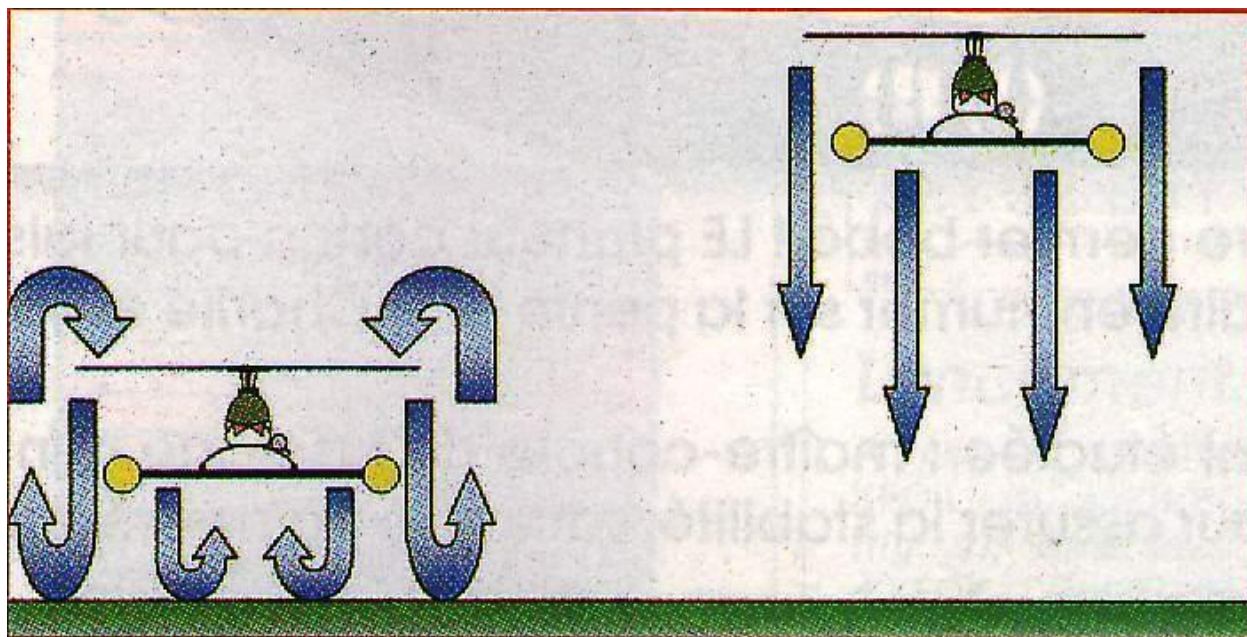
A partir du stationnaire à 50 cm du sol (domaine de vol que vous devriez commencer à connaître), vous mettez 1 cran ou 2 de gaz en plus, tout en corrigeant sa position. Il s'élèvera doucement. Ralentissez d'un cran ou plus, pour stabiliser l'altitude. Vous sentirez les ordres à appliquer pour que ça monte doucement, et pour stopper l'ascension !

Au début, vous ferez certainement faire le Yo-Yo à votre machine et il faudra s'appliquer à corriger pour que l'altitude soit à peu près constante, à hauteur des yeux tout en maintenant une attitude horizontale. Ou tout au moins s'appliquer à ce qu'il ne translate pas trop d'un côté ou de l'autre. Là aussi, les exercices ne devront pas excéder plus de quelques minutes au début.

### 8.6.2 Effet de sol

Vous vous apercevrez que l'hélicoptère sera plus stable, car il ne volera pratiquement plus dans les remous créés par le souffle du rotor. Il ne sera plus sur son coussin d'air, surtout s'il y a un peu de vent (celui-ci chassant les remous derrière l'hélico). On dit qu'il est hors effet de sol. En général (de brigade ! Bof !), l'altitude hors effet de sol est d'environ un diamètre de rotor.

Effet de sol



A gauche, l'hélicoptère est "dans l'effet de sol" (D.E.S.). Il vole dans les remous provoqués par son rotor. Le flux d'air rebondit sur le sol et remonte dans le rotor. C'est un coussin d'air turbulent.

A droite, il est "hors effet de sol" (H.E.S.). L'altitude est supérieure au diamètre du rotor. Le flux d'air dégage sous le rotor et ne rencontre aucun obstacle. L'hélicoptère est plus stable.





Attention de ne pas le laisser trop dériver, et surtout à ce qu'il ne revienne pas vers vous car on n'aura plus la même référence par rapport au sol, et on ne s'en apercevra pas tout de suite. Donc pas de panique là-aussi, si rien ne va plus, baissez les gaz pour redescendre lentement tout en contrôlant l'attitude de la bestiole (et en courant si elle veut vous mordre) !

Posez-vous le plus souvent possible sur notre carré de 4 m<sup>2</sup>, après avoir maintenu le stationnaire à hauteur des yeux et après être descendu jusqu'à 50 cm d'altitude (vous ne devrez plus être dépaysé maintenant !). Habituez-vous à le voir sous différents angles, aussi bien à droite qu'à gauche, comme précédemment. Reposez-le avec précision et sans précipitations en baissant les gaz d'un cran ou deux par rapport au stationnaire, et en contrôlant son attitude.

### 8.6.3 Contrôle du niveau de carburant

Attention aussi à la panne sèche, car on peut ne pas voir le temps passer et tant que le moteur tourne, le réservoir de carburant se vide ! Alors contrôlez souvent son niveau en jetant un œil au réservoir (et en le récupérant...) et évitez de repartir réservoir presque vide. Ce serait dommage de tomber en panne d'essence (le moteur cafouille et cale après avoir accéléré !).

## 8.7 En cas de crash...

Faut bien en parler car personne ne sera à l'abri d'un crash, quelles que soient les raisons de celui-ci et quelque soit le niveau de pilotage atteint. C'est pour cela qu'il faut rester modeste et humble...

Passé les premiers moments de stupeur, la première chose à faire sera de couper le moteur (s'il tourne encore !), la radio et de "ramasser" les morceaux...

### 8.7.1 Causes

Ensuite, il faudra en déterminer les raisons. Une première analyse vous permettra de savoir ce qui s'est passé.

Ca pourra être une faute de pilotage ou une panne soit mécanique, soit électronique. Dans ce dernier cas, la radio devra être vérifiée et renvoyée au service après-vente si nécessaire.

Si la cause est un « calé moteur », il faudra rechercher la cause. Ca pourra être un réservoir qui fuit, une durit en mauvais état, une bougie trop vieille, etc.

Si par malheur il vous arrivait de faire une touchette avec les pales ou avec l'anticouple, il ne faudra pas sombrer dans un profond désespoir.

Vous découvrirez que généralement se sont les pales principales (avec ses axes) et le tube de queue qui auront le plus de dégâts.

Une vérification complète devra cependant être faite à l'atelier. Suivant le crash, les dégâts pourront être plus ou moins importants. Parfois, les dégâts ne se verront pas au premier coup d'œil, et un contrôle attentif de toute la machine devra être fait.

On procédera en premier lieu à un nettoyage complet, ce qui nous permettra de faire une évaluation des dégâts, afin de passer commande des pièces à changer.

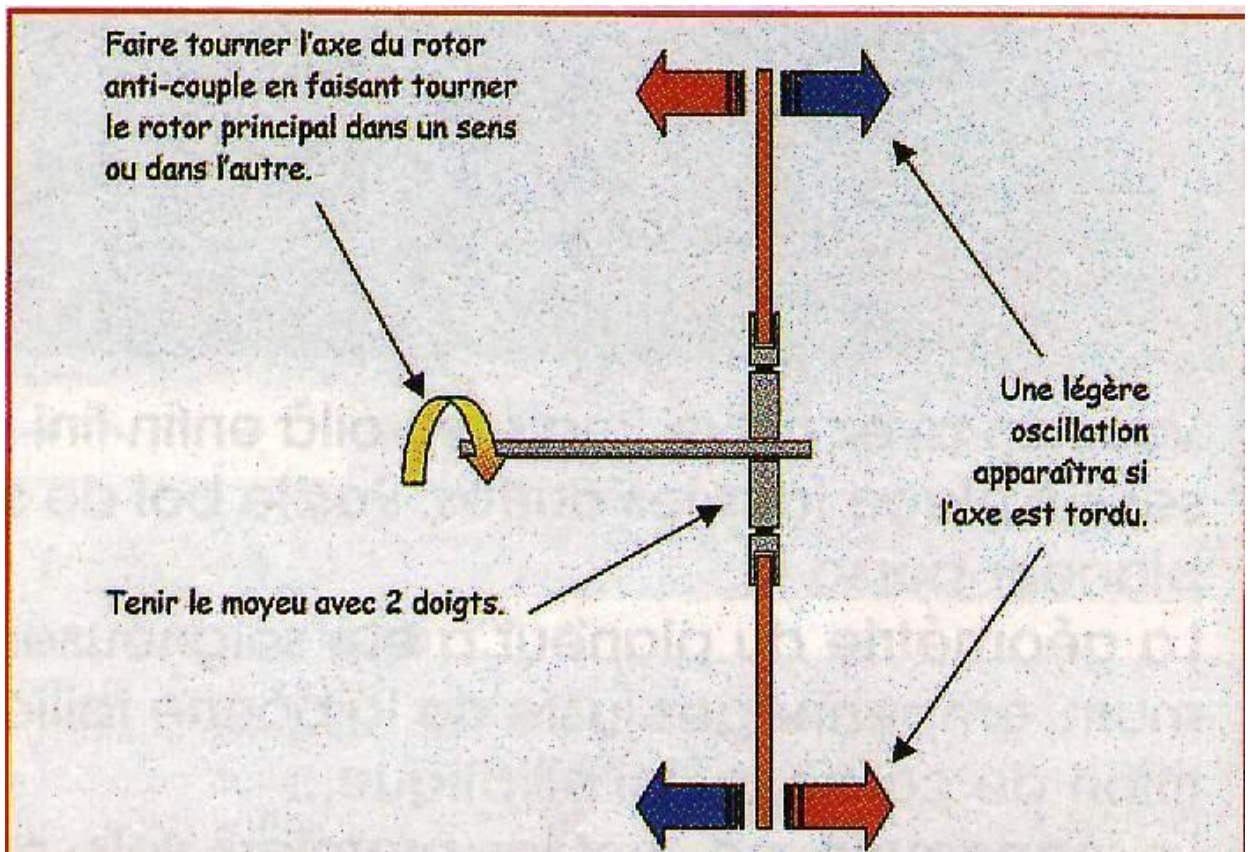
Si les pales étaient cassées, il faudra bien entendu, les remplacer. Aucune réparation ne devra être entreprise à ce niveau là. Pour l'anticouple, c'est pareil.



### 8.7.2 Contrôle des axes

Généralement dans ces 2 cas, il faudra changer aussi leurs axes porte-pales. Il faudra donc les contrôler tous (barre de Bell, rotor, porte-pales, et anticouple), afin de vérifier s'ils ne sont pas tordus. La méthode est de les sortir de leurs logements, et de les faire rouler sur une surface parfaitement plane. S'il est cintré, ça se verra tout de suite. Il faudra soit le redresser, soit le changer. Sinon ils pourront générer des vibrations importantes et destructrices par la suite.

#### Contrôle de l'axe du rotor anticouple



Après avoir désaccouplé le moyeu du rotor anticouple de son axe (vis de pression, ou vis goupille), laissez-le sur son axe et tenez-le avec 2 doigts. Faites tourner le rotor principal à la main (enlevez les pales principales, c'est encombrant !), l'axe tournera dans le moyeu par glissement. Vérifiez si l'extrémité des pales du rotor anticouple oscille. Si c'est le cas, c'est que l'axe est tordu... A changer !

Une autre méthode de vérification des axes sera de désaccoupler le moyeu porte pales de son axe, sans démontage (vis pression pour l'anticouple ou boulon "goupille" pour le rotor) et de faire tourner l'axe en tenant ce moyeu avec 2 doigts. L'axe tournera dans le moyeu. On "sentira" ainsi si l'axe est tordu. Le moyeu oscillera imperceptiblement entre les doigts (regardez le bout des pales, il bougera dans ce cas).



### 8.7.3 Le reste...

Les engrenages devront être attentivement vérifiés afin de voir s'il ne manque pas des dents.

La transmission devra être contrôlée, surtout si le tube de queue a reçu un choc. La courroie éventuelle pourra être déformée et donc remplacée.

Les tringleries feront l'objet d'un sévère contrôle ainsi que les dentures des servomoteurs, en les actionnant manuellement par le palonnier. On entend très bien si un pignon est cassé ou non. Le bruit n'est pas régulier ou il y a un point dur.

Regardez aussi les attaches des différentes chapes, au bout de chacune des tringles. Ceux du rotor anticouple sont particulièrement vulnérables.

Le châssis sera vérifié pour voir si rien n'est cassé ou craqué. Une réparation à l'aide de fibre de verre ou carbone et de résine époxy pourra éventuellement être faite, ou alors on pourra mettre des pattes métalliques rivetées. Ca évitera un remplacement de celui-ci, mais ça ressemblera plus à un bricolage qu'à autre chose.

La bulle pourra être aussi réparée avec de l'époxy et de la fibre de verre.

Pour la radio, il faudra vérifier, en cas de crash sévère, si les prises ou le fil d'antenne ne se sont pas arrachés.

Les jeux mécaniques devront être vérifiés aussi, car en cas de contact sévère, les différents serrages pourront avoir "lâché".

Enfin, vous l'avez compris, si vous êtes allergique à la mécanique, il faudra "prendre sur soi" et mettre la main à la pâte...

### 8.7.4 Réglages

Dans tous les cas, après réparations et remise en état de vol, il faudra soigneusement contrôler les réglages et le bon fonctionnement de tous les éléments, avec un test de portée radio, avant toute remise en route.

### 8.7.5 Retrouver la confiance

Et puis il faudra reprendre confiance en soi et ne pas avoir peur de recasser, car la progression du pilotage pourra s'en ressentir.

Remettez le cerceau si vous voliez sans, par sécurité, aussi bien pour la machine (remontage à contrôler), que pour vous (reprise de la confiance).

Donc, au retour sur le terrain, après la mise en route, contrôlez si des vibrations suspectes ne sont pas apparues et refaites-vous la main en redémarrant les exercices depuis le début, sans vous précipiter.



## Neuvième Partie: Premières Translations Lentes

Le temps a passé, votre pilotage du stationnaire s'est affiné, vous tenez le stationnaire à hauteur des yeux sans soucis, avec des visualisations différentes... parfait! Les décollages et les atterrissages se déroulent avec de plus en plus de précision et d'assurance, vous avez beaucoup moins d'appréhensions qu'au début, c'est très bien ! Vous êtes sur la bonne vole!



La maintenance de l'hélicoptère n'a rien décelé d'anormal et si tout va bien, vous n'avez rien cassé (si si, c'est possible !). Les exercices précédents vous auront permis de vous familiariser avec les réglages et le début du pilotage. Ils vous auront aussi familiarisés avec une vision de votre machine en vol stationnaire, jusqu'à environ 2 mètres d'altitude devant vous, sous différents angles.

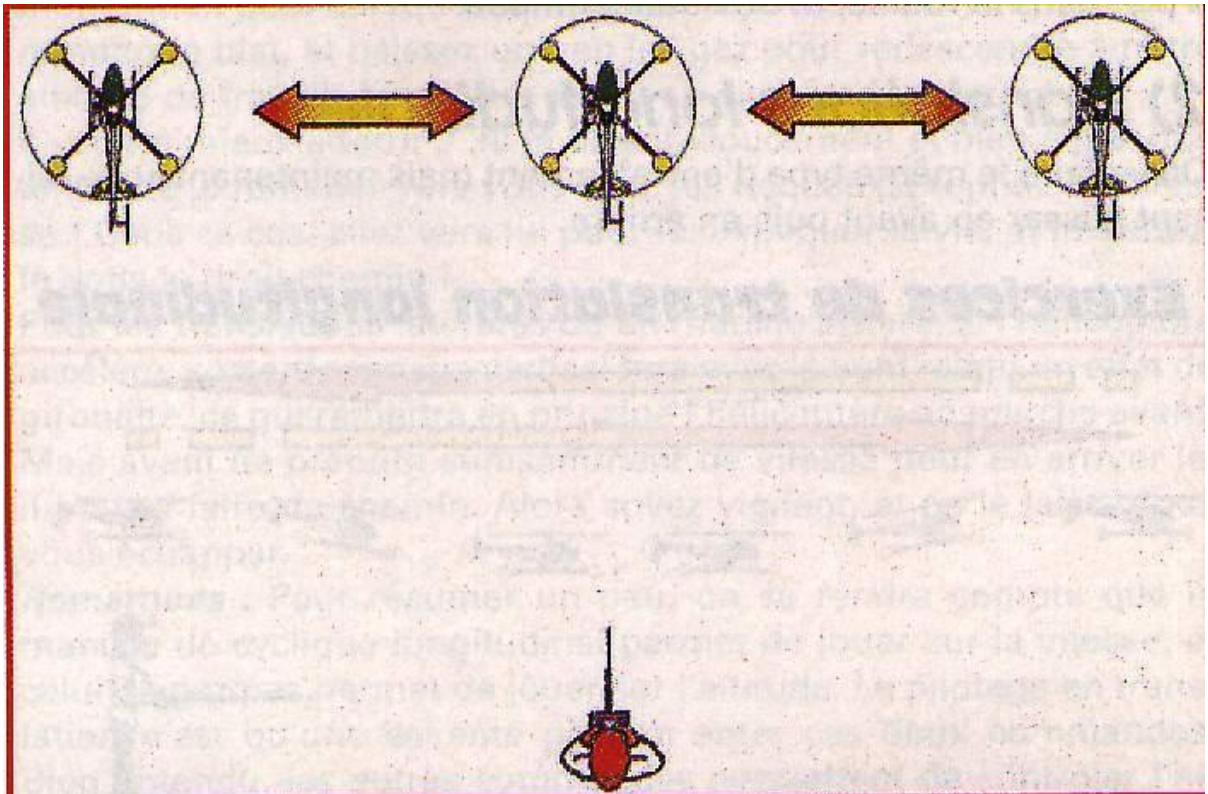
C'est une première grande étape que vous avez franchie (avec succès j'espère !) et qui devient familière. Vous êtes prêt maintenant à franchir la deuxième grande partie de votre apprentissage en commençant la translation à faible vitesse (inférieure ou égale à celle de la marche à pied).



## 9.1 Translations latérales

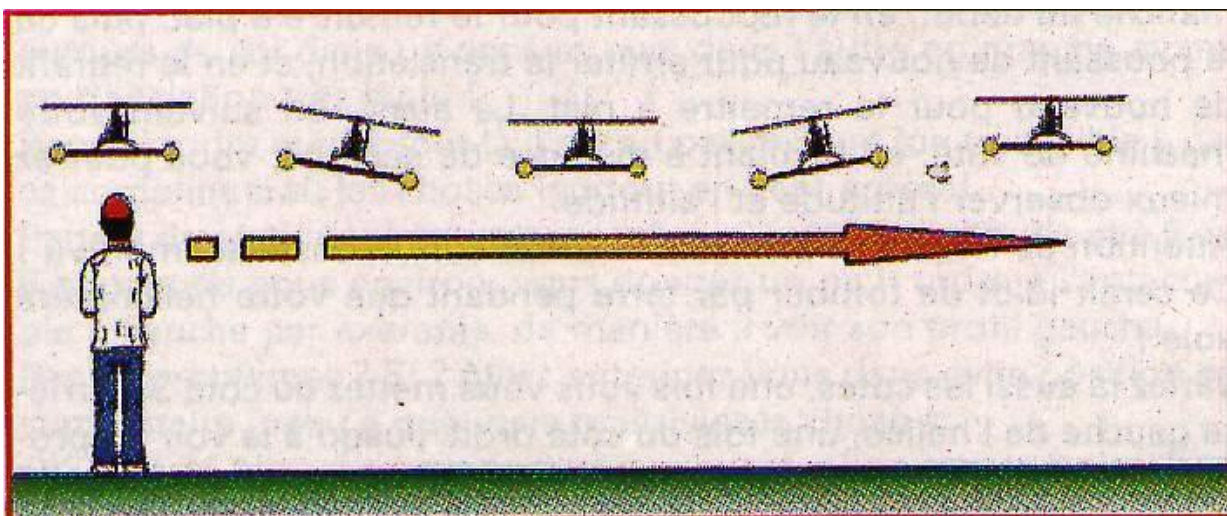
Pour ce faire, mettez votre hélicoptère en stationnaire devant vous, au-dessus de sa zone de départ, face au vent, presque à hauteur des yeux, comme vous savez si bien le faire maintenant. Vous savez contrer les glissades puisque jusqu'à présent, c'était le but de votre entraînement !

### Exercices de translation latérale



Exercices de stationnaire à effectuer face au vent dès que vous commencerez à maîtriser le stationnaire à hauteur des yeux. Une légère inclinaison au cyclique latéral permettra d'entamer une petite glissade latérale, que vous contrerez aussitôt afin de ne pas prendre de vitesse. Une légère correction à l'anticouple sera à prévoir. Une remise à plat sera à effectuer après chaque ordre appliqué. Décollage devant vous, translation latérale d'un côté, puis retour face à vous. Puis translation latérale de l'autre côté et retour face à vous. Vous avez le droit de vous poser n'importe quand, lorsque rien ne va plus !

On va donc s'entraîner maintenant à le faire glisser volontairement latéralement sur la gauche puis sur la droite pour le ramener au-dessus de notre fameux carré de 4m<sup>2</sup>. Donnez un bref ordre au cyclique latéral tout en corrigeant son attitude et son altitude. L'hélicoptère va s'incliner un peu et commencer à glisser. Redressez de suite l'attitude, vous remarquerez qu'il continuera en principe à glisser à plat. Pour arrêter cette glissade, vous donnerez un bref ordre en sens inverse, afin de stopper la translation, puis dès qu'elle s'est arrêtée, vous remettez l'hélico à l'horizontal. Vous pourrez au début le déplacer de 2 m environ, puis vous stoppez la translation.



Principe d'une translation latérale de devant vous vers la droite par exemple A partir du stationnaire, vous inclinez à peine l'hélicoptère latéralement à droite, et vous remettez de suite à plat. Pour la stopper, vous l'inclinez dans l'autre sens, et vous remettez à plat dès l'arrêt.

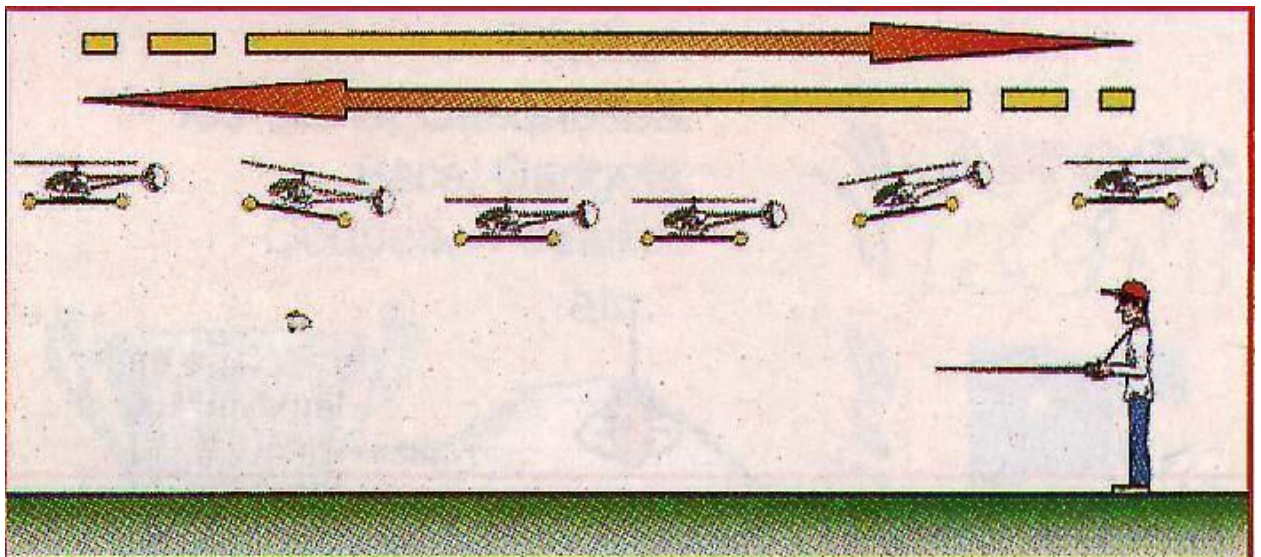
Ensuite vous recommencez dans l'autre sens pour le ramener sur son point de départ. Alternez les côtés, tantôt sur la droite et vous le ramenez, tantôt sur la gauche et vous le ramenez. S'il y a un sens qui vous pose plus de difficultés que l'autre, travaillez-le ! Vous pouvez le suivre à pieds si vous n'êtes pas sûr de vous, mais il faudra essayer d'arriver à le faire translater de quelques mètres sans changer de position. Vous verrez votre hélicoptère de 3/4 arrière, jusqu'à le voir presque de profil, et comme vous vous serez bien entraîné aux stationnaires dans cette position, vous ne serez pas dépaysé (attention de ne pas brûler les étapes, vous voyez pourquoi maintenant ! Hein ? Bon !). Pour ma part, j'ai passé plusieurs séances à faire des allers et retours au-dessus du taxiway de notre piste en translations latérales lentes et en me déplaçant à 4 ou 5 m derrière lui. Ce sont vraiment des exercices sympas qui font progresser de manière spectaculaire notre pilotage et qui nous font prendre une bonne assurance. Là aussi, si ça se passe mal, on baisse le régime moteur, on se pose à plat dans la foulée, et on souffle un peu.

## 9.2 Translations longitudinales

On va faire le même type d'entraînement mais maintenant en le faisant glisser en avant puis en arrière.



### Exercices de translation longitudinale



A partir du stationnaire face au vent à 2 m. d'altitude environ, vous inclinerez à peine en avant à l'aide du cyclique longitudinal. Vous remettrez de suite à plat. La translation avant s'amorcera. Pour la stopper vous inclinerez légèrement en arrière et vous remettrez de suite à plat. Vous pourrez suivre l'hélicoptère en marchant. Il ne devra pas aller plus vite... Au début vous le suivrez en marchant derrière lui. Ensuite, ce sera à côté de lui, un coup à gauche, un coup à droite... Vous ferez la même chose en marche arrière très très lente !

A partir du stationnaire à 2 mètres du sol, face au vent, vous vous positionnez de manière à voir les 3/4 arrières de votre machine.

On pousse à peine le cyclique longitudinal et on le retire pour le remettre à plat. L'hélicoptère glissera en avant, il faudra retirer de nouveau le manche de profondeur, pour stopper la glissade, ce qui l'inclinera en arrière. Dès qu'il n'avancera plus, on le repoussera pour le remettre à plat.

Faites des déplacements d'un ou deux mètres au début, puis faites jusqu'à 10 m, lorsque vous serez plus sûr de vous. Vous pouvez bien sûr le suivre à pieds, comme précédemment.

On fera de même en marche arrière (toujours très lentes, hein ? Il ne s'agit pas de taper un 100 mètres chrono !), en tirant un peu le manche au début, en le repoussant pour le remettre à plat, puis en le poussant de nouveau pour arrêter la translation et en le retirant de nouveau pour le remettre à plat. Là aussi, en suivant votre machine de côté, en reculant à distance de sécurité, vous pourrez mieux observer l'attitude et l'altitude.

Attention de ne pas se prendre les pieds sur un obstacle imprévu ! Ce serait idiot de tomber par terre pendant que votre hélicoptère vole !

Variez là aussi les cotés, une fois vous vous mettez du côté 3/4 arrière gauche de l'hélico, une fois du côté droit. Jusqu'à le voir de profil.

**Important :** Ces séquences d'actions sur les manches (avec toujours des courses de manche de l'ordre de 5 mm) lors des translations seront très importantes à respecter. Il faudra s'habituer dès le début à remettre à plat l'hélicoptère (vérification de son attitude) lorsqu'on lui aura donné un ordre quel qu'il soit.



### 9.3 Influence des ordres sur l'altitude

Il est très possible que votre hélicoptère perde un peu d'altitude lors des différentes actions sur les manches, aussi il faudra veiller à remettre un peu de gaz à chaque action (ou être prêt à le faire). C'est un peu à la demande, c'est pour ça qu'il ne faudra pas le lâcher des yeux et rester concentré.

Mais plus l'hélicoptère s'inclinera (dans un sens ou dans l'autre), plus il aura tendance à chuter. Donc il faudra donner des ordres très faibles et observer les pertes d'altitude. Ce phénomène vient d'une part du fait que le disque rotor offrant moins de portance lorsqu'il se trouve incliné (à la limite sur la tranche il n'y a aucune portance !), l'hélico perd de l'altitude. Et d'autre part qu'à chaque ordre sur le cyclique, on "bouffe" un peu de puissance au moteur et celui-ci baisse un tout petit peu de régime. Donc le rotor tournant un peu moins vite, sa portance diminuera d'autant.

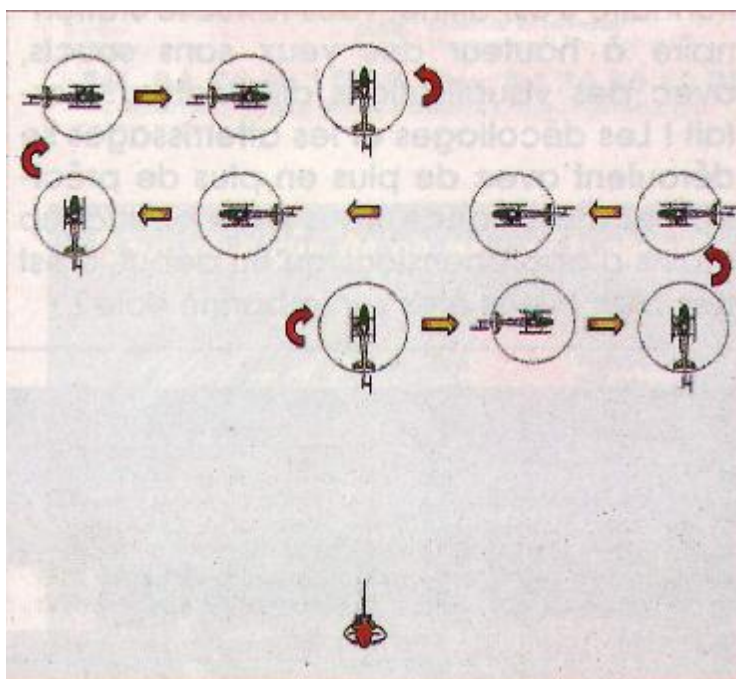
### 9.4 Notes sur la progression du pilotage

Plusieurs séances seront nécessaires pour en arriver là. Il faudra éviter de trop les espacer, car les réflexes acquis s'éteindront avec le temps, sans entraînement. Donc à chaque nouvelle séance, n'attaquez pas tout de suite un nouvel exercice, mais essayez plutôt de "confirmer" ce qui a été acquis précédemment en recommençant depuis le début. Du stationnaire jusqu'à la vue de profil, d'un côté puis de l'autre à 2 m d'altitude, puis petites translations lentes latérales et longitudinales dans un sens et puis dans l'autre. Si vous pouvez enchaîner ça au premier vol de la nouvelle séance, vous pourrez atterrir, refaire le plein, jeter un coup d'œil sur la mécanique et attaquer l'exercice suivant. Ne volez pas 10 minutes d'affilée, mais posez-vous toutes les 2 minutes par exemple, pour souffler un peu. Ensuite, redécollez et continuez.

### 9.5 Anticouple et translations

Vous et votre hélicoptère êtes prêts à attaquer la suite ? Bon, alors, on continue !

#### Circuits en zigzag







Exercices de translation longitudinale à hauteur des yeux face au vent. Il vous permettra de faire avancer l'hélicoptère devant vous, à basse vitesse bien sûr ! Il permettra aussi de commencer à utiliser l'anticouple pour faire les demi-tours. Ces demi-tours seront à faire lentement afin de corriger les attitudes en même temps. Le nez de l'hélicoptère sera remis face au vent après chaque ligne droite. Il vous permettra surtout de visualiser l'hélicoptère des 2 côtés, et presque de face. Ce sera une étape essentielle avant d'aller plus loin...

### 9.5.1 Circuits en zig-zag

Nous allons nous entraîner ce coup-ci à faire des allers et retours devant soi en translation longitudinale avec des demi-tours à l'anticouple !

Vaste programme me diriez-vous ? Ben non ! Si vous avez progressé dans l'ordre des différentes étapes décrites jusqu'à présent, celle-ci ne devrait pas vous poser de difficultés insurmontables ! Vous ne ferez que vous "promener" dans un domaine de vol connu.

Pour commencer, vous mettrez votre hélico en stationnaire comme vous avez l'habitude de le faire jusqu'à maintenant, devant vous, à 2 m de haut, et face au vent.

Faites une petite translation latérale de quelques mètres, puis stoppez-la. Une fois l'hélico stabilisé, donnez un petit ordre à l'anticouple pour le mettre presque de profil par rapport à vous, de manière à avoir le museau dirigé vers l'endroit de départ. Vous corrigerez continuellement l'attitude pour qu'il soit à plat et ne glisse pas d'un côté ou de l'autre, en avant ou en arrière. Attention à l'altitude aussi.

Ensuite, vous entamez une petite translation longitudinale à faible vitesse pour revenir devant vous à distance de sécurité. Au début, cette translation longitudinale pourra se faire légèrement en crabe ou en s'éloignant un peu, de manière à ne pas avoir le nez de l'hélico pointé vers vous.

Tournez-vous un peu si nécessaire pour vous mettre dans le même sens que l'hélico, mais par la suite il faudra essayer de ne pas changer de position.

Lorsque vous ferez de la voltige, vous n'allez pas vous rouler par terre dans tous les sens pour être dans la même position que l'hélico, non ? Bon, alors il faudra que ça rentre !

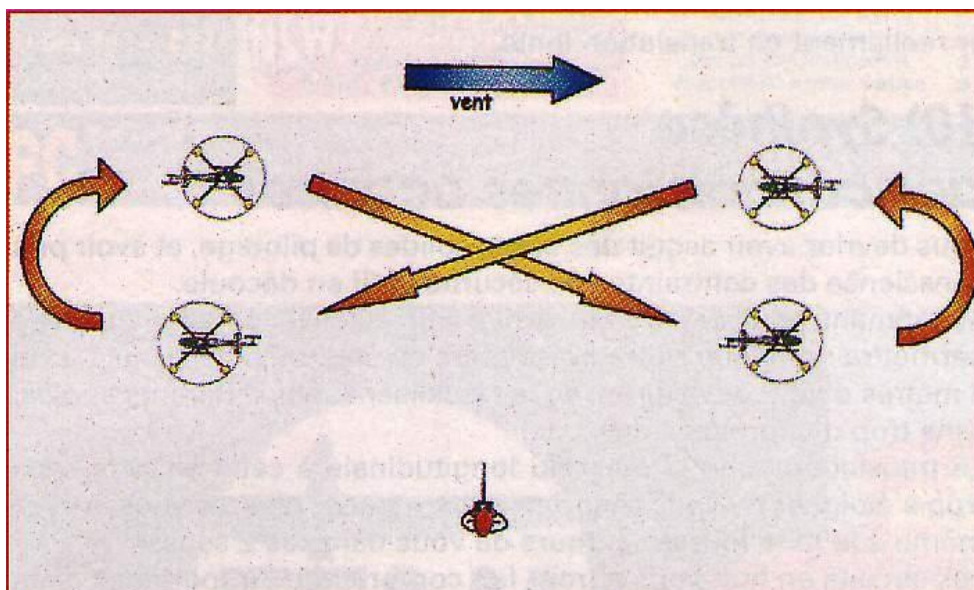
Lorsque vous arriverez devant vous, stoppez la translation et posez vous en remettant la queue de l'hélico pointée vers vous d'un coup d'anticouple (dans le bon sens, hein ?), histoire de souffler un peu ! Alors ? Ce n'est pas sympa ça ! Non ? Vous voyez que ce sont des manœuvres qui ont été apprises précédemment mais séparément. Maintenant, on les enchaîne !

Donc, au début, pas de précipitations. On démarre petit à petit, et on stoppe les translations dès qu'on est perdu !

Bon ! Ca va mieux ? Allez, on redécalle sans précipitations pour refaire la même chose mais dans l'autre sens !



### Circuits en huit



A la suite des circuits en zig-zag, il faudra s'entraîner aux circuits en huit, à une altitude constante d'environ 3 à 4 mètres. Les virages seront un coup à gauche, un coup à droite, surtout à l'anticouple. Ce sera un excellent exercice de coordinations de mouvements. Vous pourrez alterner au cours du même vol des hippodromes et des circuits en huit. La vitesse devra être lente, en la modulant avec le cyclique longitudinal. Attention au temps de vol. Ca passe vite !

#### 9.5.2 Circuits en huit

Petit à petit, vous vous sentirez plus à l'aise, et vous pourrez enchaîner les allers et retours devant vous en évitant de laisser la machine prendre de la vitesse en cabrant un peu pour la "retenir" ! Vous ferez ainsi des sortes de huit à plat très lents, sur une distance de 10 m environ, à 3 ou 4 m d'altitude, en enchaînant les virages à gauche et à droite avec l'anticouple. Attention de ne pas se laisser griser par le succès de cette nouvelle aventure.

Par la suite, lorsque vous ferez vos virages sans vous arrêter (pas encore, mais ça viendra !), il faudra légèrement incliner l'hélicoptère avec le cyclique latéral pour éviter qu'il ne dérape à plat dans le virage. Donc lors de l'action de l'anticouple en translation, inclinaison au cyclique latéral dans le même sens mais de manière presque imperceptible (et remise à plat dans la foulée, bien sûr !).

#### 9.6 Excès de vitesse

Le plus gros problème lors des premières translations lentes, c'est de ne pas se rendre compte que l'hélicoptère ne demande qu'à vous échapper et à accélérer (oh ! Le bougre !). Il est à 2 m de haut, vous avez les yeux rivés sur lui, et vous ne voyez presque plus le sol. Seul son bruit et son attitude captivent votre attention.

Dès que notre ami sera un peu incliné (dans n'importe quel sens), et que vous aurez mis un peu de gaz pour éviter la perte d'altitude, il commencera sournoisement à accélérer de lui-même, sans augmentation du régime moteur, sans qu'on s'en rende compte.

Pour les translations avant, si ça vous arrive, gardez votre calme surtout, c'est vous le



maître !

Cabrez un peu pour lever le nez. L'hélico ralentira de lui-même, en montant un peu.

Lorsqu'il sera arrêté, repoussez le manche pour le remettre à plat, et baissez un peu les gaz pour redescendre à notre altitude de travail, ou pour le poser si vous êtes paniqué ! Il vaudra mieux atterrir à 30 m de soi, doucement et bien à plat que tenter de le ramener vers vous avec les risques de reprise de vitesse ! Dans ce cas, allez vers lui pour lui expliquer la vie, et remettez le dans le droit chemin

Pour les translations latérales ou en marche arrière, si l'hélicoptère accélère, son empennage vertical fera avec le vent relatif un effet de girouette, ce qui remettra en principe l'hélicoptère en marche avant. Mais avant de prendre suffisamment de vitesse pour en arriver là, il pourra faire du chemin. Alors soyez vigilant, et ne le laissez pas vous échapper.

Remarques : Pour résumer un peu, on se rendra compte que le manche de cyclique longitudinal permet de jouer sur la vitesse, et celui de gaz/pas permet de jouer sur l'altitude. Le pilotage en translation n'est qu'une savante gestion entre ces deux commandes. Bien entendu, les autres commandes permettent de contrôler l'inclinaison (cyclique latéral) et en principe, la direction de vol (anticouple)...

### ***9.7 Effet de l'anticouple sur l'altitude***

L'altitude sera à surveiller attentivement aussi, car si une action sur l'anticouple "bouffe" un peu de puissance au moteur dans un sens, il en restituera dans l'autre. Ben oui ! Pour un rotor tournant à droite par exemple, le couple de rotation du fuselage étant moins "contré" lors d'un ordre à gauche, on diminue en fait l'action du rotor anticouple. De ce fait la puissance utilisée habituellement par celui-ci est "restituée" en quelque sorte au moteur. Donc, celui-ci tournant un poil plus vite, le rotor fait de même, la portance augmente, l'hélicoptère monte...

Pour un ordre à droite, on accentue l'efficacité du rotor anticouple, donc on "bouffe" un peu plus d'énergie au moteur, donc celui-ci ralenti un poil, le rotor fait de même, la portance diminue un peu, l'hélicoptère tend à chuter...

Pour un rotor tournant à gauche, c'est l'inverse !

### ***9.8 Vol circulaire***

Non, non ! On ne va pas lui accrocher une ficelle aux patins et le faire tourner comme une fronde ! Mais pas loin !

Le but du jeu maintenant est donc de s'entraîner à le faire tourner autour de soi dans un sens et puis dans l'autre en marche avant, en translation très lente !

Bon, il faudra que ce jour-là il n'y ait pas de vent (ou très faible), car ça compliquerait les choses (surtout en vent arrière).

Partant du stationnaire, toujours à 2 ou 3 mètres d'altitude et à 5 ou 6 mètres de vous environ, vous donnez un petit ordre à l'anticouple à gauche par exemple, de manière à voir son profil gauche.

Pas de problèmes ? Si ? Alors entraînez-vous dans cette position en stationnaire jusqu'à que vous maîtrisiez la chose !

OK ? Bon ! Allez, un peu de cyclique avant, et on remet à plat. Il va commencer à se déplacer en principe en marche avant à faible vitesse. S'il accélère trop, un coup de cyclique arrière pour le ralentir !

Attention à ce qu'il ne vienne pas sur vous... Mettez-vous parallèle à lui, si vous avez encore des difficultés pour appliquer les ordres de cyclique latéral.

Il avance lentement, tout va bien ! Mettez un zeste d'anticouple à gauche et relâchez, histoire de virer à plat et de revenir un peu sur vous. Attention à l'altitude et à son



attitude. S'il s'arrête, repoussez le cyclique en avant, et relâchez. En fait, donnez de brefs ordres en tirant et en poussant un peu pour essayer de maintenir une vitesse lente constante.

Avec l'anticouple, continuez à le faire pivoter sans jamais le mettre nez face à vous, et aidez-vous avec un peu du cyclique latéral à gauche (un tout petit peu, hein ?) pour éviter qu'il glisse en crabe, et surtout pour éviter qu'il ne s'incline dans le mauvais sens. Si le mouvement s'accélère, remettez-le tout à plat et essayez de le ramenez vers vous en remettant la queue pointée vers vous avec l'anticouple (domaine de vol normalement assimilé !). Si ça ne va toujours pas, posez-vous lentement, soufflez un grand coup, repositionnez-vous et reprenez l'exercice.

Au début, vous avez le droit de faire des morceaux de lignes droites, de pivoter légèrement et de refaire une branche droite, etc.

Attention à ce que personne ne se trouve sur la trajectoire (pilotes, curieux, etc.). Essayez de tourner ainsi jusqu'au point de départ, sans prendre de vitesse, et à une distance de sécurité constante par rapport à vous. Cool ! Non ? Ça rentre doucement, mais sûrement !

Bien entendu, il faudra s'entraîner dans un sens et puis dans l'autre, mais ça, vous commencez à le savoir !

### ***9.9 On s'éloigne un peu ?***

Le vol circulaire permettra de faire avancer l'hélicoptère en cercle autour de vous. Si vous faites des tronçons de ligne droite, vous pourrez faire des branches de plus en plus longues, après être monté à 3 ou 4 mètres, et faire tourner ainsi votre machine plus loin de vous.

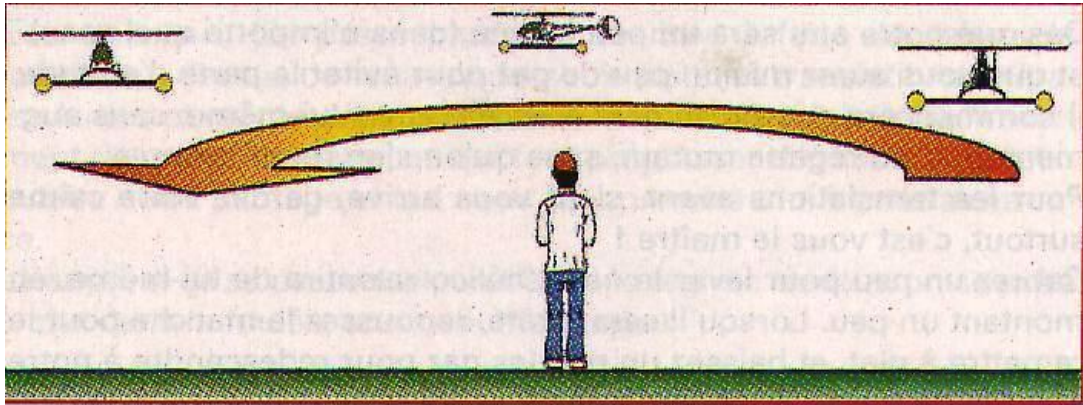
Ne montez pas trop et ne vous éloignez pas beaucoup (10 m au maximum).

Faites vos virages surtout avec l'anticouple (je sais, je rabâche !) car c'est la commande essentielle pour cette action. Le cyclique latéral permettant surtout de le maintenir à plat ou légèrement incliné dans le sens du virage.

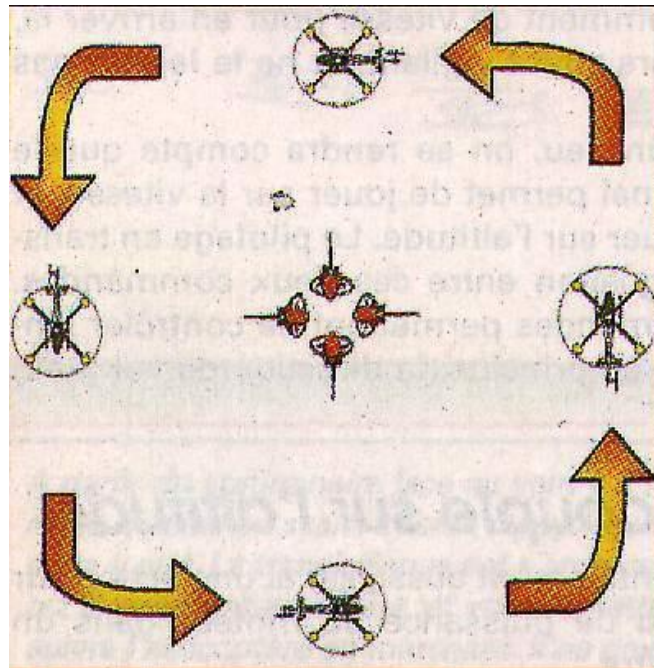
Attention aux prises de vitesse et d'altitude, notre hélicoptère n'est pas encore équipé de bons freins (voir étape suivante) ! Avancez lentement, et tout se passera bien.

Habituez-vous à voir et diriger l'hélicoptère d'un peu plus loin, en faisant des circuits à gauche, à droite, et en huit.

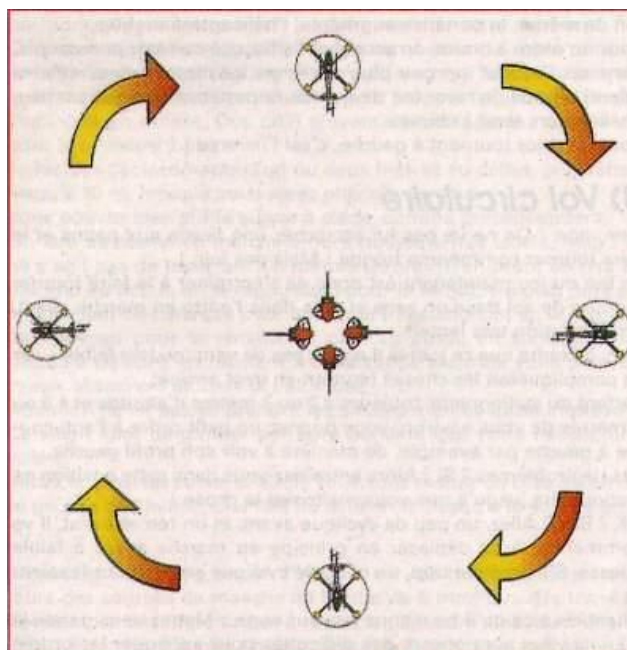
Petit à petit, sans vous en rendre compte, vous commencerez à partir réellement en translation lente.



***A distance de sécurité (5 mètres de vous), faites tourner l'hélicoptère autour de vous en avançant à très basse vitesse. Dès qu'il accélère, il faut le ralentir en cabrant un peu, afin de ne pas se laisser surprendre. Il faut le voir de profil, à chaque fois. Pour un virage à gauche, il faudra mettre de l'anti-couple à gauche. Exercice à faire dans les deux sens.***



Parcours carré au début Il faudra faire de courtes lignes droites. Puis après l'avoir stoppé, vous ferez une petite rotation avec l'anticouple, et vous recommencerez une autre ligne droite. Vous continuez ainsi de suite, jusqu'à faire un tour complet. Petit à petit, vous mettrez de l'anticouple en avançant pour faire un parcours circulaire sans interrompre la vitesse (qui doit être très faible !). Une très légère inclinaison au cyclique latéral sera nécessaire. Sinon, l'hélicoptère fera un dérapage à plat... Dans tous les cas, un contrôle permanent de l'altitude et des attitudes sera à faire.



Dans le même ordre d'idée, on pourra s'entraîner à faire tourner son hélicoptère autour de soi en translation latérale en le voyant de dos (c est plus facile !). Les déplacements se feront par à-coups, histoire de ne pas prendre de vitesse. Veillez aux attitudes. C'est un exercice à faire lorsque le vent sera nul ou très faible. Il faudra utiliser l'anticouple dans le même sens que le cyclique latéral, et le cyclique longitudinal en cabrant à peine, histoire de ne pas s'éloigner de trop... Veillez aux attitudes. Cet exercice sera à faire dans les 2 sens

Vous pourrez combiner une translation longitudinale, avec des demi-tours circulaires comme le montre cet exercice pour revenir au point de départ.

### ***9.10 Synthèse des connaissances acquises***

Vous devriez avoir acquis des bases solides de pilotage, et avoir pris conscience des contraintes de sécurité qu'il en découle.

Maintenant, vous devriez être arrivé à un stade de pilotage qui vous permettra de piloter votre hélicoptère en stationnaire jusqu'à 2 ou 3 mètres d'altitude environ, en le visualisant sous différents angles, sans trop d'appréhensions.

La translation lente latérale ou longitudinale à cette altitude sans trop s'éloigner ne vous chagrira pratiquement plus, et vous arrivez même à le faire tourner autour de vous dans les 2 sens.

Les circuits en huit vous auront fait comprendre l'importance de la commande d'anticouple pour le pilotage d'un hélicoptère. Par rapport à l'avion, avec lequel on peut piloter sans toucher la dérive (NDLR : mais c'est mieux avec, quand même, pour faire de jolis virages !), l'hélico nécessite un pilotage avec cette commande, c'est obligatoire. On parlera par la suite de domaine de vol connu, dans lesquels vous vous sentirez bien. N'espaced pas trop les séances de vol (météo, réparations, repas familiaux, etc.) pour éviter la stagnation et le découragement.

Par moment, vous aurez l'impression d'avoir un peu perdu ce qui a été acquis la séance précédente. C'est normal, surtout en cas de casse !



Il faudra progresser dans ces différents exercices que lorsque vous vous sentirez prêt à le faire, et que toutes les conditions seront réunies afin que vous vous sentiez bien (pas trop de vent, pas trop de monde sur le terrain, bien dans sa tête, etc.).

Il y aura de temps en temps au fur et à mesure de la progression jusqu'à ce niveau comme des "déclics" psychologiques qui feront que vous vous sentirez plus à l'aise, et qui vous donneront la motivation pour vous lancer dans l'exercice suivant.

Cette motivation pourra être aussi donnée par la présence d'autres pilotes hélicos qui créeront une émulation sympathique qui ne pourra qu'être bénéfique. Des visites aux clubs hélicoptéristes voisins ou à des rencontres hélicos organisées par eux seront très motivantes aussi. N'hésitez pas à faire le déplacement, avec ou sans votre machine. Vous trouverez, si vous n'êtes pas trop sauvage (!), des conseils inestimables !



# Dixième Partie: Le Mode Transition

Il est temps maintenant de modifier quelques paramètres sur votre machine, ou plutôt sur la radiocommande.

Ne vous inquiétez pas, je vais vous révéler plus loin en détail les raisons de ces modifications.

Mais il ne faudra pas faire n'importe quoi ou passer outre les recommandations suivantes sous prétexte que vous commencez à maîtriser la bête, que ça y est, plus rien ne peut vous arriver !

Non ! Il y aura encore plein de nouvelles choses à apprendre, qui vous permettront d'atteindre un niveau de pilotage insoupçonné ! Trêve de plaisanteries, ne nous égarons pas !

**Important :** Les réglages que je vais vous indiquer seront donnés à titre indicatif. Ce sera un principe de réglage. En effet, les courbes de gaz sont assez délicates à parfaitement régler, tout dépend de la puissance du moteur, du carburant utilisé, des conditions météo, etc.

Aussi un ajustage des courbes de gaz et de pas sera peut-être nécessaire, mais vous aurez en principe acquis le savoir pour... Savoir ce qu'il faut faire !

## ***10.1 Pourquoi ? Ca marchait si bien !***

La "manip" que nous allons effectuer maintenant consistera à rendre notre hélicoptère plus docile pour vous permettre d'évoluer dans un autre domaine de vol que nous allons bientôt aborder.

Ce sera une deuxième étape dans le processus de modifications des réglages, qui prendra un terme lorsqu'on en sera à pratiquer les premières évolutions en voltige extrême (3D), si le cœur vous en dit, et si votre radiocommande le permet !

Je vous indiquerai seulement le principe de réglage, car suivant le type ou la marque de votre radiocommande, ceux-ci ne seront que partiellement accessibles et possibles.

Aussi, une consultation approfondie de la notice de votre radiocommande sera nécessaire pour savoir ce qu'il vous sera possible de modifier.

Mais vous aurez là les gros principes de modifications avant d'entamer les exercices suivants.

Si votre radiocommande le permet (normalement oui), ces nouveaux réglages devront être activables par un interrupteur dédié à cette fonction (présélections, Idle-up, régime de vol, etc.). Car ce mode normal que nous connaissons bien devra quand même être maintenu et accessible mais réservé aux démarrages et à la mise en rotation du rotor. Nous appellerons ce nouveau mode : le mode transition.

Alors, vous allez me dire, pourquoi faire ces modifications ? Je vais vous le dire !





Réglage du carburateur et du pas collectif en fonction du manche gaz/pas en mode transition

**Moteur plein gaz (100%).** **+8° à l'incidence mètre.**

Manette gaz/pas plein gaz (100%), le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de +8°.

**Moteur  $\frac{3}{4}$  de gaz (75%).** **+6° à l'incidence mètre.**

Manette gaz/pas à 75%, le carburateur est ouvert au  $\frac{3}{4}$  (75%). Le moteur tourne entre mi-gaz et plein gaz. Le pas collectif est de +6°.

**Moteur mi-gaz (50%).** **+4° à l'incidence mètre.**

Manette gaz/pas au neutre (50%), le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de +4°. C'est le pas du stationnaire.

**Moteur sous le mi-gaz (35%).** **0° à l'incidence mètre.**

Manette gaz/pas à 25%, le carburateur est ouvert entre moitié et ralenti (35%). Le moteur tourne en dessous du mi-régime. Le pas collectif est de 0°.

**Moteur mi-gaz (50%).** **-4° à l'incidence mètre.**

Manette gaz/pas au «ralenti» (0%), le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de -4°.



## 10.2 But du jeu

Il s'agira en fait de modifier le pas mini et d'activer les présélections de gaz et de pas pour nous permettre de descendre correctement dans les meilleures conditions possibles d'une altitude supérieure à ce qu'on avait l'habitude de pratiquer jusqu'à présent.

Rappelez-vous que notre courbe de gaz variait de 0 à 100%, et celle du pas de 0° à +8°. C'est le mode « normal » bien connu maintenant, qui nous aura permis de démarrer notre machine et de la faire voler en stationnaire et en translation très lente près du sol. De plus, lorsque vous débutiez, si vous coupiez les gaz violemment en cas de panique, l'hélicoptère ne se plaquait pas violemment au sol.

Mais vous savez depuis longtemps ralentir progressivement en cas de panique et puis maintenant vous ne paniquez plus !

Mais lorsque notre hélicoptère aura pris un peu d'altitude, il faudra bien le faire redescendre ! Et si possible en douceur, pas en piqué !

De plus, si on veut ralentir notre bolide épris de vitesse dans de bonnes conditions, il faudra pouvoir le freiner sans se faire peur !

En maintenant nos réglages : si on baissait le pas vers 0° le moteur ralentirait aussi et perdrait ses tours. Ah, oui ! Immanquablement, ça redescendra ! Doucement au début ! Mais de plus en plus vite lorsque le rotor aura ralenti aussi ! Mais lorsque vous remettrez du pas pour le freiner, le moteur devra relancer le rotor et les secondes qui s'écouleront vous sembleront bien longues avant de voir une quelconque tentative de redressement de la situation !

Pour ma part, j'en suis passé par-là, ayant été débutant aussi, mais seul dans mon coin !

Lors d'une prise d'altitude conséquente au début de mes translations rapides (une vingtaine de mètres) et que j'ai baissé le pas pour redescendre (je n'avais pas encore saisi le pourquoi des modifications !), l'hélicoptère (un Concept 30) s'est mis à ralentir et à descendre doucement. Mais la descente s'est mise rapidement à accélérer et après avoir réagi en remettant les gaz à fond, le moteur a daigné repartir et a relancé le rotor. La ressource s'est faite à 2 mètres du sol plein gaz, avec le palpitant en surrégime !

J'ai modifié les réglages et depuis, ça se passe beaucoup mieux !

En plus, lors d'un passage à fond la caisse en translation rapide, si vous voulez ralentir rapidement pour le stopper devant vous par exemple (si, si, vous le ferez !), vous ne pourrez pas ! Car le moteur se mettant au ralenti lorsqu'on baissera le pas, on ne voudra pas le baisser de beaucoup. Donc, presque à mi-gaz, le pas étant encore de quelques degrés, l'oiseau ne ralentira pas et si vous tirez sur la profondeur en même temps, il montera. Enfin, vous voyez le topo ?

## 10.3 Retour à l'atelier

### 10.3.1 Commençons par l'émetteur d'abord

Il faudra activer la présélection en branchant un interrupteur dédié à cette fonction (s'il n'est pas présent).

Ensuite, allez au menu de présélection et activez le fameux interrupteur. Vérifiez que la fonction est active sur le menu concerné.

Les paramètres que vous allez modifier ne le seront que dans ce menu. En désactivant la présélection par le bouton, il faudra absolument pouvoir revenir en mode normal.

Ainsi, sur le terrain, pas besoin de pianoter, il suffira d'actionner l'interrupteur pour passer du mode normal au mode présélection et inversement.



Encore une fois, potassez la notice de la radiocommande pour vous familiariser avec ces diverses manipulations.

### 10.3.2 Pour le pas ensuite

Prenez votre incidence mètre et, au calme sur l'établi, relevez les valeurs et pianotez sur votre clavier.

Votre manche de gaz/pas fait varier celui-ci de 0° à +8° d'un bout à l'autre de sa course en mode normal. Avec, en position neutre, le pas de stationnaire qui est généralement de +4°.

Ceci étant valable pour un stationnaire manche gaz/pas au neutre, comme je l'ai souvent précisé beaucoup plus haut.

Donc à partir de là, il faudra descendre le pas mini à -4°, en mode présélectionné. La variation de pas du neutre jusqu'au pas maxi ne changeant pas.

La courbe de pas aura donc les valeurs suivantes : -4° / +4° / +8° pour une courbe en 3 points.

Si votre courbe est à 5 points, on mettra ces valeurs en points extrêmes et on "lissera" la courbe de manière à avoir les valeurs suivantes:

-4°	0°	4°	6°	8°
-----	----	----	----	----

Au niveau des points de programmation, ça donnera ceci si vous m'avez suivi:

0%	25%	50%	75%	100%
----	-----	-----	-----	------

Le manche au milieu (50 %) donnant dans les 2 cas un pas de stationnaire de +4°, qui lui je le rappelle ne change pas.

Modifiez si nécessaire la position des tringles sur le palonnier du servomoteur de pas collectif ou le renvoi de la commande pour atteindre ces valeurs.

Mais normalement, il n'y en a pas besoin. Si vous avez respecté mes recommandations du chapitre réglage, votre montage pourra "donner" ce pas (-4°) sans modification de tringleries.

### 10.3.3 Enfin, pour les gaz

En mode normal, ce manche de gaz/pas fait varier l'ouverture du carburateur de 0 à 100% d'un bout à l'autre de sa course avec les valeurs suivantes:

0%	25%	50%	75%	100%
----	-----	-----	-----	------

En position neutre, le carburateur est ouvert à 50%, soit à mi-gaz.

On ne changera pas sa course du mi-gaz à plein gaz (puisque l'on n'a pas modifié le pas du neutre au maxi). Mais celle du mi-gaz au ralenti sera modifiée et la courbe prendra les valeurs suivantes au niveau points de programmation:

50%	35%	50%	75%	100%
-----	-----	-----	-----	------

Comme repère, on regardera qu'à -4° et +4° (pas mini, et pas manche au neutre), il y ait la même ouverture du carburateur (50 % dans les 2 cas) et qu'à 0° (position du manche à 25 %), le carburateur soit un peu plus fermé (35 %).

Si votre radio ne permet pas de programmer précisément ces courbes, on baissera le pas mini à -4° sans changer le pas au neutre ni le pas maxi et pour les gaz on augmentera le ralenti jusqu'à 40 (la valeur du point milieu ne changeant pas, sur les



radiocommandes permettant le pilotage d'un hélicoptère).

C'est (entre autre) ce qui différencie les radiocommandes "bas de gamme" et les autres, les possibilités d'évolutions dans ces réglages.

Donc, je ne peux vous donner plus de précision dans ces réglages, les possibilités de ceux-ci étant variables d'une radio à l'autre. Une consultation approfondie de la notice étant encore une fois fortement recommandée !

Information : Si vous vous apercevez en vol que le moteur tend à s'emballer, par exemple, sur une position de manche, il ne faudra pas hésiter à reprendre le réglage de la courbe correspondant à la position du manche. Par exemple, si lorsque le pas est à 0° (manche à 25 %) le moteur accélère, il faudra diminuer de quelques points son régime à cette position, et inversement.

C'est un réglage possible et parfois nécessaire qui ne peut se faire que sur le terrain. Vérifiez 2 fois plutôt qu'une si vous n'avez pas modifié les réglages originaux du mode normal en comparant le pas et le carburateur d'une sélection à l'autre. Puis vérifiez aussi (à tête reposée) les bonnes valeurs de courbe que vous aurez mises. Normalement, les valeurs ne changent pas de la position neutre jusqu'au plein gaz/pas. Prenez des notes pour retrouver les anciennes valeurs en cas de fausse manipulation... Vous retrouverez ces indications dans le résumé pour les réglages.

## **10.4 Retours au terrain**

### **10.4.1 Nouvelles précautions**

Avec ces nouveaux réglages, il faudra être encore plus vigilant lors des procédures de démarrage. En effet, il faudra bien repérer la position de l'interrupteur de présélection, pour démarrer au ralenti, présélection coupée.

Si vous tentiez le démarrage avec cette fonction activée (volontairement ou non), le moteur partirait à mi-gaz, voire presque plein gaz suivant les réglages. L'embrayage collerait de suite et votre hélicoptère risquerait de se plaquer violemment vers vous (sa queue sur votre bras... de manière affectueuse !). Même si vous teniez fermement le rotor, la situation risquerait de devenir désagréable et dangereuse pour vous, et pour l'embrayage.

Donc, il faudra être extrêmement vigilant sur ce point.

### **10.4.2 Vérification de la non-régression**

Procédons donc au démarrage, présélection coupée et faisons un petit stationnaire en mode normal, pour voir si tout est OK.

Tout va bien ? Bon, parfait. Reposez-vous (enfin, l'hélico, pas vous !) et maintenez les gaz en dessous de la vitesse de décollage.

Le rotor a toujours ses tours, mais l'hélicoptère n'a aucune tendance à décoller. Parfait ! Basculez maintenant votre interrupteur miracle, et soyez prêt à contrôler toute tentative de décollage. Le régime moteur se modifie lentement ? Bien !

Remettez un peu de gaz, et redécolliez. Petit stationnaire, tout va bien, tintin Partez doucement en translation lente devant et autour de vous, à droite et à gauche. C'est toujours OK ?

Bon ! Vous voyez ? La modification n'a pas perturbé tellement le pilotage dans le domaine de vol que vous connaissez si bien maintenant ! Elle n'est pas belle la vie ? !



**Attention : Lorsque vous atterrirez et que vous couperez les gaz, ceux-ci repartiront ! Attention ! Donc, après l'atterrissage, pensez à rebasculer l'interrupteur en mode normal pour pouvoir baisser le régime moteur et l'arrêter. C'est un nouveau réflexe qu'il faudra acquérir (Un de plus !).**

### ***10.5 Prenons de la hauteur***

Jusqu'à présent, les vols ne dépassaient pas 2 à 3 mètres d'altitude environ.

Maintenant, il est temps de s'éloigner un peu plus du sol pour exploiter un nouveau domaine de vol qui nous permettra par la suite un peu plus de fantaisie !

Choisissez un jour sans vent pour le début.

A partir d'un stationnaire à 2 m, en regardant l'oiseau de profil, présélection enclenchée, essayez de prendre un peu plus d'altitude que d'habitude. Disons 5 à 6 mètres, environ. Mettez juste un peu plus de gaz que d'habitude pour monter lentement à la verticale, en veillant à ce qu'il ne parte pas en marche arrière ou sur le côté.

Stoppez l'ascension en rebaissant un peu les gaz et essayez de maintenir un petit stationnaire à cette altitude. Attention aux attitudes car à cette distance, on le voit déjà un peu moins bien. Et puis c'est le dessous du bestiau que vous voyez, maintenant ! Veillez simplement aux glissades. S'il partait en marche arrière, il faudrait pousser le cyclique longitudinal en avant pour le stopper.

### ***10.6 Sachez redescendre***

Pour redescendre, il faudra obligatoirement partir en translation lente en avant, face au vent, pour éviter qu'il ne rentre dans son tourbillon. Le rotor créant un tourbillon sous lui (vortex), si jamais l'hélicoptère redescendait rapidement là dedans, il perdrait rapidement de l'altitude et même plein gaz, il pourrait ne pas se rétablir. La seule solution est d'avancer en descendant pour éviter tout problème.

Lorsqu'il y a du vent, le vortex est chassé derrière l'hélicoptère, et le risque est fortement diminué. Redescendez donc lentement en prenant une pente à 45° en marche avant, avec le fuselage à plat. Il suffit (!), lorsqu'il avance, de baisser un peu plus les gaz, en même temps qu'on contrôle le cyclique longitudinal. Vous verrez que le manche des gaz sera baissé plus que d'habitude et que le rotor aura un bruit différent (il émettra une série de claquement sec d'une sonorité grave). C'est que le pas sera aux alentours de 0° et que les filets d'air le feront savoir

Si la vitesse verticale augmentait, remettez un peu de gaz sans précipitations et maintenez une attitude horizontale. Si la vitesse horizontale augmentait, tirez un peu sur le cyclique longitudinal pour le freiner sans le mettre trop en cabré.

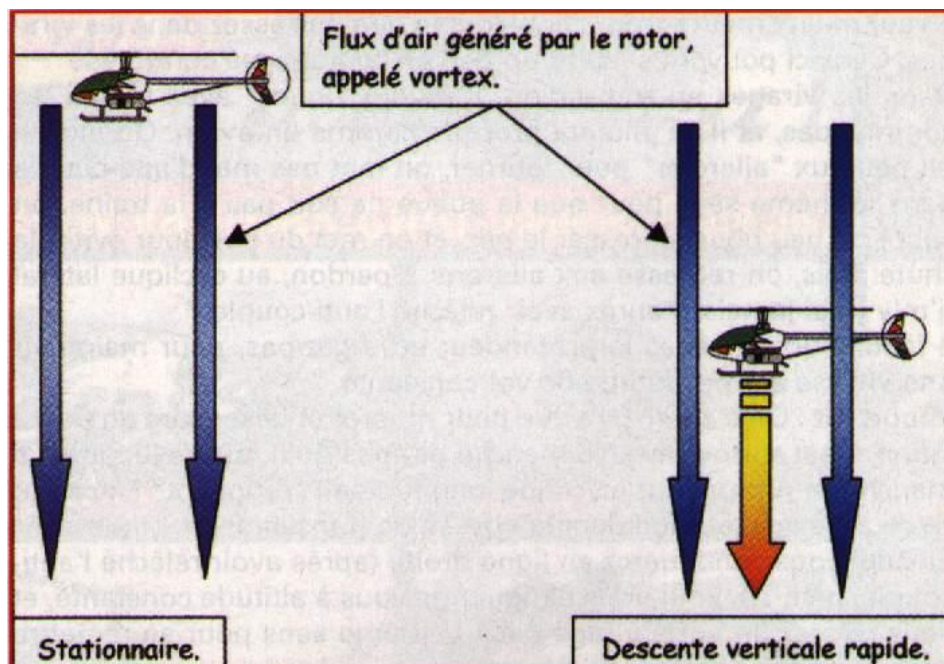
Si par hasard la bestiole s'éloignait trop de vous, stoppez la descente par une remise douce des gaz, donnez un ordre à l'anticouple et un poil de cyclique latéral dans le même sens pour le faire revenir vers vous. Contrôlez son attitude (retour à plat).

C'est un peu le même genre d'exercice que précédemment, mais à une altitude supérieure, avec une vision différente de la bestiole

Ah oui ! Il faudra faire cet exercice dans les 2 sens (vue côté gauche, et côté droit), bien sûr !



### Descentes Verticales



A gauche, l'hélicoptère est en stationnaire. Le rotor "prend" de l'air statique au dessus de lui et le refoule vers le bas. Il génère un flux d'air vertical descendant appelé le vortex.

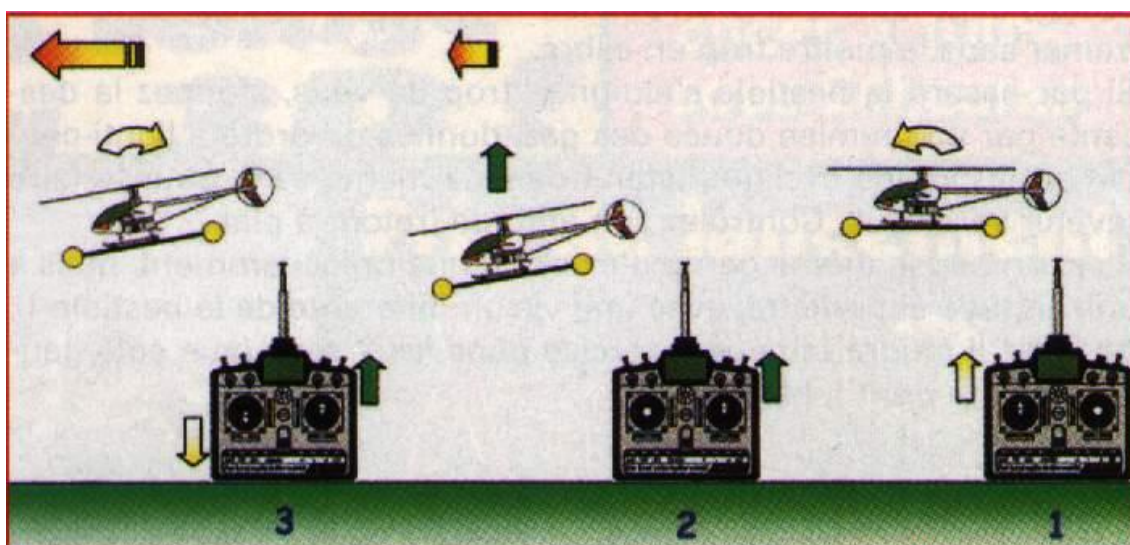
A droite, si l'hélicoptère descendait rapidement dans son vortex, son rotor "cherchera" de l'air statique. Comme cet air possède déjà une vitesse verticale, le rotor ne pourra pas "prendre appui" dessus.

L'hélicoptère prendra donc rapidement de la vitesse vers le bas pour retrouver un air stable : le rotor décroche ! Il y a danger !

La solution pour s'en sortir est de pousser le cyclique longitudinal pour dégager vers l'avant et de mettre plein gaz...

Sinon, il faut éviter de descendre rapidement à la verticale !

### Départ En Translation

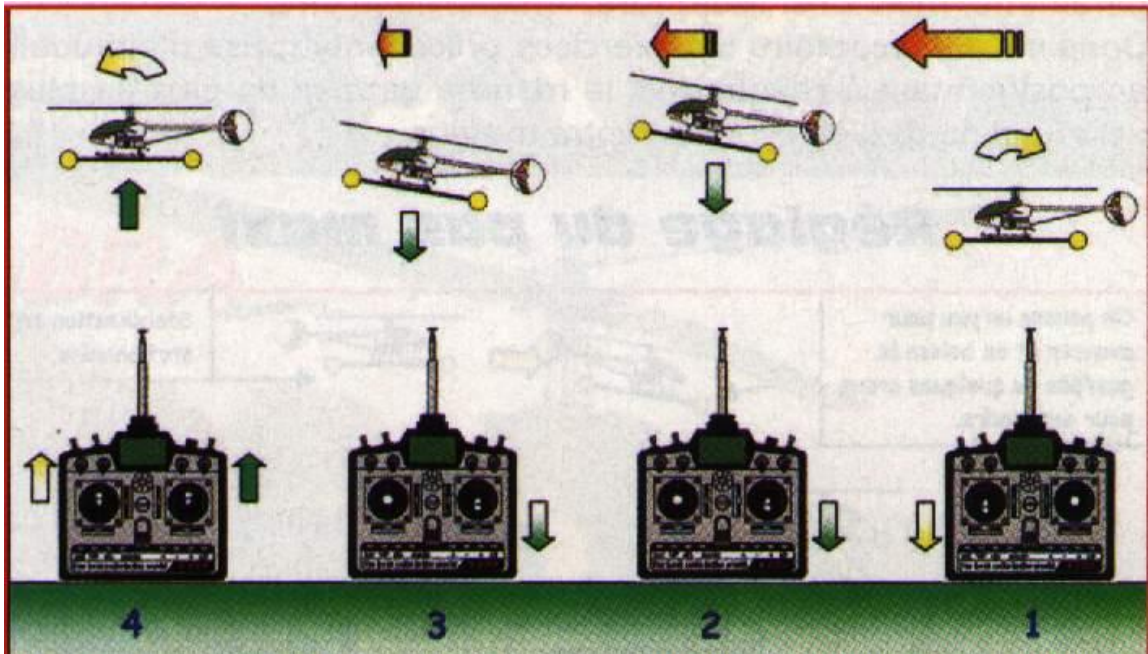




Départ en translation:

- 1) A partir du stationnaire, on pousse un peu sur la profondeur pour l'incliner en avant.
- 2) On lâche la profondeur dès qu'il a pris une petite incidence à piquer, et on met un peu plus de gaz/pas pour éviter qu'il ne descende.
- 3) On contrôle les attitudes, et on cabre un peu sil le faut pour ralentir.

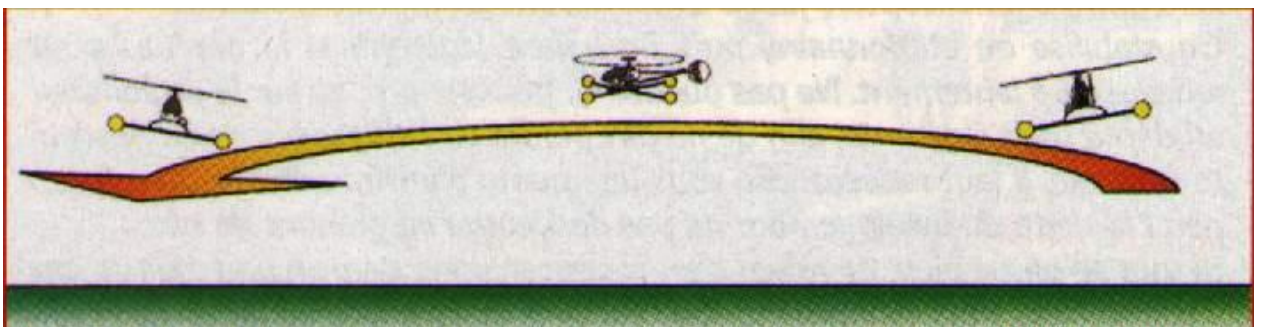
Arrêt De Translation



Arrêt d'une translation :

- 1) En fin de translation à attitude constante, on commence à cabrer un peu pour ralentir.
- 2) Il faudra réduire le gaz/pas pour éviter une montée. Il faudra lâcher la profondeur si l'hélico cabre de trop (à la limite, on repousse un peu, on contrôle, quoi!).
- 3) Dès l'arrêt il faudra se préparer à pousser sur la profondeur, pour retrouver une assiette horizontale.
- 4) On remettra du gaz/pas et on contrôlera les attitudes lorsque l'hélicoptère sera arrêté.

Comment Faire Un Virage





Exemple d'un virage à gauche en translation (lente ou rapide) à altitude constante.

- On incline à peine à gauche avec le cyclique latéral (ailerons) et on lâche.
- On met beaucoup d'anticouple à gauche (dérive) et on la maintient.
- On tire à peine avec le cyclique longitudinal (profondeur) si l'hélico pique du nez.
- On ajoute un peu plus de gaz/pas s'il descend (il va descendre !).
- A la fin du virage, on redresse au cyclique latéral à droite, après avoir lâché la dérive et la profondeur. On pousse un peu pour redonner de la vitesse s'il le fallait.
- On réduit un peu le gaz/pas s'il monte.

### **10.7 Réglage du pas maxi**

Maintenant que vous arrivez à prendre de la hauteur (jusqu'à une dizaine de mètres) et à redescendre en avançant lentement, vous arrivez à un stade où il est temps de régler un petit paramètre qui vous évitera bien des ennuis !

Je veux parler du pas maxi.

En effet, il faudra vérifier qu'en mettant plein gaz, le régime du moteur ne s'écroule pas ou ne s'emballe pas sous l'effet de la charge (pas maxi de + 8°).

Suivant le type de motorisation, la puissance disponible est variable. Il se peut que sur votre hélicoptère il ne faille pas retoucher ce paramètre, mais c'est assez rare, il faut bien le dire.

Donc vous allez refaire les exercices précédents (prise d'altitude), en positionnant à chaque fois le manche gaz/pas de plus en plus vers le plein gaz, en écoutant votre moteur.

Si son régime ne varie pratiquement pas, poursuivez jusqu'à finir par faire des montées plein gaz (en accélérant lentement, pour ne pas "surprendre" le moteur !).

Si le régime ne varie pas, c'est gagné, vous n'avez rien à retoucher.

Si le régime augmente, il faudra augmenter le pas maxi de +8° à +9° par exemple. La charge du moteur augmentant, il n'aura plus envie de s'emballer.

Si le régime s'écroule (gaffe à ce qu'il ne s'étouffe pas, en accélérant doucement, sans brusquerie), baissez le pas maxi de +8° à +7°. Parfois, un 1/2° de pas fait la différence.

Sur certaines radios, un menu particulier (réglage du pas maxi) est disponible. Sinon, la modification sera faite directement sur la programmation de la courbe de pas en mode présélection.

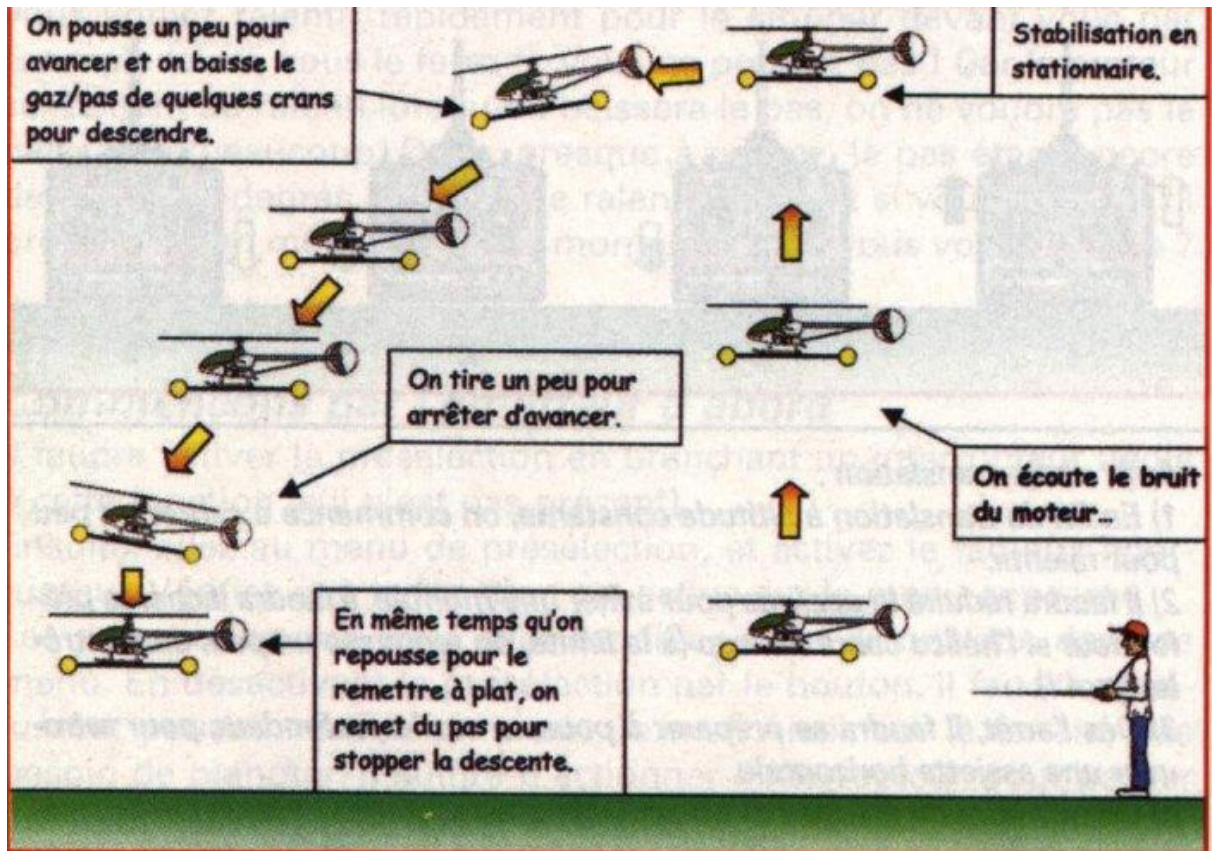
On en profitera par la même occasion pour peaufiner le réglage du pointeau du moteur, plein gaz. Il faut que celui-ci soit toujours un peu riche. La fumée sortant du pot d'échappement donne une indication de richesse.

Plus il y en a, plus le moteur tourne riche. Si vous fermez trop le pointeau, la fumée sera moins dense. Celle-ci doit donc être relativement importante et quasiment constante. Le bruit du moteur devra être une sorte de gazouillement (difficile à décrire !) mais pas un miaulement aigu, signe qu'il est un peu pauvre. S'il gargouille avec des ratés, c'est qu'il est trop riche.





### Réglage du pas maxi



Pour régler le pas maxi, on fait un stationnaire devant soi, à hauteur des yeux. Dans un premier temps, on augmente le gaz/pas de 2 ou 3 crans pour faire grimper l'hélicoptère jusqu'à une dizaine de mètres d'altitudes.

On stabilise en stationnaire puis on baisse légèrement le gaz/pas pour redescendre lentement. Ne pas oublier de pousser un peu sur la profondeur au début de la descente, afin de ne pas perdre de l'altitude par une descente verticale. Il faut redescendre sous une pente d'environ 45°. Redressez un peu l'assiette du fuselage pour ne pas descendre en piquant du nez...

Si tout se passe bien, on refait d'autres ascensions avec un peu plus de gaz à chaque fois, pour finir par monter plein pot (en mettant à fond lentement). N'accélérez pas d'un coup, le moteur risque d'accuser le coup et caler si le réglage n'est pas correct.

A chaque montée, il faudra écouter le moteur.

Si le moteur ne change pas de régime (ou augmente un poil de régime), on ne touche à rien, c'est tout bon !

S'il baisse de régime pendant la montée, baissez rapidement le gaz/pas (pas à fond ! Hein?) et posez-vous pour diminuer le pas maxi. Il est trop chargé.

Si le moteur accélère, il faut l'augmenter. Il n'est pas assez chargé.

Pour augmenter ou diminuer le pas maxi, il faut modifier le dernier point de la courbe de pas de 2 à 4% à chaque fois. On en profitera pour régler la richesse du moteur.



## 10.8 Circuits autour de vous

Petit à petit, vous vous entraînerez à grimper toujours un peu plus haut (4 à 5 m au départ, jusqu'à 10 m) et à redescendre en avançant, jusqu'à arriver à stopper la descente devant vous, en stationnaire à 2 m. d'altitude environ. N'hésitez pas à vous déplacer pour le suivre !

Plus la vitesse horizontale sera importante, plus vous pourrez le cabrer pour le ralentir en baissant le pas. Mais attention, il ne faudra jamais oublier de le remettre à plat après ce cabré, avant qu'il ne s'arrête. Il faudra anticiper un peu. Sinon, notre hélicoptère risquerait de redescendre sur la queue et là, ça ne le fera pas, quoi (problème courant au début !).

Par la suite, vous ferez un circuit autour de vous de plus en plus haut, sans le laisser accélérer avec un décollage devant vous, une montée en légère translation avant (comme ça vous serez sûr qu'il ne reculera pas !). Puis, tout en contrôlant la vitesse (vous tirez un peu sur le manche pour le ralentir, mais pas trop pour éviter qu'il parte en marche arrière !), vous ferez un virage légèrement incliné en mettant pas mal d'anticouple pour faire demi-tour.

Les virages se feront surtout à l'anticouple donc, avec un contrôle précis de l'inclinaison au cyclique latéral. N'inclinez pas votre machine de plus de 10° dans les virages. Elle risquerait de glisser à l'intérieur du virage, et de tomber brutalement...

Il vaut mieux mettre trop d'anticouple que pas assez dans les virages. Ceux-ci pouvant se faire un peu en "dérapages contrôlés".

Dans les virages en translation, il faudra "jouer" avec toutes les commandes et il se pilotera presque comme un avion. On incline un peu aux "ailerons" pour tourner, on met pas mal d'anticouple dans le même sens pour que la queue ne soit pas à la traîne, on cabre un peu pour redresser le nez et on met du pas pour éviter la chute. Puis, on redresse aux ailerons... pardon, au cyclique latéral (j'm'y ferai jamais !) après avoir relâché l'anticouple.

Il faudra "jouer" avec la profondeur et le gaz/pas, pour maintenir une vitesse et une altitude de vol constante.

**Important : On s'apercevra que pour monter et descendre en translation, c'est surtout avec le manche gaz/pas qu'il faudra le faire. Le manche de profondeur (cyclique longitudinal) "dirigeant" l'incidence du fuselage et modulant la vitesse de translation.**

Ensuite vous continuerez en ligne droite (après avoir relâché l'anticouple, hein ?!), pour vous éloigner de vous à altitude constante et vous referez un autre virage dans le même sens pour se remettre dans le même sens que le départ.

Dès qu'il se dirigera vers vous, vous baisserez les gaz pour redescendre, toujours en contrôlant la vitesse et l'attitude, puis lorsqu'il passera devant vous, vous stoppez la translation comme vous avez appris à le faire jusqu'à maintenant. C'est à dire que vous baisserez le pas en cabrant un peu. N'oubliez pas de repousser dès l'arrêt et de remettre du pas pour éviter la perte d'altitude...

Vous rentrerez dans un domaine de vol connu, donc pas de problème, atterrissage dans la foulée pour souffler un peu.

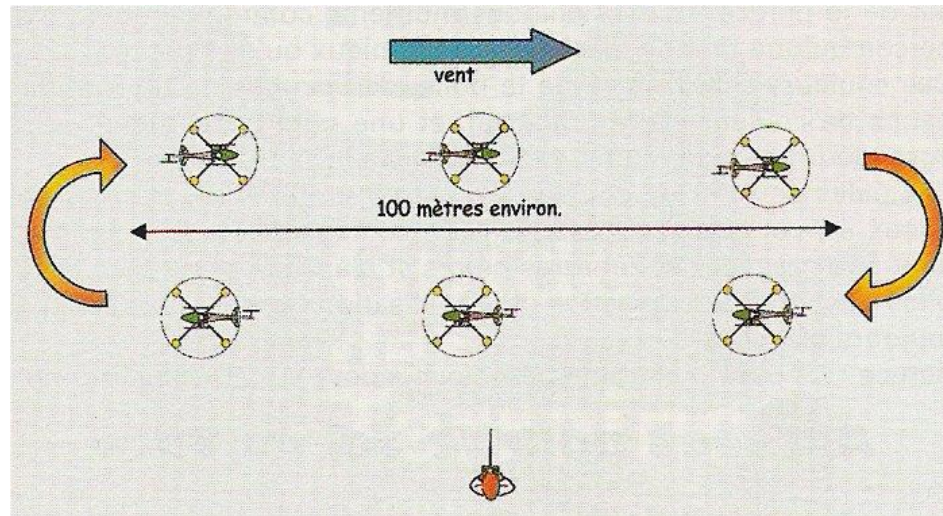
Les atterrissages devront se faire si possible sur la même zone, notre petit carré de 4 m<sup>2</sup> par exemple.

Astuce : En cas de panique, mettez du pas et poussez la profondeur, pour refaire un circuit et se représenter dans de bonnes conditions.

Vous maîtrisez le stationnaire, les évolutions autour de vous. Nous allons à présent libérer davantage votre hélico et vous habituer à l'observer sous des angles inhabituels...



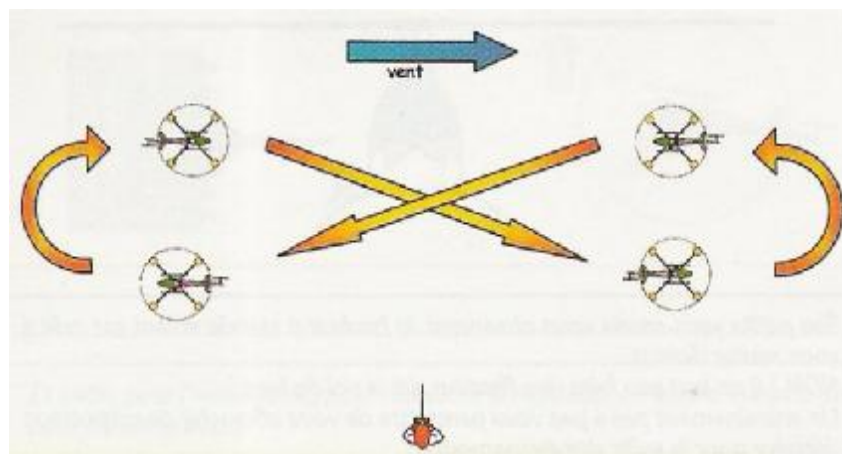
### Hippodromes



Et bien c'est la même chose, sauf qu'au lieu de tourner autour de vous, vous le faites tourner devant vous. Ne vous éloignez pas trop quand même, l'hélico pourra faire du chemin. Vous ferez les hippodromes dans un sens, puis dans l'autre. Ce sera une façon de voler qui sera nécessaire, pour aborder la voltige. Lorsque vous commencerez à ne plus avoir peur de faire tourner un hélicoptère autour de vous un peu loin, il faudra s'habituer à faire des hippodromes dans les 2 sens à une dizaine de mètres d'altitude. Ca vous permettra de voler devant vous d'une part, puis surtout d'essayer de faire de belles lignes droites. Les virages en bout de lignes droites se feront en inclinant à peine l'hélicoptère et en mettant beaucoup d'anticouple. N'oubliez pas de cabrer un peu et de mettre un peu plus de gaz/pas.

### **10.9 Circuits en huit**

De la même manière que les entraînements précédents, on fera des circuits en huit, comme le montre l'illustration. Ils permettront de coordonner des virages à gauche, et à droite.



A la suite des hippodromes, il faudra s'entraîner aux circuits en huit, à une altitude d'environ une dizaine de mètres. Les virages seront un coup à gauche, un coup à droite.



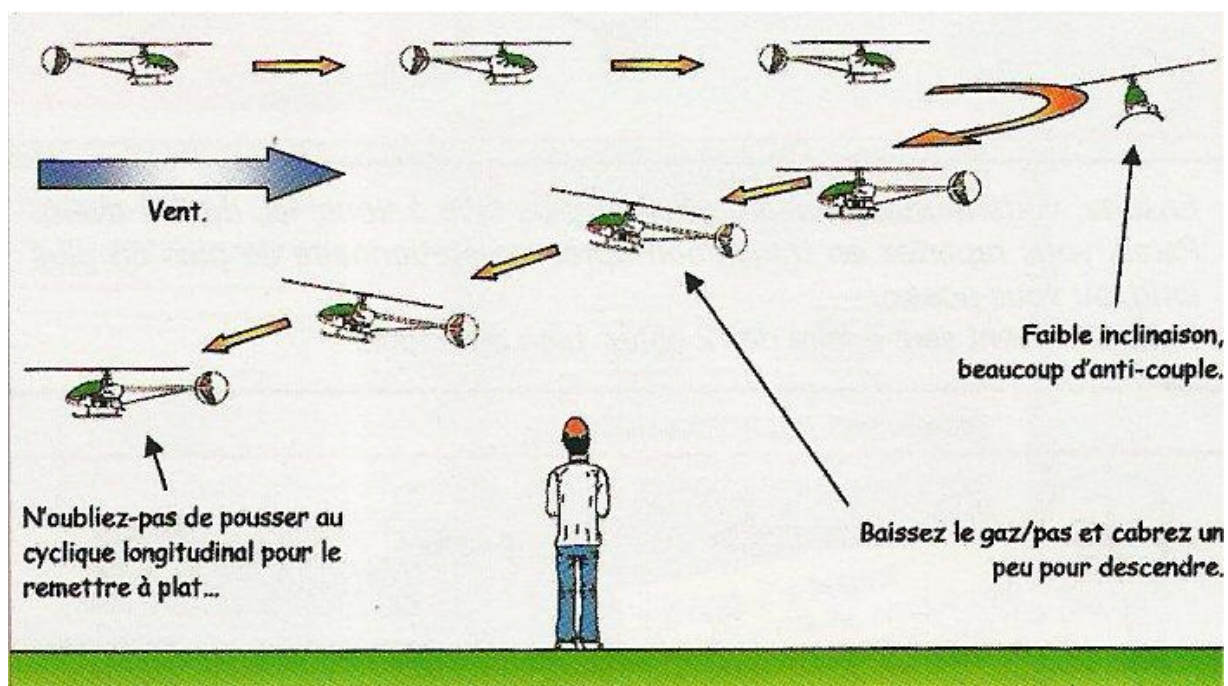
Ce sera un excellent exercice de coordinations de mouvements. Vous pourrez alterner au cours du même vol des hippodromes et des circuits en huit. La vitesse pourra être lente au début, puis vous pourrez accélérer de plus en plus, jusqu'à les faire à fond la caisse., il sera temps de passer au mode perfection... Attention au temps de vol. Ça consomme plus !

La vitesse pourra être très importante, et vous saurez maintenant comment ralentir le bestiau.

### 10.10 Atterrissage

Pour l'atterrissage, après un hippodrome, vous ferez une branche de ligne droite face au vent, en vous dirigeant vers vous. Vous baisserez le pas de manière à redescendre lentement vers vous. Lorsque l'hélico vous passera devant, si l'altitude est encore trop importante, vous remettrez un peu les gaz, de manière à refaire un petit hippodrome à basse vitesse sans reprendre d'altitude, pour vous représenter. Après l'avoir presque arrêté devant vous, vous pourrez descendre et vous poser en tenant compte de ce que je vous ai dit plus haut (pas de descente verticale rapide). Là aussi, ces exercices devront se faire dans les 2 sens. Que le vent vienne de votre droite ou de votre gauche, il faudra être capable de le poser face au vent, sans vous déplacer. La maîtrise du pilotage deviendra intéressante... Cette façon d'atterrir sera la plus sécurisante, et permettra de passer sans difficultés au mode suivant (perfection).

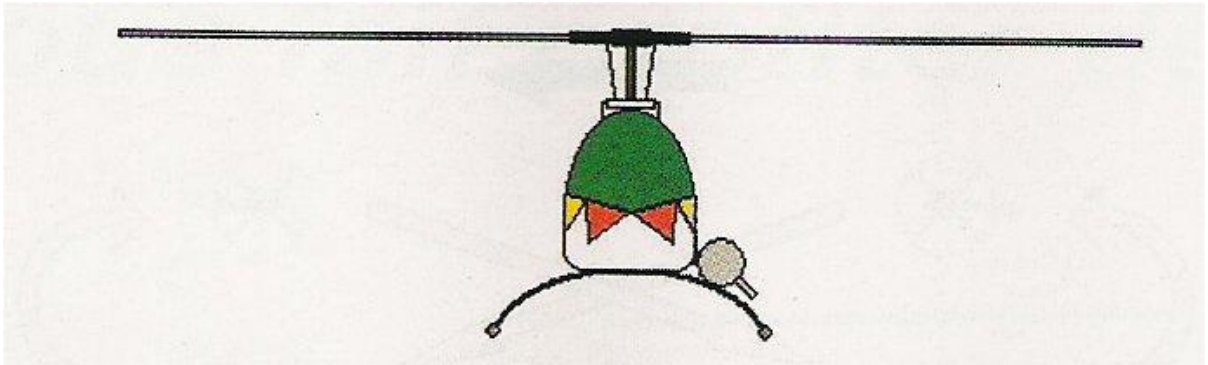
#### Atterrissages en fin d'hippodromes



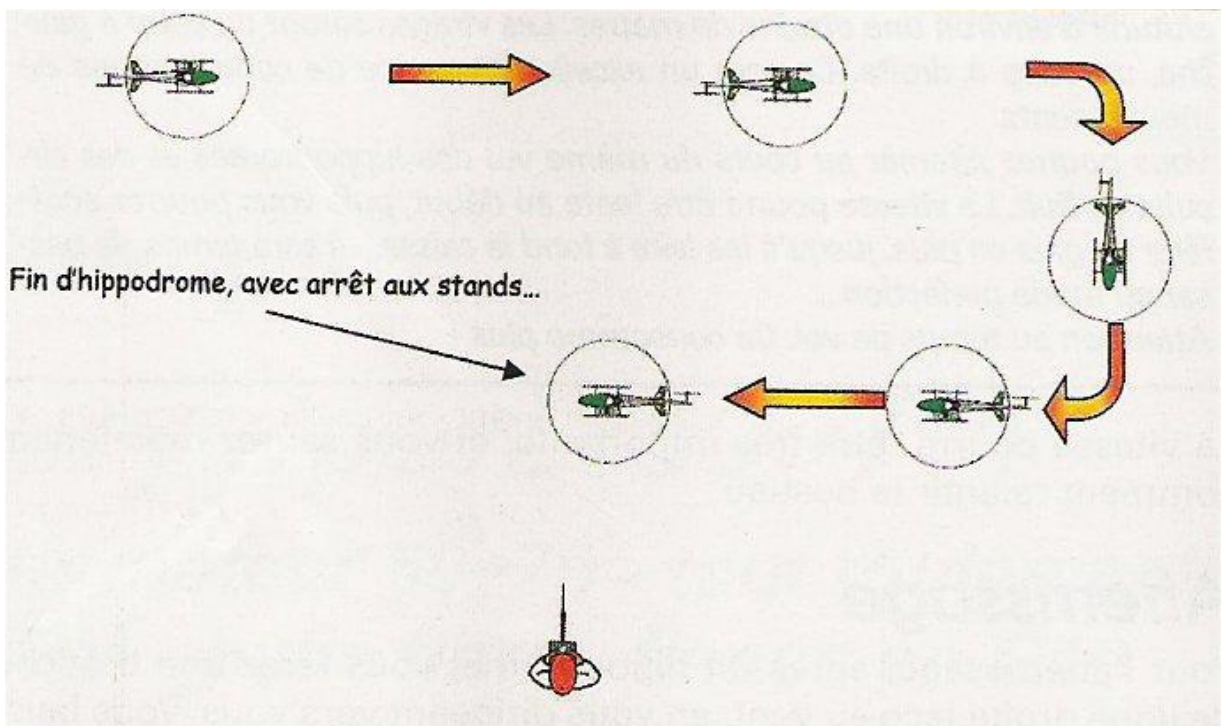
Au cours de vos entraînements aux hippodromes, il faudra inclure la phase d'atterrissage. Après une branche vent dans le dos, vous virerez pour vous mettre face au vent en passage devant vous. Vous baisserez le gaz/pas de manière à provoquer une descente sous un faible angle.



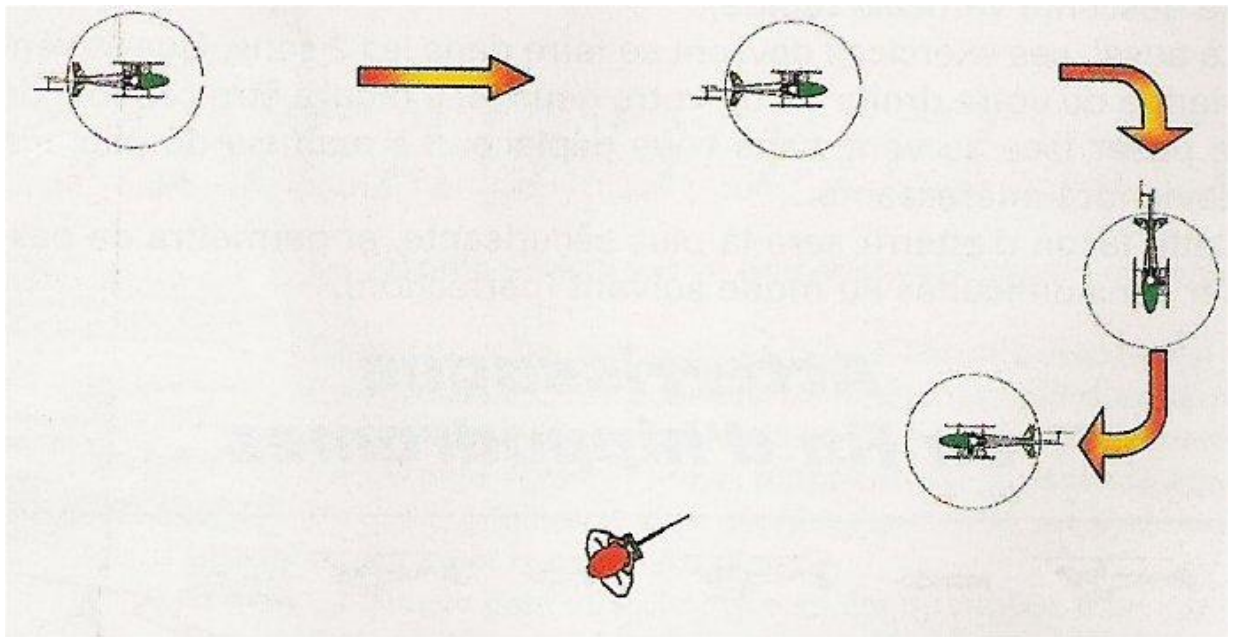
En même temps, il faudra cabrer un peu, de manière à "asseoir" le bébé... Repoussez au besoin, c'est à la demande ! Contrôlez en permanence les attitudes (rotor à plat). Lorsque l'hélicoptère sera arrivé devant vous à faible altitude et faible vitesse, vous pourrez atterrir, ou repartir pour un tour si l'approche était très haute, ou si le cœur vous en dit...



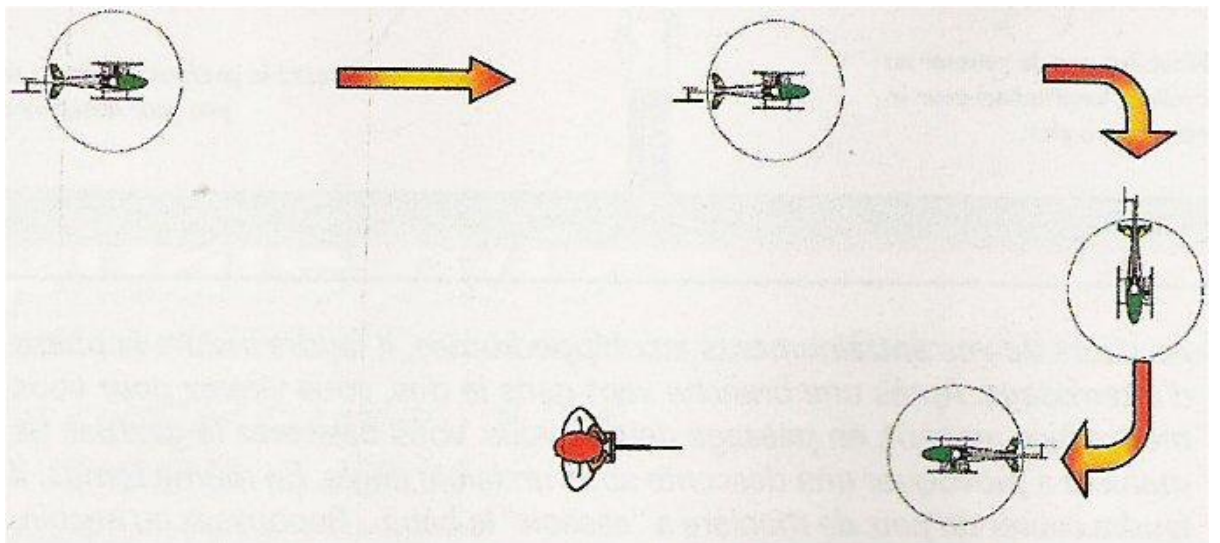
Ses petits yeux cruels vous observent le hachoir à viande volant est prêt à vous sauter dessus... NoN ! Il ne faut pas faire une fixation sur le vol de face Un entraînement pas à pas vous permettra de vous affranchir de cette étape décisive pour la suite des événements.



Lors des hippodromes, vous vous entraînerez dans un premier temps, à stopper l'hélico un peu avant d'arriver sur vous. Vous pourrez repartir en translation, ou poser... L'entraînement sera à faire des 2 côtés, bien entendu...



Ensuite, vous le stoppez de plus en plus face à vous, ici, de 3/4 avant. Pareil, vous repartez en translation après un stationnaire de plus en plus long, ou vous posez... L'entraînement sera à faire des 2 côtés, bien entendu...



Vous finirez par l'affrontement final, face à face... Pour repartir, il faudra faire demi-tour, ou le décaler d'un coup d'anticouple... Pour éviter la collision, l'entraînement des approches sera à faire toujours des 2 côtés...

### 10.11 Vol de face

Les moniteurs de pilotage hélico me feront remarquer que je n'ai pas encore inclus d'exercices de stationnaire de face. C'est généralement la bête noire, pour certains pilotes ! Et bien voilà ! Ça arrive ! C'est vrai, que c'est une étape importante dans la progression.



Et de voir son hachoir à viande volant vous regarder les yeux dans les yeux a de quoi vous remuer les tripes !... Mais je pense qu'il ne faut pas focaliser là-dessus. Vous remarquerez que les exercices des circuits en huit auront permis à l'hélico de vous observer avec ses petits yeux cruels, sans que vous vous en rendiez compte... Et les exercices d'atterrissage après un hippodrome vous permettront de diriger l'hélicoptère de plus en plus vers vous. Après un circuit, lorsque la machine se dirigera sur vous face au vent, vous pourrez commencer à l'arrêter un peu avant qu'elle n'arrive sur vous, avec une visualisation de 3/4 avant. Vous repartirez en translation et ainsi, par étapes, vous pourrez le faire venir droit sur vous, afin de l'arrêter presque face à vous, à distance et altitude de sécurité bien sûr ! Attention de ne pas partir en marche arrière... Si rien ne va plus, on repart en translation après avoir repris de l'altitude, ou on fait un demi-tour à l'anticouple pour repartir en éloignement. Sinon, il passera sur vous !

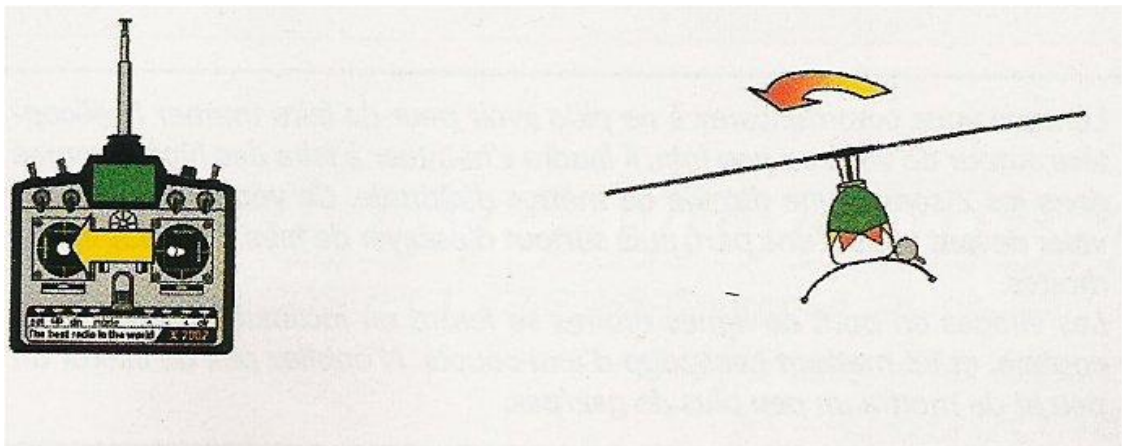
Astuce : Lorsque l'hélicoptère vous regardera (!), il faudra mettre le manche du côté où il penche (ça rime, en plus !) pour corriger son inclinaison latérale. Pour l'anticouple, c'est pareil. Je mets le manche du côté où est le nez pour le redresser... (là, ça rime plus !). Nez trop à droite (la votre, de droite !), manche à droite. Pour le cyclique longitudinal... c'est pareil ! Inclinaison vers vous, manche de profondeur vers vous. Et vice versa... Voyez l'illustration. Lorsque vous n'aurez plus la gorge sèche dans cette configuration, vous pourrez songer à l'atterrissage de face, mais pas avant. Commencez à atterrir en le visualisant de profil, puis petit à petit, vous le visualiserez de 3/4 avant, pour finir par la confrontation finale, face à face... Nous verrons plus tard, dans le chapitre "début de 3D" des exercices de stationnaires de face, avec des départs en marche arrière ... (histoire de vous mettre l'eau à la bouche !).

## ***10.12 Visualisation en vol***

Le gros problème qui commencera sûrement à germer dans votre esprit, sera la visualisation. Surtout si le temps est gris, ou si l'hélicoptère est à contre-jour. Il faudra donc être encore plus vigilant et veillez à ne pas le faire passer dans le soleil par exemple ! Veillez aussi à ne pas trop l'éloigner car dans ce cas, on aura vite fait de le perdre ! C'est dans des moments comme ça qu'on s'aperçoit qu'une grande machine se voit mieux qu'une petite ! Des couleurs chatoyantes de la bulle, des jambes de train et des patins de couleur claire (blanche) et une poutre de queue claire aussi pourront aider à une meilleure visualisation. Des pales de rotor de couleur claire sont préférables et se voient mieux en vol que si elles étaient de couleurs sombres. Il faudrait peut-être essayer des zébrures noires et blanches, je ne sais pas ! Mais c'est pour une question de visualisation qu'elles sont presque toujours blanches.

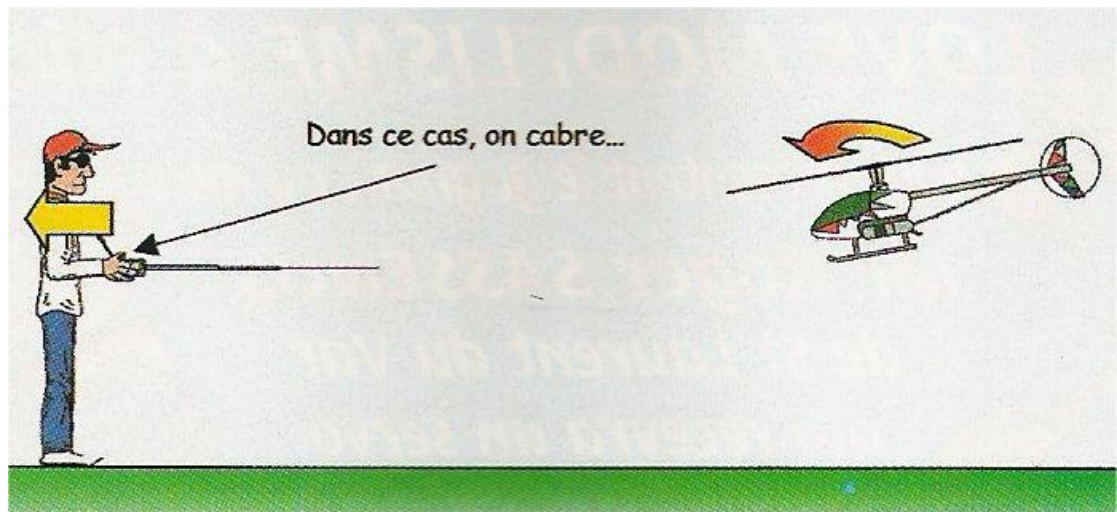
Astuce : Le train d'entraînement vous aidera à bien visualiser son attitude. Mais il faudra penser à l'enlever, un jour !

Astuce pour le vol de face



Le classique du vol de face, pour redresser la situation :

On met le manche du côté où il penche. C'est un système mémotechnique issu de la technologie américaine... (oups !), qui permet de ne pas réfléchir lorsque le bestiau vous regardera...



Un autre standard pour la profondeur, on met le manche dans le sens de l'inclinaison. Il s'incline vers soi, on met le manche de cycle longitudinal vers soi. Et vice versa !

### ***10.13 Pas au-dessus de la tête...***

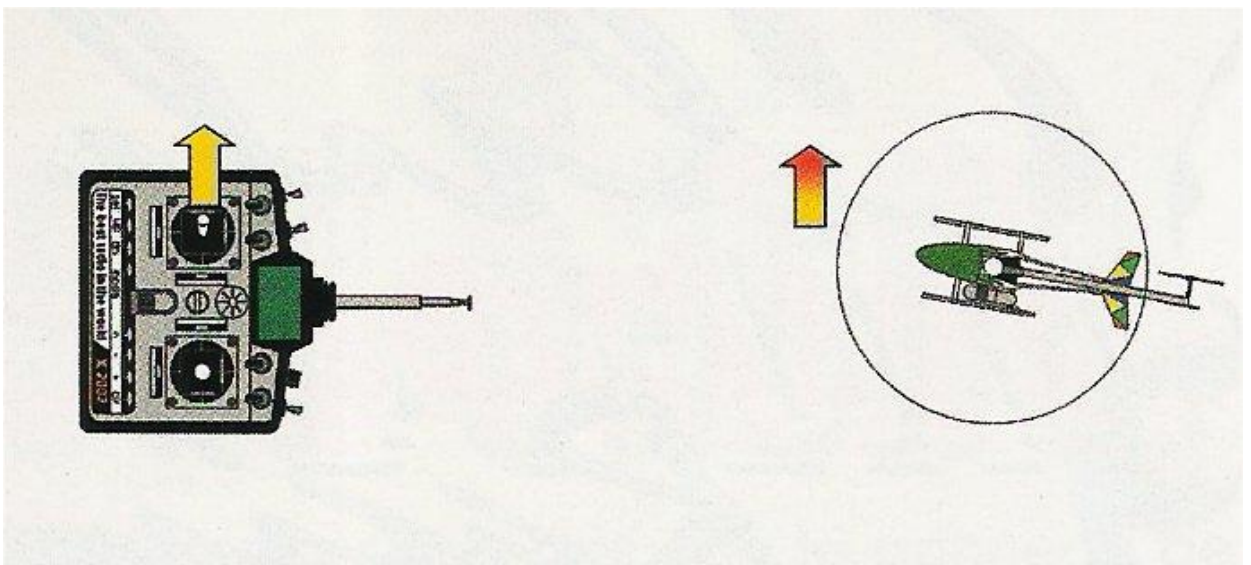
Attention aussi si vous passez au-dessus de vous, vous avez de fortes chances de ne pas vous rendre compte des variations d'altitude et d'attitude. Volez donc toujours à une certaine distance de vous et en cas de panique, un peu de gaz et manche en avant pour avancer et reprendre la manœuvre.





### 10.14 Ne pas brûler les étapes !

Surtout, n'essayez pas de tout faire d'un coup. Commencez les techniques d'approche en grimpant, puis en descendant à 45°, tout en avançant un peu. Alternez les sens pour vous accoutumer à visualiser votre hélicoptère sous différents angles. Évitez quand même de vous le foutre sur la tronche, ça ferait désordre ! Respectez dans tous les cas une distance mini d'au moins 5 mètres par rapport à vous. Ensuite, réglez le pas maxi, en répétant l'exercice précédent. Lorsque ça est assimilé, commencez à faire des petits circuits dans un sens et puis dans l'autre et revenez dans les domaines de vol nouvellement appris. Par la suite, les circuits autour de vous ne vous poseront plus de problème, avec des atterrissages précis. Terminez votre apprentissage en faisant des grands huit devant vous et des hippodromes. Vos approches se termineront par des atterrissages contrôlés sur des cibles dessinées ou imaginées au sol !



Et enfin, pour l'anticouple, pour redresser la situation, on met le manche du côté où est le nez...

**Attention :** Vérifiez encore une fois le niveau de carburant dans le réservoir ! Le temps passe très vite et on ne s'en rend pas compte. Un chrono avec une alarme réglée à 10 minutes par exemple sera une aide précieuse. Ne partez jamais s'il ne reste presque plus de carburant dans le réservoir ! Si jamais vous ratez une ou deux approches de suite, vous risqueriez de tomber en panne sèche avant de pouvoir poser. Ce serait stupide ! On n'a encore jamais fait d'autorotations (Sympa l'intro pour parler du chapitre suivant, non ?) !



## Onzième Partie: L'Autorotation

Il va être temps de s'y mettre ! On pourra d'ors et déjà commencer à s'entraîner aux autorotations. Car un jour ou l'autre, le moteur pourra faire des siennes, ou bien vous tomberez en panne sèche en vol ! Cela permettra aussi de reposer l'hélicoptère en cas de problème à l'anticouple (qui ne répond plus, ou qui fait n'importe quoi, etc.), ou radio (vibrations qui donnent des parasites d'un coup par exemple, ça peut arriver !). On passe en autorotation, le moteur se met au ralenti, l'anticouple se «débraye »... (si tout fonctionne!), et hop ! On pose le bébé en plané dans la foulée... Fastoche, non?

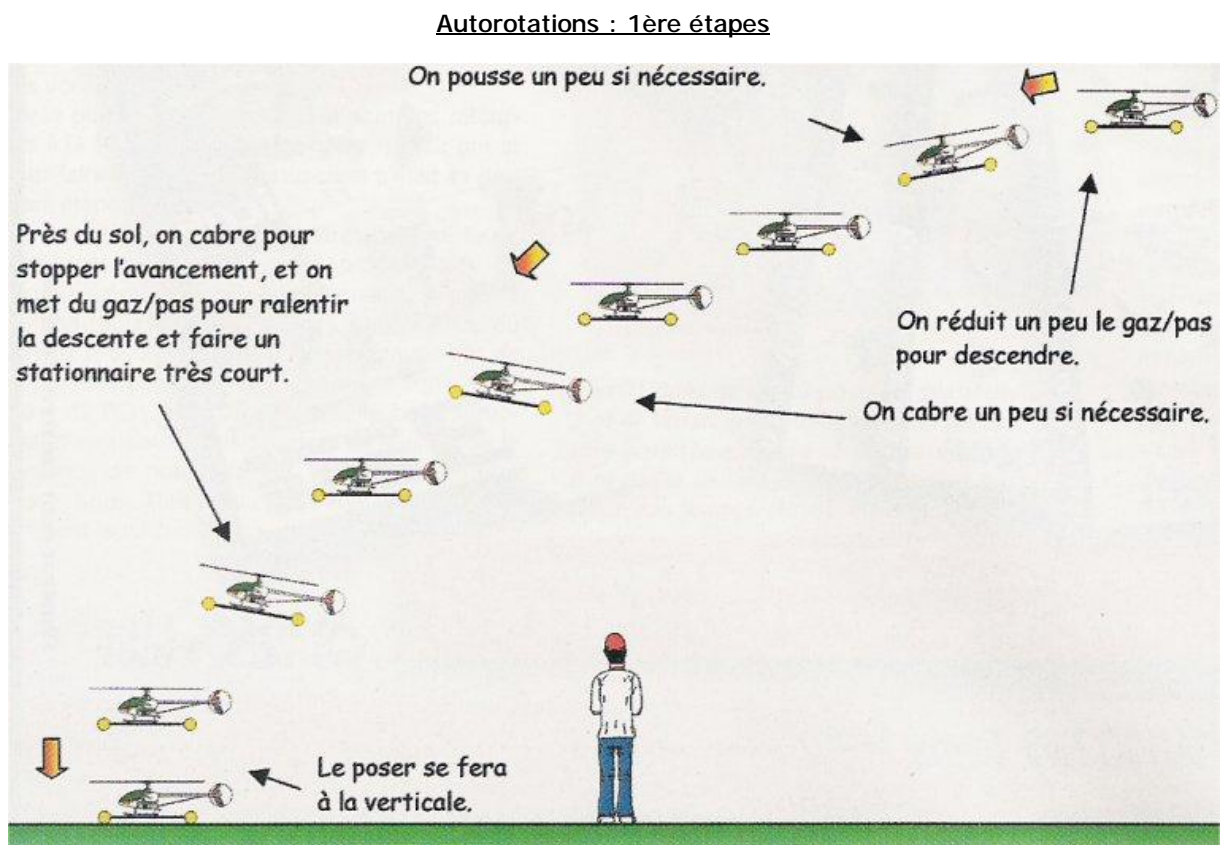
Trêve de plaisanterie ! L'autorotation permettra quand même de se sortir du pétrin mais seulement si vous l'avez déjà pratiquée auparavant. Et puis presque tous les grands voltigeurs finissent leur il par une autorotation maîtrisée, parfois sur le dos, avec des figures, puis ressource au ras du sol et atterrissage dans la foulée en marche arrière... Du grand art, je vous dis ! Un entraînement au simulateur sera bénéfique mais rien ne vaudra la pratique. Au début, vous pourrez remettre le train d'entraînement mais le but du jeu sera quand même de voler sans lui. Je rappelle que le mode auto rotation de votre émetteur permet de programmer un régime moteur fixe, indépendant de la position du manche gaz/pas, et une courbe de pas spécifique (en général, on garde la même courbe que le mode dans lequel on a l'habitude de voler) en augmentant le pas maxi jusqu'à +12° (environ). Pour bien faire, veillez à ce que celui-ci soit le même qu'en mode présélectionné lorsque le manche gaz/pas est en position stationnaire. Ainsi, lorsque, à partir du stationnaire, vous basculez l'interrupteur, il n'y aura pas de sursaut de la part de l'hélicoptère. Ces sursauts seraient alors dus à un changement brusque du pas. Il faudra aussi vérifier que les pales du rotor anticouple soit à 0°, lorsque le mode auto rotation est déclenché. Cette option est disponible dans le menu d'une radio programmable hélico. En effet, en auto rotation, le moteur n'entraîne plus le rotor principal. Il n'y a plus de couple à contrer. Donc le rotor anticouple ne doit plus corriger ce phénomène, surtout s'il est entraîné en rotation dans ce mode. Réglez d'abord, si possible, en mode autorotation, le régime du moteur de manière à ce que celui-ci soit entre le ralenti et le mi-gaz. Ainsi, lorsque vous basculerez l'inter, le moteur restera constamment à ce régime fixe relativement élevé (le manche gaz/pas faisant varier uniquement le pas). Dès lors, à l'entraînement, en cas de raté de l'auto rotation, en remettant du pas, vous aurez des tours au rotor et vous pourrez sauver la machine lors de la ressource si vous oubliez de désélectionner l'auto rotation.





## 11.1 Première étape

Entraînement en mode présélectionné (pas encore autorotation) aux atterrissages directs à partir d'une translation lente face au vent à 10 m de haut un peu en arrière de vous (en sortie d'hippodrome, par exemple) et en descendant doucement mais régulièrement jusqu'au sol devant vous, en suivant une pente de 45° sans remettre du pas (juste pour «arrondir» la trajectoire), mais en jouant avec la profondeur (cyclique longitudinal) pour avancer régulièrement. On stoppe la translation et après une remise à plat, on pose dans la foulée.



Dans un premier temps, on s'entraînera aux atterrissages directs face au vent à partir d'une translation lente, sans enclencher le mode autorotation. La descente à 45° devra se faire en avançant. Il faudra éviter de ralentir trop la machine. A 1 mètre du sol, il ne faut plus que l'hélicoptère avance. On pose dans la foulée, en douceur.

On reproduit ensuite la première étape, en basculant l'interrupteur d'autorotation. Dès lors, on réduit le gaz/pas pour garder des tours au rotor. Il faudra peut-être même le passer le pas des pales en négatif. Il conviendra de garder une assiette légèrement cabrée afin de ne pas prendre de vitesse horizontale et offrir au rotor la meilleure surface possible par rapport au vent relatif. Plus l'hélicoptère ira vite, plus il faudra cabrer. S'il arrête d'avancer il faut arrêter de cabrer. A contrario, il conviendra de pousser pour remettre l'hélicoptère à plat. Normalement, il faut arriver au sol sans vitesse horizontale. Attention à ne pas descendre trop vite : il faudrait alors trop d'énergie pour stopper la descente...

Le stationnaire ne pourra durer longtemps le moteur n'entraînant plus le rotor... !

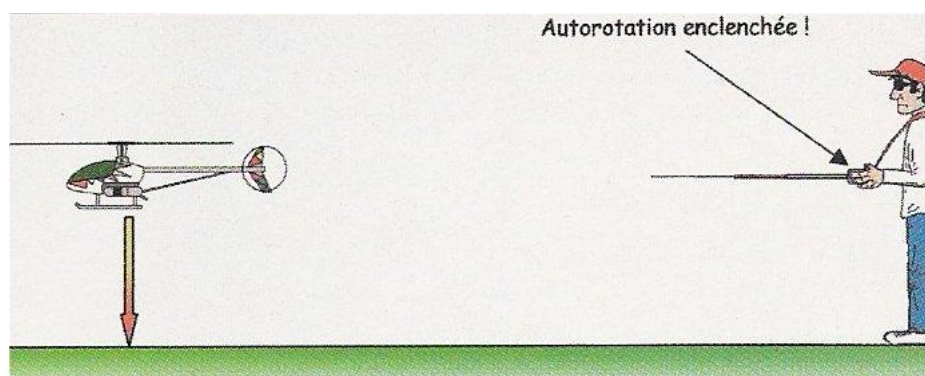


Si vous rencontrez une difficulté, je vous conseille d'arrêter l'autorotation. Vous pourrez ainsi reprendre de la hauteur ou vous poser.

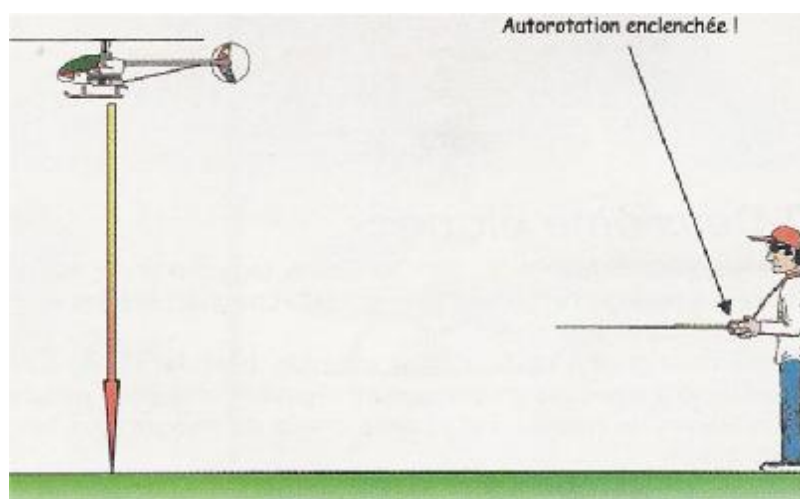
## 11.2 Deuxième étape

Habituez-vous à manipuler cet interrupteur sans regarder où il est de manière à pouvoir l'actionner sans quitter votre machine des yeux. Laissez l'instinct agir, quoi ! En stationnaire, à 1 m du sol par exemple, basculez l'interrupteur d'autorotation et posez-vous en descendant régulièrement pour apprécier les réactions du bestiau. Faites cette manipulation de plus en plus haut, jusqu'à 3 m. Attention, lorsqu'il sera posé, de ne pas remettre du pas, car il pourrait décoller... si le rotor n'a pas assez ralenti. Je rappelle que le pas maxi est important dans ce mode ( $12^\circ$ ). Lorsque vous basculerez à nouveau l'interrupteur pour quitter le mode autorotation, il faudra prendre garde à désactiver le mode présélectionné avant et maintenir le manche gaz/pas au ralenti pour éviter les à-coups du moteur. Ensuite, vous remettrez les gaz et enclencherez votre présélection favorite pour redécoller.

### Autorotations : 2ème étape



Pour cette 2ème étape, on s'entraînera à basculer l'interrupteur d'autorotation à partir d'un stationnaire à 50 cm du sol environ. L'atterrissage sera réalisé dans la foulée.



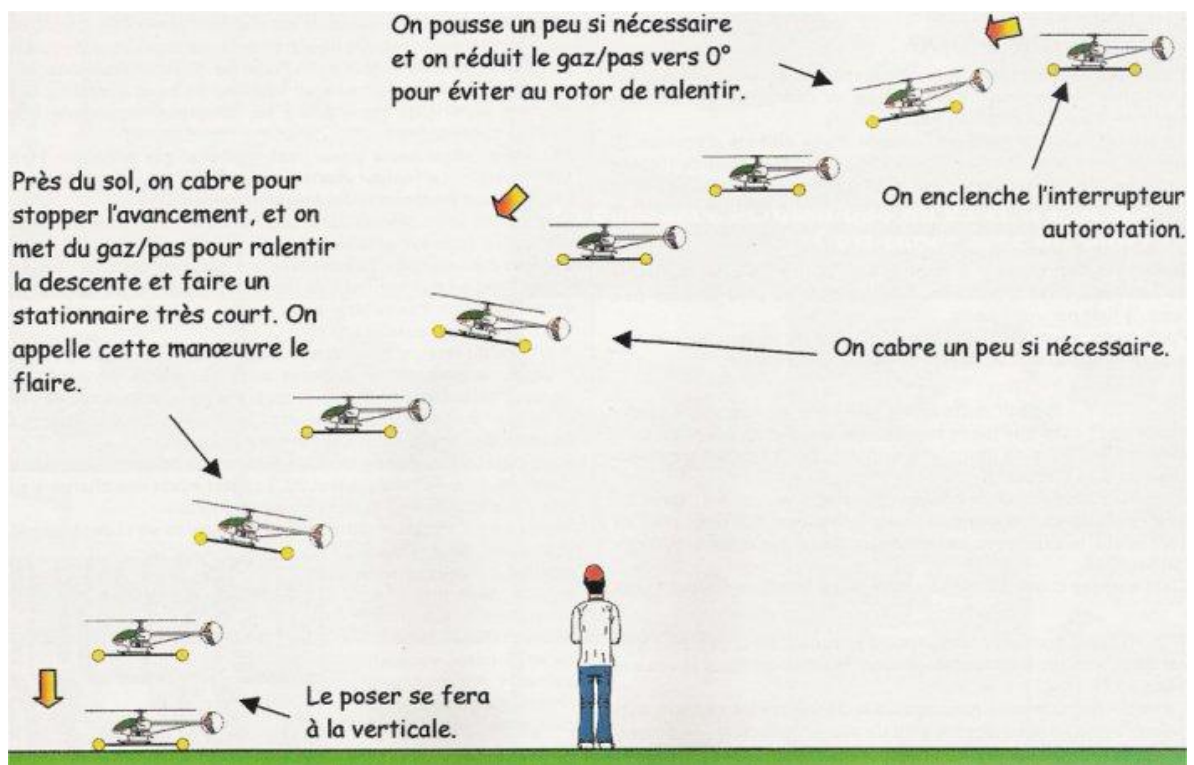
Petit à petit on basculera l'interrupteur avec l'hélicoptère en stationnaire à environ 3 mètres du sol environ. On s'entraînera à atterrir... doucement !



### 11.3 Troisième étape

Faites les exercices de la première étape en basculant l'interrupteur d'autorotation. Le moteur n'est pas trop au ralenti, ce qui ne vous «traumatisera» pas trop au début ! Au départ de l'entraînement, à partir d'une altitude d'environ 20 mètres, vous basculez l'interrupteur, puis vous écoutez le bruit du rotor et regardez bien le comportement. Faites des variations de pas pour bien sentir les réactions et vous apercevoir que lorsque l'on baisse le pas le rotor accélère et l'hélico descend. Lorsqu'on met du pas, il a tendance à ralentir, mais l'hélico remonte ! Désactivez l'autorotation à 10 m de haut pour repartir et reprendre de l'altitude. Petit à petit, vous descendrez de plus en plus bas, jusqu'à finir par vous poser. Par la suite, vous pourrez baisser le régime du moteur, de manière à ce que celui-ci soit au ralenti en mode autorotation.

#### Autorotations : 3ème étape



**REMARQUE** : A partir du moment où l'inter est basculé, il faudra donner à l'hélico une pente de descente lente et régulière en baissant le pas. Évitez de descendre trop vite car il faudrait trop d'énergie pour stopper la descente. Il faudra aussi essayer de conserver une assiette un peu cabrée s'il avance, (pour que le rotor soit perpendiculaire aux filets d'air du vent relatif, puisqu'il avance) en jouant sur le pas et sur le cyclique longitudinal. C'est quelque chose qu'il faudra essayer de sentir, au feeling, quoi !

**IMPORTANT** : Surtout, il faut savoir que vous n'aurez pas droit à 50 essais et remises de pas si vous ratez la descente (sauf si vous rebasculez l'inter...) ! L'énergie du rotor sera emmagasinée (sa vitesse de rotation augmente) par la mise en léger négatif du pas, et conservée, en ne mettant pas trop de pas pour ralentir la descente. Évitez surtout de descendre trop vite !



### Descentes contrôlées



Tout en avançant, il faudra essayer de descendre progressivement en suivant une pente régulière dont le point d'aboutissement et d'arrêt de l'hélicoptère sera situé devant vous. L'atterrissage sera effectué dans la foulée.

De même, si vous faites un stationnaire en mode autorotation, celui-ci ne pourra tenir qu'en augmentant régulièrement le pas. Le rotor ralentira. Comme le pas maxi sera vite atteint, ça redescendra de manière ...incontrôlable ! D'ailleurs, on doit entendre le rotor tourner et prendre ou perdre des tours aux variations de pas. Si le rotor ralentissait trop, il n'y aurait plus assez de tours (et d'énergie cinétique, donc). Lors de la phase de flaire (arrondi avant le contact avec le sol), l'hélicoptère continuerait à descendre rapidement et boum ! Arrivé à 2 m. d'altitude environ, il faut que l'hélicoptère n'avance plus (on le cabre et on repousse pour le remettre à plat !) et il faut le laisser finir sa descente en mettant du pas presque jusqu'en butée « pas maxi » s'il le faut (+12°), pour avoir un contact très doux avec le sol. Tout ceci en contrôlant son attitude qui doit être plate ! Si, malgré tout, il continuait à avancer (approche ratée, moteur calé !), il vaudrait mieux le poser en avançant encore un peu. L'hélico glisserait alors sur ses patins si la surface du sol n'est pas trop irrégulière. Cette solution est toujours préférable, plutôt que de tirer comme un malade pour freiner la machine. Vous risqueriez, ce faisant, de consommer toute l'énergie du rotor pour stopper la translation. Celle-ci demeurerait insuffisante pour arrondir... A ce moment là, l'hélico retomberait sur la queue, et comme dirait l'autre : boom-strike ! Si jamais l'exercice se passe mal, n'hésitez pas à couper l'interrupteur d'autorotation. Le moteur étant à mi-gaz, il n'y aura pratiquement pas d'à-coup pour reprendre les commandes. Petit à petit, vous descendrez le régime du moteur jusqu'au ralenti afin qu'il n'embraye plus le rotor. Dans ce cas, attention aux remises des gaz, l'hélicoptère risque de donner des à-coups sur l'axe de lacet. Ces réactions ne devront pas vous perturber. Par contre, elles « usent » un peu la mécanique (ndlr. et le pilote aussi... lol) ! A propos du lacet, si le rotor anticouple n'est pas entraîné en auto rotation, la commande de lacet sera inopérante pendant cette phase. L'hélicoptère se mettra en principe de lui-même nez au vent.



Si le rotor était entraîné, on pourrait le diriger un peu mieux, mais se serait de l'énergie prise sur le rotor principal. Il est plus facile de faire les autorotations avec un hélicoptère de classe 60 qu'avec un de classe 30. Le rotor ayant une charge alaire plus favorable (faible) et des pales plus lourdes. Toutefois, en équipant votre machine de pales en fibre, plus lourdes qu'en bois, l'autorotation ne vous posera pas de gros problème, même avec les petits hélicos. Je vous laisse vous entraîner !  
Au mois prochain pour perfectionner plus avant votre pilotage... Bons vols !



# Douzième Partie: Mode Perfection

Tout va bien ? Vous n'avez pas trop de stress en vol ? La machine est toujours intacte ? Vous commencez à l'avoir en main ? Alors on va pouvoir continuer dans notre progression et se perfectionner.

En fait, la translation rapide, c'est un peu la même chose que la lente, sauf que ça va plus vite ! Non, sans rire, il suffit de laisser l'hélicoptère accélérer lorsqu'il part et surtout de virer assez vite pour qu'il ne s'éloigne pas de trop. Evitez à ce moment là de donner des actions brusques sur le cyclique longitudinal, car il risquerait de faire un peu d'autocabrage et de pointer le nez brusquement vers le ciel, à pleine vitesse. Ceci aurait pour effet de le faire changer de trajectoire vers le haut ! En cas d'excès de vitesse, vous baisseriez le pas presque à fond, et cabreriez doucement pour qu'il se freine. Mais vous verrez, c'est tellement grisant que vous finirez par le forcer à prendre encore plus de vitesse, en faisant de grands « huit à plat » avec des virages relevés ! Vous mettrez plein gaz et, s'il monte, vous pousserez un peu plus la profondeur. La prise de vitesse sera conséquente ! Il se peut que, vent de travers en pleine vitesse, il faille retoucher le gain du gyroscope. C'est normal !

Mais le stationnaire sera toujours manche au neutre, non ? Alors si vous voulez aller plus loin dans le pilotage, il faudra faire encore quelques modifications. A ce niveau de pilotage, vous êtes prêt pour faire de la maquette si le cœur vous en dit, ou commencer à attaquer la voltige. C'est ce que nous allons faire !

## 12.1 Retour à l'atelier

Nous voici donc de retour à l'atelier pour une deuxième séance de modifications. Nous allons activer une deuxième présélection (mode perfection afin de déplacer le 0° vers le manche au neutre (but de la manœuvre !). Comme précédemment, on affectera un autre interrupteur sur l'émetteur pour activer cette présélection. Suivant le type de radio, il suffira de repérer l'interrupteur qui va bien, d'activer cette fonction et de programmer les valeurs que je vais vous indiquer.

ASTUCE : Si vous devez rajouter un interrupteur, il pourrait être intéressant d'en mettre un à 3 positions. Celui-ci activera la première présélection en buté haute par exemple et la deuxième en butée basse. La position milieu désactivera les deux présélections, laissant le mode normal activé. A voir avec la notice de la radio.

## 12.2 Que faire ?

Nous allons conserver les pas mini et maxi, ainsi que le régime moteur associé à ces extrêmes. Mais lorsque le manche sera au neutre, le pas descendra à +2°, et le moteur à 45 % (au lieu de +4° et 50%).

On rehausse l'incidence mètre et on pianote sur le clavier pour obtenir la courbe suivante :

- 4 °	- 1 °	+ 2 °	+ 5 °	+ 8 °
-------	-------	-------	-------	-------



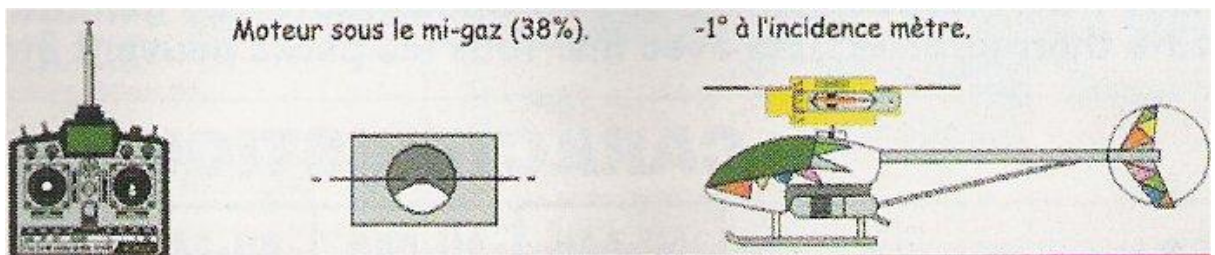


Pour les gaz, un petit ajustage sera nécessaire, aussi ! Et nous mettrons les valeurs suivantes :

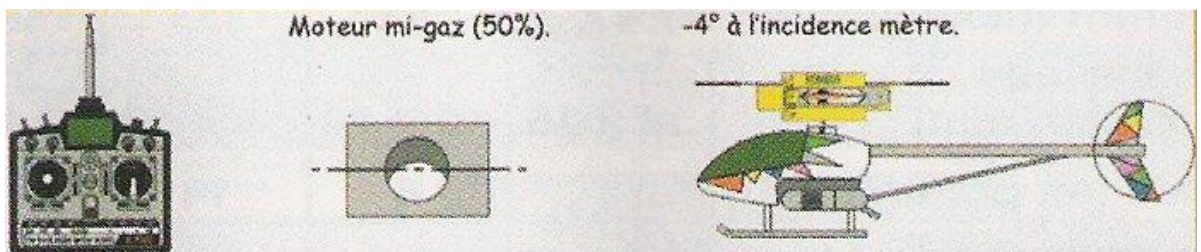
50 %	38 %	45 %	60 %	100 %
------	------	------	------	-------

Comme je l'ai précisé au début des premières modifications de courbe de gaz, le régime moteur devra probablement être ajusté au cours des vols avec ce nouveau réglage. Ceux-ci pourront être différents en fonction de la puissance du moteur, du carburant utilisé, du type d'hélicoptère, etc. Si, à une certaine position du manche, le régime augmentait, il faudrait baisser la courbe de quelques points, à cette position de manche bien sûr ! Et vice versa !

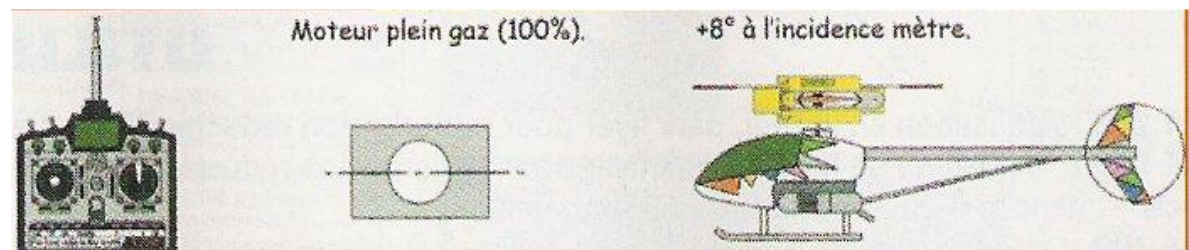
Réglage du carburateur et du pas collectif en fonction du manche pas/gaz en mode perfection



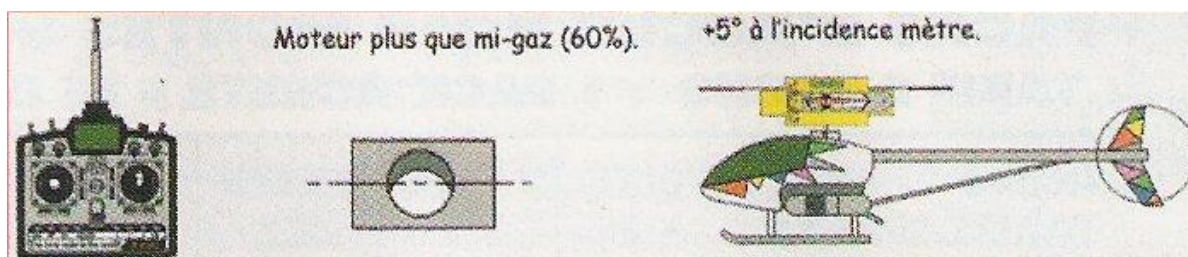
Manette gaz/pas à 25%, le carburateur est ouvert entre moitié et ralenti (38%). Le moteur tourne en dessous du mi-régime. Le pas collectif est de -1 ° presque 0°.



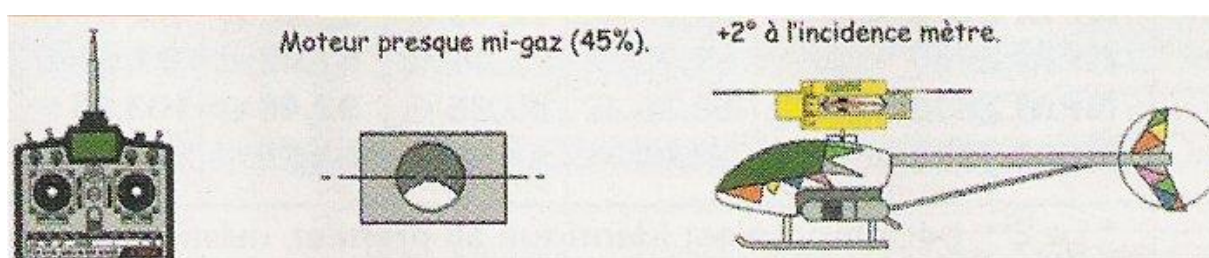
Manette gaz/pas au ralenti (0 %), le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de 4°.



Manette gaz/pas plein gaz (100%), le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de +8°.



Manette gaz/pas à 75%, le carburateur est ouvert un peu plus que la moitié (60%). Le moteur tourne au dessus du mi-régime. Le pas collectif est de +5°. Presque le stationnaire...



Manette gaz/pas au neutre (50%), le carburateur est ouvert un peu moins que la moitié (45%). Le moteur tourne en dessous du mi-régime. Le pas collectif est de +2°.

### 12.3 Retour sur le terrain

Comme pour le passage en mode transition, on vérifiera la non régression en faisant de petits stationnaires et de la translation lente pour s'assurer du réglage correct des courbes. Dans ce nouveau mode, le stationnaire sera obtenu avec le manche gaz/pas un peu plus loin du neutre. On s'y fait assez rapidement et il n'y a pas de quoi écrire un roman... En vol, les variations de pas seront plus linéaires et la translation se fera manche quasiment au neutre. Le passage d'un mode à l'autre pourra se faire en vol ou avant le décollage. Vous pourrez tester les deux façons : ça vous habituera à manipuler ces interrupteurs en vol.

Comme je le disais plus haut, il n'y aura pas de grosses différences de pilotage d'un mode à l'autre. Faites des passages de plus en plus rapides, avec de longues lignes droites d'un bout à l'autre du terrain, à fond la caisse. Si ça va trop vite, ralentissez comme vous savez le faire maintenant ! Il faudra écouter le moteur, notamment s'il ne prend pas trop de tours et procéder aux réglages de sa courbe pour baisser son régime s'il le faut.

**ATTENTION** : Après l'atterrissage, lorsque vous désactiverez le mode perfection pour arrêter le moteur (si vous avez deux interrupteurs pour les présélections), attention de désactiver aussi la première présélection pour passer en mode normal et pouvoir ainsi caler le moteur.

### 12.4 Gyroscope en mode conservateur de cap

Il va être temps maintenant de s'occuper de notre gyroscope et de profiter d'une fonction particulièrement intéressante en voltige, le mode « conservateur de cap ».

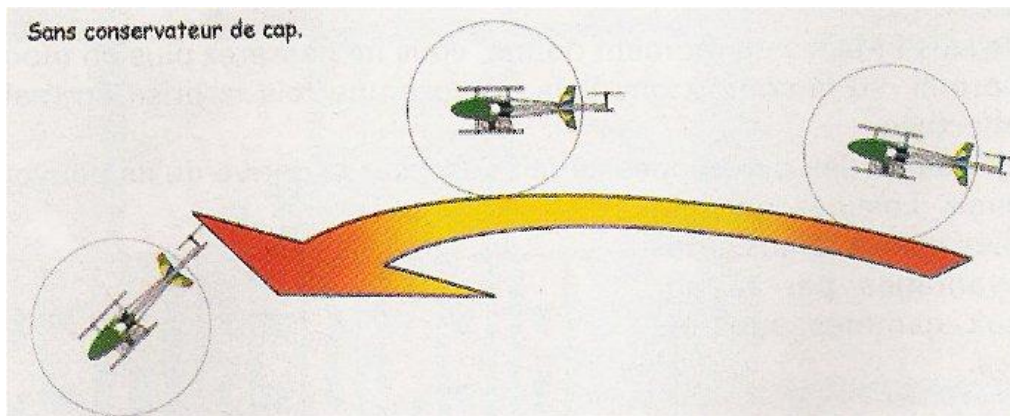


Pour avoir encore plus de précisions sur ce sujet, consultez la description que j'ai faite en début d'article sur les gyroscopes.

Jusqu'à présent, nous utilisons pour celui-ci le mode normal. Cela permettait de stabiliser notre hélicoptère de manière correcte. Celui-ci, néanmoins, se remettait systématiquement face au vent, profitant de l'effet girouette.

En translation rapide, lorsque dans les virages on oubliait un peu la dérive (anticouple), la queue de l'hélico se mettait tout de même dans le lit du vent, aidé par la dérive verticale.

#### Actions du gyroscope

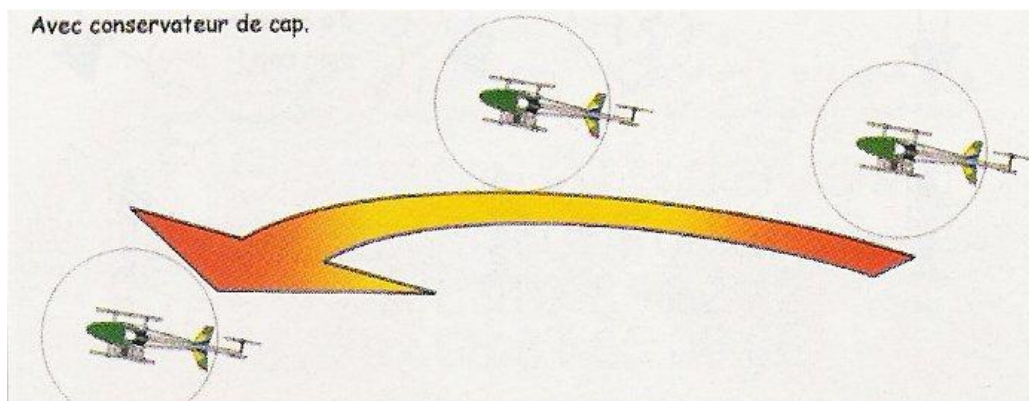


En virage sans conservateur de cap lors d'une translation rapide, si l'on oublie de mettre de l'anticouple, la queue de l'hélicoptère reste dans le lit du vent relatif. Le virage se fait quand même à peu près correctement...

#### 12.4.1 Inconvénients de ce mode

Cela voudra dire qu'en stationnaire, par vent de travers par exemple, l'effet girouette aura disparu ! En translation, le fuselage sera dans la dernière position où vous l'aurez laissé. Si, en sortie de virage, le fuselage n'est pas dans l'axe, l'hélicoptère fera une translation en crabe. En virage, si vous oubliez la dérive, le nez restera pointé imperturbablement vers le dernier cap adopté. C'est donc un mode qui pourra paraître déroutant. Aussi faut-il que vous sachiez de quoi il retourne.

#### Actions du gyroscope





En mode conservateur de cap, l'hélicoptère conserve son cap. Lors d'un virage, par exemple à gauche comme ici, si la dérive n'est pas appliquée à gauche aussi, le fuselage restera imperturbablement pointé vers son dernier cap enregistré. Le crash ne sera pas loin...

L'avantage est que l'hélicoptère ne se mettra plus systématiquement dans le lit du vent, ce qui autorisera l'exécution de figures de voltige complexes avec un certain confort de pilotage (marches arrières rapides, raies, etc.) sans l'effet girouette.

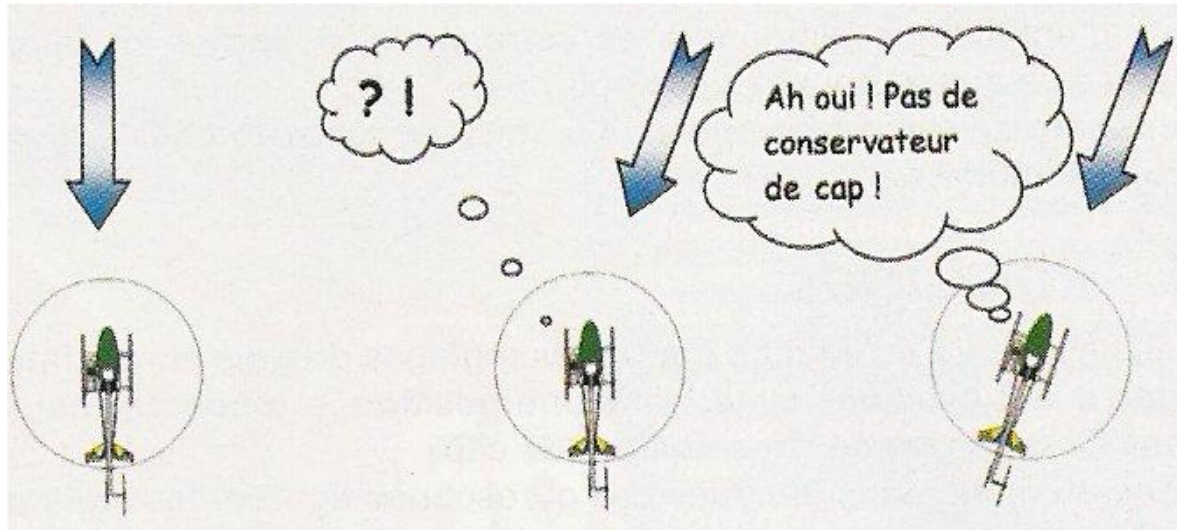
**IMPORTANT** : En mode conservateur de cap, l'hélicoptère ne se mettra plus dans le lit du vent, ni en stationnaire, ni en translation.

#### 12.4.2 Avantage de ce mode

Le gros avantage est justement que le cap sera maintenu automatiquement dans toutes les conditions de vol. La commande de lacet aura une importance plus grande encore : en vol, il faudra « la » piloter en permanence pour indiquer au fuselage la direction à prendre. Toutefois, lorsque cette direction sera définie, il la conservera. Donc en voltige, lorsque nous exécuterons des figures, celui-ci ne fera aucune rotation parasite autour de l'axe de lacet.

C'est indispensable en 3D. En effet, comme nous le verrons plus tard, nous n'aurons pas le temps de contrôler cet axe au cours des pirouettes. Et puis les réactions d'un gyroscope sont beaucoup plus rapide et efficaces que celles de notre servo... euh... cerveau !

##### Actions du gyroscope



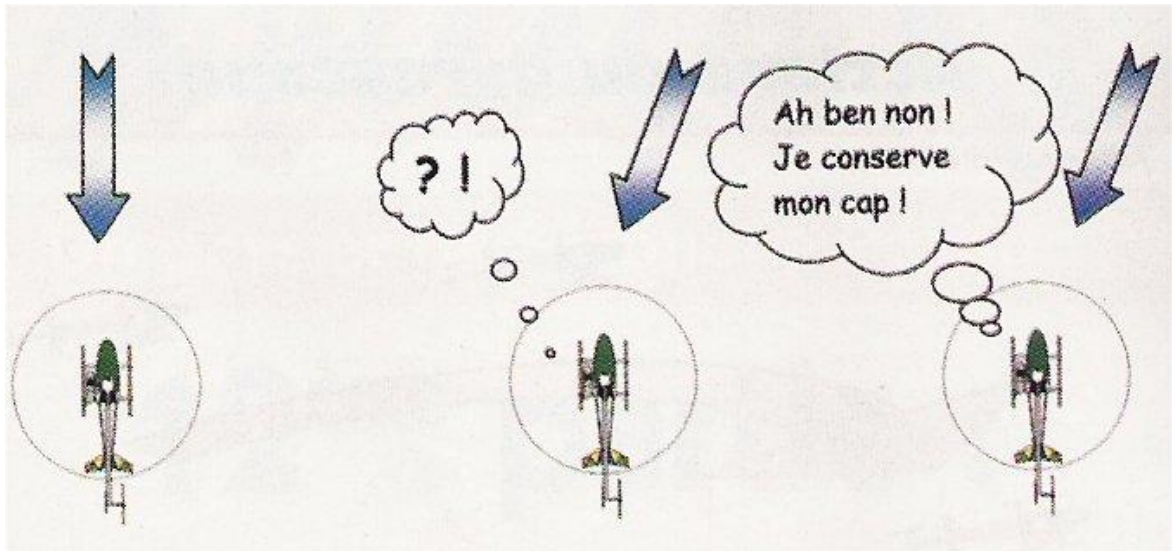
En mode sans conservateur de cap, un gyroscope amortira les perturbations brusques qui pourront faire varier la position de l'hélicoptère sur l'axe de lacet. Par contre, si un coup de vent latéral fait dévier la queue de l'hélicoptère, celui-ci se mettra dans le lit du vent à cause de l'effet girouette provoqué par les empennages.



### 12.4.3 Expérimentons

Je vous propose une petite expérience, histoire de bien saisir la différence entre ces deux modes.

#### Actions du gyroscope



En mode avec conservateur de cap, un gyroscope amortira et contrera même les déviations du vent. Il n'y aura plus d'effet girouette.

Posez votre hélicoptère sur votre établi ou sur une table et allumez la radiocommande. Attendez l'initialisation du gyroscope et préparez-vous. En mode normal, lorsque vous donnez un ordre à l'anticouple et que vous relâchez le manche, le servomoteur correspondant obéit fidèlement puis revient au neutre. Si vous inclinez le fuselage sur l'axe de lacet de 45° nez à droite par exemple, le servomoteur « accuse » le coup et contre cet ordre. Mais dès que vous arrêtez la rotation, le servomoteur revient fidèlement au neutre. C'est la fonction normale du gyroscope : il amortit. Maintenant, lorsqu'on bascule du mode normal au mode conservateur de cap, il est fréquent que le servomoteur parte en butée. Mais si l'on tourne le fuselage sur l'axe de lacet, on arrive à « trouver » une position où le servomoteur revient au neutre. A ce moment là, si vous bougez le manche d'anticouple, le servomoteur repart en butée. Il ne reviendra au neutre que lorsque le fuselage aura retrouvé un nouveau cap. Ce cap sera donc décidé par l'action du manche sur l'anti-couple. Si vous inclinez légèrement le fuselage, le servomoteur dérivera légèrement. Avec le manche (ou avec le trim), vous pourrez lui faire retrouver le neutre. Le cap sera donc donné par l'action sur le manche d'anti-couple. Tant que le fuselage n'aura pas pris ce nouveau cap, le servomoteur d'anti-couple actionnera sa commande et partira en butée, jusqu'à ce que le nouveau cap soit pris. Ce repère de cap est enregistré à la mise en route, lorsque le gyroscope s'initialise.



## 12.5 Réglages

Nous avons vu qu'il fallait mettre les réglages du gain sur un interrupteur à 2 positions avec, dans une position le mode normal et dans l'autre le mode conservateur de cap. Généralement, dans la notice des gyroscopes figurent les réglages qu'il faut faire dans un mode et dans l'autre. Ceux-ci peuvent varier d'un modèle à l'autre suivant la marque du fabricant. Je vous décrirai seulement le principe général de réglage. En mode normal, le trim d'anti-couple doit être au neutre. L'hélicoptère ne dévie pas en vol, la commande est réglée. Lorsque vous basculez l'interrupteur en mode conservateur de cap, si le servomoteur ne bouge pas, c'est tout bon ! Mais c'est rare ! S'il change de position, vous réussirez avec le trim, en principe, à lui faire retrouver son neutre. Mais lorsque vous rebasculerez en mode normal, le neutre aura changé puisque vous l'aurez modifié avec le trim ! Il faudra donc régler au niveau du palonnier du servomoteur et des chapes de manière à retrouver le neutre de cette commande en mode normal. On peut aussi déplacer le servomoteur si celui-ci est monté sur la poutre de queue. Il faut qu'au neutre le palonnier soit perpendiculaire à la tringle. En tâtonnant, on arrive à faire en sorte que le servomoteur ne dérive pas au passage d'un mode à l'autre, et que le neutre de la commande soit à la même position qu'auparavant. Pour le gain, réglez-le au départ à 50% (1/2 course de la voie auxiliaire à 50%).

## 12.6 En vol !

Maintenant, il faut essayer ça en vol ! Au démarrage, le gyroscope sera en mode normal. Vous décollez, et si vous vous apercevez qu'il faut retoucher le trim, n'en faites rien ! Reposez-vous, et réglez les chapes de manière à retrouver le neutre (après l'arrêt du rotor !). Une fois cela fait, assurez-vous qu'au passage d'un mode à l'autre, le servomoteur ne parte pas en butée. Un coup d'œil sur le rotor anti-couple, vu de derrière, vous renseignera sur ce qu'il se passe. On voit très bien si les pales, qui sont en rotation, sont en butée dans un sens ou dans l'autre. Il faut voir juste une petite épaisseur !

## 12.7 Trim d'anti-couple

**IMPORTANT : Si le trim doit être retouché, ce ne sera qu'en mode conservateur de cap. Si, en mode normal, l'hélico déviait, c'est la commande qu'il faudrait alors régler.**

Ceci pourra paraître fastidieux mais ce réglage terminé, on n'y reviendra en principe plus. Bon, on embraye et on redécolle pour cette fois tester ce fameux mode en vol. Basculez l'interrupteur. Tout va bien ? Pas de tendance à changer de cap ? Si ? Allez, un coup de manche d'anti-couple et tout rentre dans l'ordre. Vous vous apercevrez que le vent de travers ne fait pas changer le cap ! Normal !

## 12.8 N'oubliez plus l'anti-couple

En translation, n'oubliez surtout pas la dérive dans les virages, sinon le nez restera pointé imperturbablement vers son cap et le virage se terminera sur la queue ... par terre... On peut très bien décoller en mode conservateur de cap ! Il faut dans ce cas être vigilant sur l'état de la commande d'anti-couple (voir plus haut). Il se peut que l'hélicoptère dévie brutalement sur l'axe de lacet de quelques degrés pendant la mise en rotation du rotor. Il faudra donc être vigilant sur ce point et être prêt à contrer. Maintenant, à vous de découvrir le pilotage en mode conservateur de cap. Si vous n'êtes pas à l'aise, repassez en mode normal en vol pour souffler un peu !



C'est l'avantage d'avoir passé du temps à peaufiner ce réglage. Le temps perdu à régler les chapes sera récompensé par la possibilité de changer facilement de mode en vol. Parfois, avec la température extérieure ou l'humidité, le neutre peut dévier. A ce moment là, quelques crans de trim remettront tout en ordre. Mais vous me direz qu'il faudra encore modifier les chapes, etc. ? Je sais ! Mais à un moment donné, vous ne passerez plus en mode normal, vu le confort que cela procure une fois la prise en main effectuée. La qualité des gyroscopes se fait aussi sur la dérive qu'ils peuvent avoir. Les bas de gammes seront là aussi désavantagés par rapport aux gammes supérieures. Nous voilà enfin prêt à attaquer la voltige, chose qui, ma foi, est assez excitante et que nous allons voir maintenant !



# Treizième Partie: Premières Voltiges

Les translations rapides en mode perfection ne vous font plus peur, vous volez régulièrement en mode conservateur de cap, du décollage à l'atterrissage ? Parfait ! Nous allons passer ensemble encore une étape dans le pilotage de nos voilures tournantes !

## **13.1 Conditions**

Pour attaquer la voltige, il ne faudra plus trop stresser aux commandes de votre machine car vous aurez besoin de tout votre sang froid pour la sortir d'un éventuel mauvais pas...

Il n'est pas absolument nécessaire de savoir maîtriser à 100% toutes les phases de vol stationnaire et de translation, ni le vol de face, décollage et atterrissage compris. Mais se sera tout de même une aide fortement appréciable.

Votre hélicoptère sera souvent dans des positions non naturelles et les actions sur les manches pourront vous dépayser au début. Il faudra pouvoir réagir promptement mais sans brusquerie. Votre concentration devra être maximum lors de l'entraînement aux différentes figures. Aussi sera-t-il préférable qu'il n'y ait pas trop de monde sur le terrain. Ne pas hésiter, même, à être le seul en vol pendant ces moments là ! Inutile de chercher à épater la galerie ! La double commande sera plus que jamais utile avec un moniteur confirmé prêt à reprendre les commandes en cas de besoin !

Un entraînement pas à pas sera nécessaire car vous ne pourrez pas tout faire en une seule fois !

Bien entendu, si vous possédez un simulateur, c'est le moment ou jamais pour vous entraîner en toute sécurité. Mais faites-le sérieusement, en testant les procédures de manœuvre que je vais essayer de vous décrire. Essayez de vous sortir des mauvais pas éventuels en observant bien les attitudes que pourra prendre l'hélicoptère virtuel. Lorsque vous aurez décidé d'attaquer l'entraînement à la voltige, faites d'abord un premier vol comme d'habitude afin de vérifier votre machine et de prendre confiance en vous. Choisissez un jour ensoleillé : la visibilité est meilleure. En effet, le disque rotor se voit mieux lorsque le soleil l'éclaire. Par journée sombre, on ne le voit pratiquement pas ... (vous avez remarqué ?).

**SÉCURITÉ** : la hauteur de travail devra être relativement importante au début (une trentaine de mètres), afin de mettre de l'eau sous la quille en cas de panique ! La distance par rapport à vous sera d'une trentaine de mètres pour éviter de passer au-dessus de vous ! Dès lors, en passant à votre niveau, vous le verrez suivant un angle d'environ 45°.

## **13.2 Renversement**

Pour commencer, on attaquera cette figure qui est assez facile à réaliser.

Cela consiste, après un passage en sortie d'hippodrome, à monter à la verticale jusqu'à l'arrêt complet, puis à basculer d'un demi-tour sur l'axe de lacet et de redescendre à la verticale le nez pointé vers le sol. Ensuite, on rétablit en vol à plat de manière à se retrouver à la même altitude qu'au départ, mais en sens inverse.

Houlà ! Ça existe ça ?





### 13.2.1 Virage relevés

On s'entraînera d'abord à faire des virages relevés à grande vitesse. On pourra le faire avec le gyroscope en mode normal. Au bout d'un moment, passez en mode conservateur de cap. N'oubliez surtout plus l'anti-couple !

Vous lancerez donc votre engin vrombissant dans des séries de lignes droites devant vous, avec des virages classiques des 2 cotés (en faisant des huit à plat ou des hippodromes), comme vous savez le faire depuis longtemps maintenant !

En bout de ligne droite, avant de virer, vous cabrez un peu de manière à pointer légèrement le nez de l'hélicoptère vers le ciel. Légère inclinaison aux ailerons en éloignement par rapport à vous (déformation de langage due aux avions !) et vous accompagnerez avec la dérive dans le même sens. L'hélico décrira une trajectoire ascendante en virage et re-pointera de lui-même le nez vers le sol en fin de virage. On remet tout à plat et on cabre pour remettre le fuselage à l'horizontale. N'oubliez pas de remettre un peu de pas lors de la « ressource ».

Voilà ! Votre premier virage relevé est réussi ! Enchaînez-en plusieurs d'affilée, tantôt à droite, tantôt à gauche, sans trop grimper dans un premier temps.

Ça fait drôle au début de voir son hélicoptère adopter des attitudes bizarres. C'est un très bon exercice de coordination de mouvement qui permet de réaliser que notre engin est quand même manœuvrant.

### 13.2.2 Ordres à l'anti-couple

Petit à petit, vous ferez le virage de plus en plus relevé, jusqu'à ce que l'hélico soit presque à la verticale. A ce moment là, il faudra baisser le pas jusqu'à 0° (manche au neutre, donc !) pour éviter une déviation de la bête vers vous ! Normalement, à ce moment là, l'ascension ne tardera pas à s'arrêter d'elle même, si la vitesse d'entrée est importante. Sinon, l'ascension s'arrêtera encore plus vite... !

Et oui, ce sera sur l'élan de départ que l'hélicoptère pourra prendre plus ou moins de hauteur. Il n'y a rien qui le tractera vers le haut, lorsqu'il aura le nez pointé à la verticale vers les nuages ! Donc on ne pourra pas grimper très haut, comme en avion ! Juste avant l'arrêt de la grimpe (assez rapidement, donc), donnez un ordre à l'anti-couple (pas à fond, mais presque) du côté où le fuselage s'incline, pour basculer le nez vers le bas.

Dès que celui-ci regarde le sol, relâchez l'anti-couple. Pas avant, pas après ! Je vous rappelle, si vous êtes en mode conservateur de cap, que le gyroscope se chargera de faire garder le dernier cap... Ensuite, vous cabrez et remettez du pas (qui était à 0°) pour faire la ressource.

Si jamais l'hélico bat la mesure avec la queue au « lâché » de l'anti-couple, c'est que le gain du gyroscope est trop important.

### 13.2.3 Ressources avec le pas/gaz, aussi

Si vous oubliez de remettre du pas lors de la ressource, le fuselage se remettra à plat du fait du cabré mais l'hélicoptère continuera à descendre à plat, puisqu'on l'avait baissé à 0°.

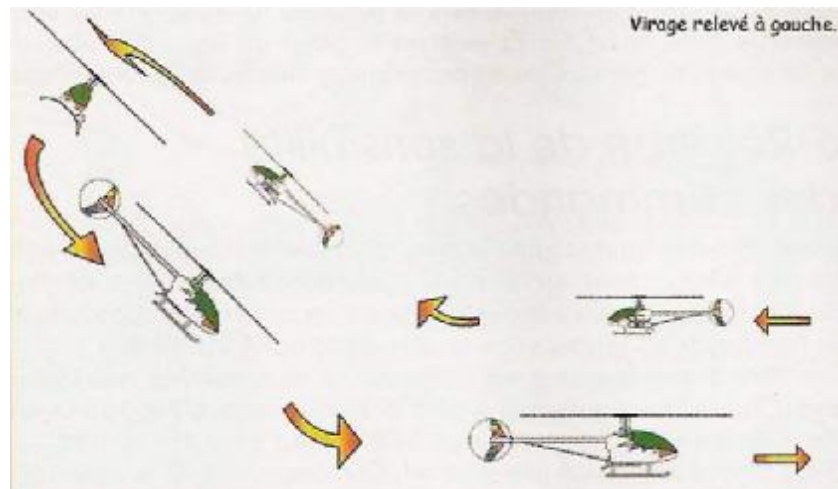
Donc, en même temps que vous cabrez pour la ressource, n'oubliez pas de remettre presque plein gaz/pas.

Un contrôle permanent des attitudes sera à faire, notamment au cyclique latéral afin d'éviter une déviation de l'hélico en éloignement ou en rapprochement.

Entraînez-vous dans les deux sens s'il n'y a pas de vent, et s'il y a du vent, face au vent. Evitez les renversements vent dans le dos, l'hélico s'enfonçant en s'éloignant, poussé par le vent !

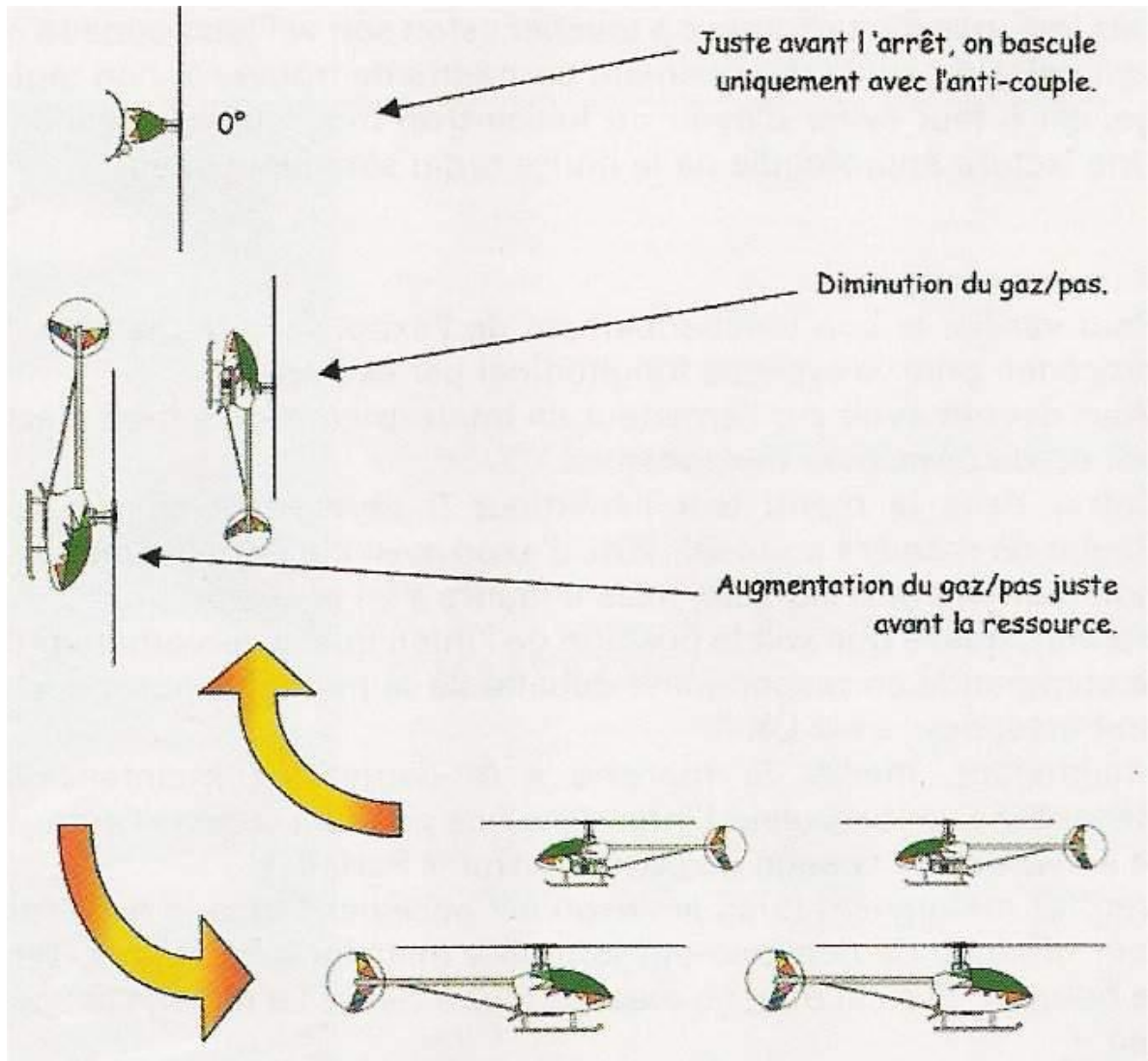


### Renversements



Avant de s'attaquer aux renversements, il faudra travailler les virages relevés après une belle ligne droite.

Ici, c'est un virage à gauche. On ne cabrera pas beaucoup pour le faire monter ni pour le redresser. Le virage se fera en inclinant à peine à gauche au cyclique latéral et en tournant à gauche à l'anti-couple. On ne touchera pratiquement pas au pas collectif.



Pour le renversement on fait grimper l'hélico à la verticale avec une action modérée du cyclique longitudinal à cabrer. Si l'on cabre trop, l'hélico se freinera.

Pendant l'ascension, le pas collectif sera mis à 0°.

Juste avant l'arrêt on bascule avec un ordre à l'anti-couple et on le relâche dès que le nez pointe vers le sol.

La ressource sera modérée de manière à ne pas « asseoir » le bébé. Le pas collectif sera mis presque plein gaz/pas de manière à redonner de la portance au rotor.

Si jamais vous vous retrouviez dans une situation délicate et que vous ne voyiez pas bien dans quelle position est votre hélico, il faudrait garder son sang froid et ne pas paniquer !

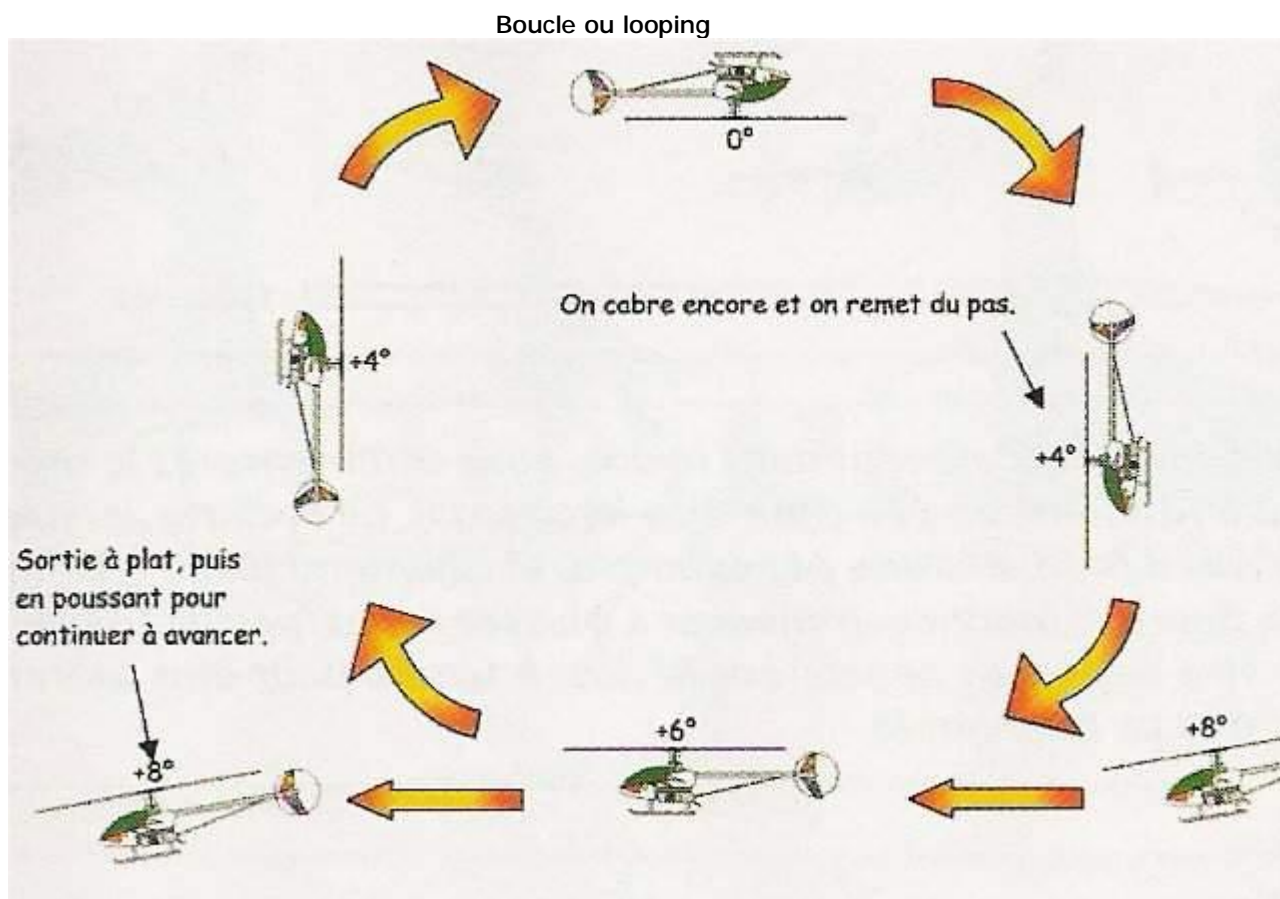
Remettez du pas et poussez sur la profondeur pour reprendre de la vitesse.

Je ne peux pas vous indiquer les corrections exactes à appliquer en cas de malaise, aussi une observation attentive sera nécessaire pour repérer la position de la bête afin d'éviter de la mettre dans une situation critique. Il faudra piloter à la demande...



### 13.3 Boucles

Cette figure assez spectaculaire se fera avec une vitesse d'entrée maximum face au vent. Il faudra être sûr du bon réglage du moteur et du pas maxi. Les mêmes hauteurs et distances de travail que pour le renversement seront à respecter, question de sécurité. La boucle ne pourra pas être de grand diamètre, surtout si votre hélico est faiblement motorisé !



Vous ferez cette figure face au vent, en sortie d'hippodrome par exemple. La vitesse d'entrée devra être maximum, le manche gaz/pas étant à fond plein pas positif. Pour grimper à l'assaut des nuages, il ne faudra pas trop cabrer, afin de ne pas casser la vitesse. Dès que l'hélico commence à se retrouver sur le dos, il faut baisser le gaz/pas aux environ de  $0^\circ$ . Pour la ressource, il ne faut pas oublier de remettre du pas, car à  $0^\circ$ , il y a très peu de portance...!

#### 13.3.1 Variations faibles du manche pas/gaz

En passage plein gaz (manche gaz/pas à fond), devant vous, en sortie d'hippodrome, rotor à plat, vous cabrez modérément (manche mi-course environ) afin de monter à l'assaut des nuages !

Dès que le nez atteint la verticale montante, vous baisserez un peu le pas, mais pas à



0°. La profondeur sera maintenue cabré jusqu'à la fin de la figure.

Lors du passage sur le dos, il faudra diminuer encore le pas, presque à 0°.

Le nez commencera à pointer vers le sol, à ce moment là, vous remettrez du pas pour garder l'efficacité de la profondeur et entamer la ressource.

Lorsqu'il se retrouve à l'horizontale, vous relâchez la profondeur et poursuivez la ligne droite !

La force centrifuge se chargera en principe, si la vitesse est grande, de « plaquer » l'hélico dans sa trajectoire.

Le risque est que l'hélicoptère arrête l'ascension si vous cabrez trop au début (ça le freine), et retombe sur la queue. La profondeur doit toujours être maintenue mais dosée de manière à ne pas casser la vitesse. Le manche gaz/pas variera avec une position presque à 0° lorsque l'hélicoptère se retrouvera sur le dos, afin de ne pas être attiré vers le sol.

Si je vous conseille de vous entraîner à cette figure avec le réglage 3D, c'est pour se sortir d'une situation critique de perte de vitesse. Si l'hélicoptère restait « bloqué » sur le dos sans vitesse, pour éviter la chute, on basculerait plein pas négatif tout en maintenant la profondeur toujours cabrée. Ce ne serait pas joli, mais ça sauverait la machine. Vous pourrez le faire en mode perfection, il ne chutera plus. Mais en mode 3D, il pourra même remonter sur le dos...

On verra plus loin en 3D, que c'est une situation qu'on recherchera !

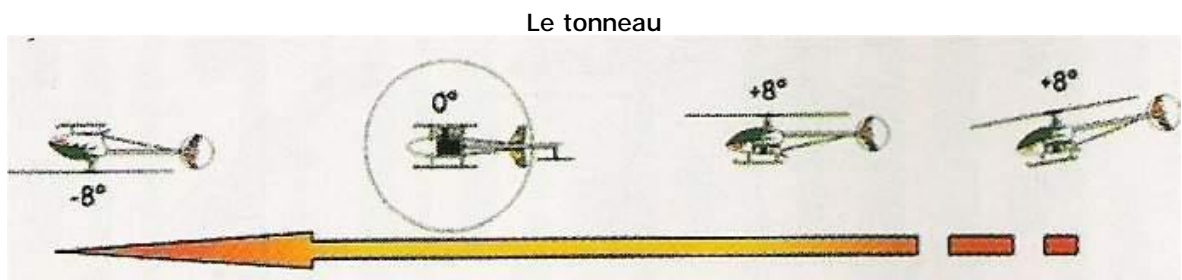
Conseil : Le gyroscope sera de préférence en mode conservateur de cap. Si la figure est ratée, il ne faudra pas que l'hélicoptère dévie en plus sur son axe de lacet...

### 13.4 Tonneaux

C'est une figure qui est vraiment bizarre au niveau actions sur les manches (surtout pour un « avionneux ») et qui nécessite une bonne coordination du manche gaz/pas. Là aussi, le réglage en mode 3D permettra de se sortir d'un mauvais pas (voir pourquoi plus loin).

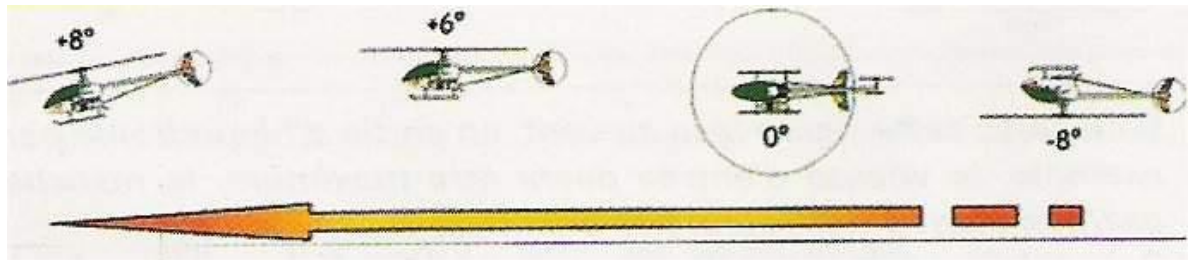
Les pilotes d'avions seront certainement déroutés car les anciens réflexes des voltigeurs seront contraires par rapport à l'avion.

Ce sera une figure à faire vent dans le dos. La vitesse sera maximum et les déviations de trajectoire moins visibles grâce à elle. L'altitude et la distance de sécurité seront aussi à respecter.



A fond les gamelles, vent dans le dos, vous commencerez le tonneau en cabrant un peu pour être horizontal. Le cyclique latéral sera mis à fond, à droite par exemple, et maintenu jusqu'à la fin de la figure. Il faudra commencer à baisser le gaz/pas de manière à être à fond en négatif sur le dos.

Il faudra peut-être cabrer un peu à ce moment-là.



Après la phase dos, on remet le gaz/pas à fond en positif, Le cyclique latéral est toujours maintenu à droite. La sortie se fera en le lâchant et en poussant un peu sur le cyclique longitudinal. Les variations du pas collectif se feront rapidement d'une butée à l'autre. C'est une séquence d'actions qui devra devenir un réflexe. On ne touchera pas l'anti-couple.

### 13.4.1 Variations du manche gaz/pas

Décortiquons un peu cette figure.

Plein gaz (manche gaz/pas à fond), vent dans le dos, en suivant une trajectoire parfaitement horizontale, on passe devant soi.

A ce moment là, on met le manche d'ailerons (enfin, cyclique latéral !) à fond à droite par exemple, et on le maintient, quoi qu'il arrive ! L'hélicoptère commencera sa rotation sur l'axe de roulis.

Dès qu'il passera sur la première tranche, il faudra commencer à passer plein pas mini. Sur le dos, le pas devra être au mini, sinon l'hélico sera « aspiré » vers le sol, à la recherche des taupes... !

### 13.4.2 Contraire des avions

Sur le dos, donc, il faudra peut-être tirer un peu sur la profondeur, car il aura certainement tendance à remonter. Et oui ! C'est ce qui déroutera le voltigeur avion avec les variations de gaz ! Car en avion, on pousse sur le dos, et le manche des gaz ne varie pas !

Donc, sur le dos, on est plein pas mini, manche de profondeur à peine tiré. Dès qu'il commence à revenir sur la tranche, on lâche la profondeur et on commence à repasser au pas maxi. Lorsqu'il se retrouve presque à plat, il faudra remettre le pas maxi à fond, et pousser un peu sur la profondeur...

Dans tous les cas, si ça se passait mal, il faudrait finir la figure en maintenant les ailerons à fond. Pour éviter que l'hélico ne reste bloqué sur le dos ! Relâchez-les bien sûr à la fin !

Là aussi, il arrive qu'en fin de figure, si l'on a mal négocié la profondeur, l'hélicoptère arrête d'avancer. Il faut dans ce cas remettre des gaz et pousser la profondeur pour le relancer.

Cette synchronisation particulière des manches sera une sorte de réflexe à acquérir sur simulateur si possible. On ne s'inquiètera pas du bruit des pales, assez impressionnant pendant cette figure !

Le gyroscope sera, là aussi, en mode conservateur de cap, les déviations parasites sur l'axe de lacet ne manquant pas de se produire sinon, ce qui ne facilitera pas la tâche ! Attention : Ne laissez pas l'hélico trop s'éloigner. Attaquez la figure dès qu'il arrive à votre hauteur. Sinon, comme il sera lancé à pleine vitesse, il parcourra du chemin, et sera vite un petit point à l'horizon !



### **13.5 Une après l'autre**

Voilà quelques figures de base, qui pourront être combinées afin de faire un programme de voltige classique. Je vous le rappelle, ne tentez pas au début toutes les figures du premier coup, mais passez plutôt quelques séances à peaufiner vos renversements, puis, la fois d'après, commencez les loopings et peaufinez-les.

Puis, une fois ces figures « maîtrisées », passez aux tonneaux. Lorsque vous déciderez de vous attaquer à une nouvelle figure, répétez ce que vous avez appris la dernière fois, histoire de vous remettre dans le bain ! Et essayez-là aussi un coup à droite, un coup à gauche, histoire de ne pas prendre de mauvaises habitudes.

### **13.6 Réglage de la sensibilité des commandes**

Les différentes figures que nous venons de voir nécessitent un hélicoptère relativement nerveux aux commandes de cyclique longitudinal et latéral. Jusqu'à présent, on ne s'est pas trop préoccupés de ce réglage, mais je vais vous en dire juste quelques mots.

Les débattements que nous utilisons ne sont pas au maximum, sinon, nous aurions du mal à tenir le stationnaire. C'est trop sensible ! On les a réduits en principe à 80%. Pour faire de l'acrobatie, il nous faut un hélico un peu plus vif. Comment faire ? Je vais vous le dire !

#### **13.6.1 L'exponentiel**

Il suffit, par programmation, d'augmenter un peu plus les débattements (par les fins de courses, par les dual-rates ou doubles débattements) en les mettant à 100% et d'activer le mode exponentiel. Ainsi, en mettant par exemple 20% d'exponentiel (ou -20% suivant la marque de la radio) sur les cycliques longitudinales et latéral, la commande sera de faible amplitude autour du neutre, et maximum à fond de course du manche (suivant vos réglages).

Dès lors, pas d'interrupteur à toucher selon son vol (stationnaire ou voltige). Un peu de tâtonnement permettra de trouver le bon réglage, car il faut éviter d'avoir un hélico trop mou aux commandes. Une lecture approfondie de la notice radio sera instructive.

#### **13.6.2 Comment le régler ?**

Pour vérifier le bon fonctionnement de l'expo, voici la manière de procéder pour le cyclique longitudinal par exemple :

Vous devriez avoir sur l'émetteur un interrupteur permettant d'activer ou de désactiver l'exponentiel.

Entrez dans le menu (sur l'émetteur !) permettant ce réglage. Réglez de manière à obtenir 20% d'expo avec l'interrupteur dans une position (peu importe laquelle, mais il faudra s'en souvenir...).

Vérifiez, quelle que soit la position de l'interrupteur, que le servomoteur de la commande correspondante débatte de la même valeur manche en butée. Bon, c'est OK ?

Maintenant, mettez le manche à mi-course et maintenez-le. Regardez si en basculant l'interrupteur dans une position et dans l'autre, si le servomoteur change de position.

Oui ? Parfait !

Vérifiez maintenant lorsque l'expo est enclenché, que le servomoteur diminue de débattement (toujours manche à mi-course, sans le bouger). Si c'est bon, ne touchez plus à rien ! Le réglage est parfait !

S'il augmente le débattement, il faudra mettre -20%, et contrôler à nouveau. Certaines marques de radio n'ont pas la même définition de l'expo...



Un ajustement sera peut-être nécessaire, si l'hélico est encore trop sensible, ou pas assez. Il faudra donc respectivement augmenter ou diminuer cette valeur suivant le cas.

### **13.7 Réglages 3D**

Conseil d'ami : Je vous conseille quand même d'activer la présélection de voltige 3D pour les tonneaux et les boucles. Ceci permettra de sauver plus facilement les meubles en cas de panique ! Je vous explique brièvement pourquoi.

Le réglage en mode 3D permettra de mettre moins de pas avec le manche sur le dos, celui-ci atteignant  $-8^\circ$  à fond. Sinon, à  $-4^\circ$  (mode perfection), il faudra le mettre à fond, et l'on n'aura plus de ressource si l'hélico continue sa chute (exemple d'un tonneau mal commencé, en légère descente !).

A  $-8^\circ$ , l'hélico remontera sur le dos si on mettait plein pas mini... Ça peut aider !

On va d'ailleurs voir maintenant de quoi il en retourne.





# Quatorzième Partie: Début En Voltige 3D

Depuis le temps que je vous en parle, il fallait bien que ça arrive ! On va enfin s'attaquer au vol 3D, si le cœur vous en dit ! Ce n'est pas une fin en soi, mais il est particulièrement excitant de remuer la crêpe à ce tas de ferraille... ! Enfin, on ne verra que les bases, hein ? Je ne suis pas un maître en la matière, loin de là ! Je tenterai donc de vous guider dans les premières évolutions 3D afin ne plus être trop impressionné et de comprendre un peu mieux cette mystérieuse discipline hyper spectaculaire!

Les réglages en mode 3D permettent aussi de voltiger de manière classique avec moins de risque en cas de situation critique. Ils permettront de « sauver les meubles » si l'on rate une figure, l'hélico étant plus maniable. Sur le dos par exemple, si la machine s'enfonce en haut d'une boucle, un grand coup de pas mini à fond la fera remonter de manière quasi instantanée... (je me répète, là ! Non ?).

## 14.1 Késako ?

Alors en quoi consiste le vol 3D ?

Il ne s'agit, ni plus ni moins, d'un défi permanent aux lois de la gravité et aux nerfs du pilote ! Mais bien sûr, lorsqu'on sait comment vole un hélicoptère et qu'on en pilote un, le mystère tombe un peu... Un peu seulement car, parfois, on se pose des questions du style « mais comment fait-il pour ne pas se mélanger les crayons...? ».

### 14.1.1 Imaginez

Imaginez un hélicoptère faisant des pirouettes sur place, en avant, en arrière, sur les côtés...

Imaginez-le en train de faire du vol dos au ras du sol en stationnaire, puis de partir en translation arrière pour décrire des virages serrés...

Imaginez encore cet hélicoptère faire des boucles en marche arrière, en faisant des tonneaux...

Vous en voulez encore ? Imaginez donc que ces boucles se fassent en translation latérale avec des pirouettes avant ou arrière...

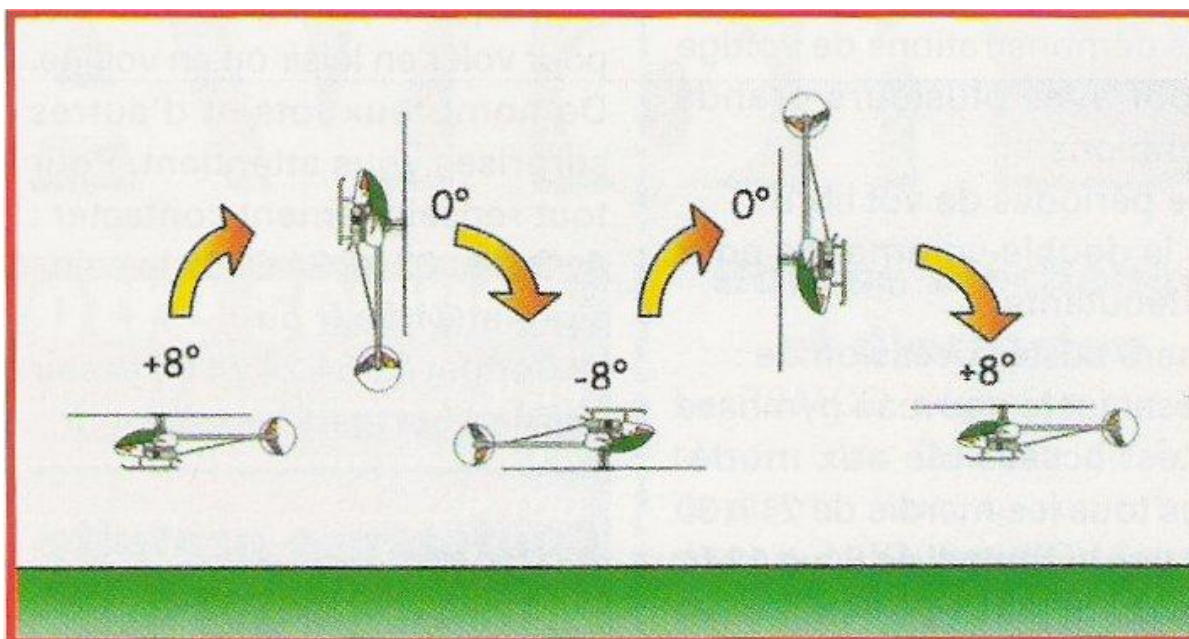
La voltige 3D c'est tout ça, et plus encore ! L'imagination des champions est sans limite. Il faut tirer un grand coup de chapeau aux pilotes qui se débrouillent dans cette façon de voltiger. La visualisation en vol de la bestiole devient assez vite problématique. De plus, il ne faut pas se mélanger les pinceaux lors de l'exception et de l'enchaînement des figures ! Piloter un hélicoptère en marche avant est une chose, mais en marche arrière ou en translation latérale, je ne vous raconte pas !

Il faut vraiment être claire dans sa tête et avoir des nerfs d'acier et du sang froid pour assimiler le sens des ordres à appliquer lorsque l'hélicoptère se trouve dans n'importe quelle position !

Je pense qu'il faut un sacré entraînement au simulateur (ça aide beaucoup !) et une prédisposition naturelle pour obtenir une concentration à 200% et des réflexes d'acier ! On n'aura pas le temps, dans certaines configurations, de réfléchir dans quelle position mettre les manches ! Un entraînement progressif et intensif sera la base du succès !

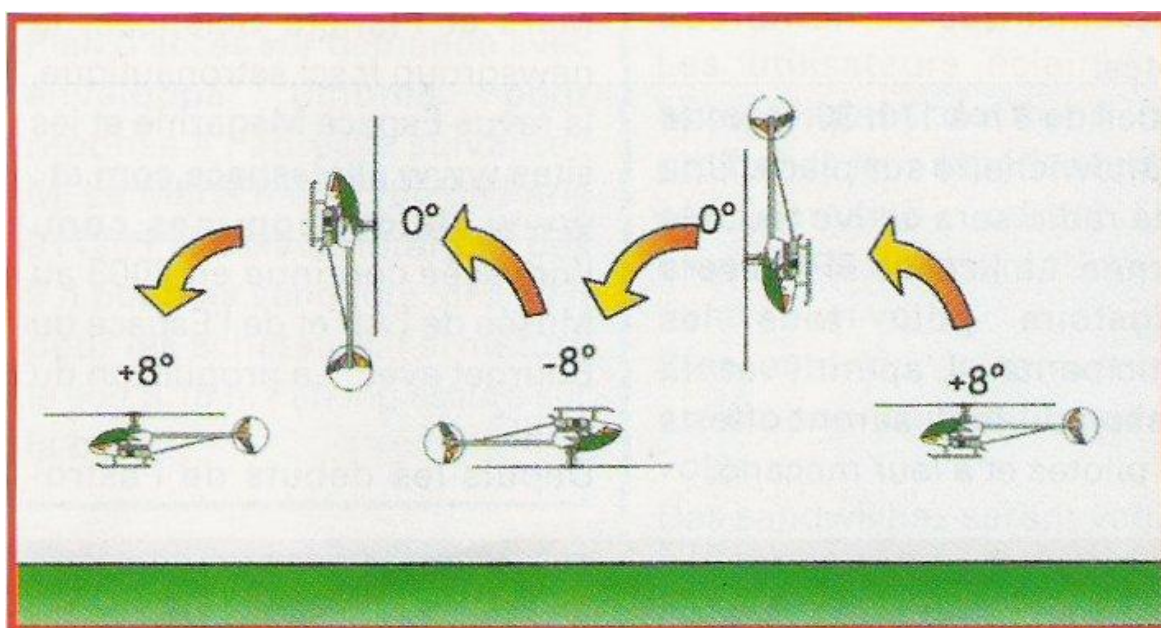


### Les flips Longitudinaux



### **FLIP ARRIÈRE**

A partir du stationnaire bien à plat, on met presque « plein pas positif » et on cabre à fond en même temps. On maintient le cabré tout le long de la figure. Le pas sera mis « plein négatif » lorsqu'il passera sur le dos. Il sera remis en « plein positif » lorsqu'il se retrouvera à plat. A la fin de la figure, on remettra le manche de profondeur au neutre et celui du pas en position stationnaire.

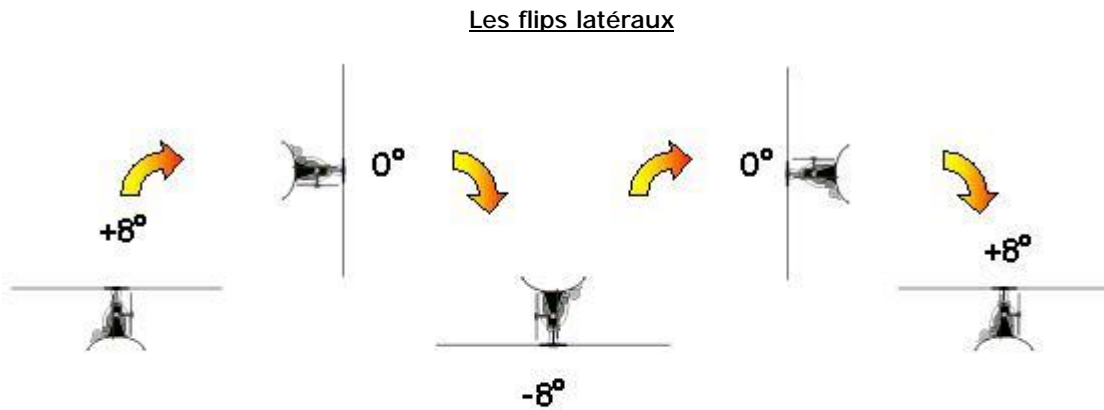




## FLIP AVANT

A partir du stationnaire bien à plat, on met presque « plein pas positif » et on pousse la profondeur à fond en même temps.

On maintient le manche de profondeur poussé tout le long de la figure. Le pas sera remis en « plein négatif » lorsqu'il se retrouvera sur le dos pour remonter. Il sera remis en « plein pas positif » lorsqu'il se retrouvera à plat. A la fin de la figure, on remettra le manche de profondeur au neutre, et celui du pas en position stationnaire.



## FLIP LATÉRAL

A partir du stationnaire bien à plat, on met presque « plein pas positif » et on incline à fond à droite au cyclique latéral en même temps. On maintient l'inclinaison tout le long de la figure. Le pas sera mis « en plein négatif » lorsqu'il passera sur le dos. Il sera remis en « plein positif » lorsqu'il se retrouvera à plat. A la fin de la figure, on remettra le manche de cyclique latéral au neutre et celui du pas en position stationnaire. S'il part sur la queue lors du passage dos, il faudra cabrer légèrement. Pour le flip à gauche, même procédure mais à... gauche !

### 14.1.2 Avec quel matériel ?

Pratiquement toutes les machines du commerce sont capables de faire du 3D lent et non enchaîné ! Mais pour rivaliser avec les meilleurs, et pour violenter l'hélicoptère comme certains le font (mais non, ce ne sont pas des brutes... !), il faudra utiliser des machines haut de gamme ou, la plupart du temps, « upgrader » son modèle standard en installant les meilleurs composants électroniques et mécaniques du marché (servomoteurs, gyroscope, moteur, pièces métalliques de tuning, etc.). L'usure des composants peut être telle qu'une maintenance draconienne sera nécessaire ! L'hélico est soumis à des efforts et à des contraintes inhabituelles, surtout si vous faites du vol 3D votre religion...

Évitez les machines bas de gamme quand même. Souvent, certaines pièces prennent



rapidement du jeu et doivent être changées au bout de quelques séances de vol 3D (plateau cyclique avec rotules en plastique sur certains modèles, par exemple, ou bagues en bronze qui s'usent plus vite dans ces conditions, au lieu de roulements). Elles pourront quand même faire du 3D, mais pas longtemps...

Je vous conseille d'assister à une démonstration de voltige 3D, si ce n'est déjà fait.

Vous pourrez vous rendre compte de la chose et verrez que, comme dirait l'autre... « ça le fait » !

Pour ce qui nous concerne, on ne s'intéressera qu'aux bases, faisables avec quasiment toutes les machines du commerce, sans modification particulière.

L'appareil devra juste être en bon état. En effet, dans ces évolutions, si un roulement ou une chape a un peu de jeu par exemple, il empirera plus vite que d'habitude...

## **14.2 Retour à l'atelier**

Tout d'abord, il faudra modifier nos réglages de commande de pas collectif pour avoir cette fois 0° manche au neutre et -8° en pas midi. Il faudra certainement modifier les dispositions des palonniers et des chapes du pas collectif pour obtenir ce grand débattement.

### **14.2.1 Manche au neutre, pas collectif à 0°**

Les courbes de gaz et de pas devront être parfaitement symétriques par rapport à la position du manche gaz/pas au neutre. Le 0° sera obtenu manche au neutre, avec un régime moteur optimisé pour éviter un emballement de celui-ci. Pour commencer, on pourra le fixer à 45% puis, en vol, on le peaufinera selon le besoin et nos désirs.

### **14.2.2 Pas maxi, pas mini...**

Le pas maxi sera de +8°, classique ! Le moteur sera à fond, à 100. Le pas mini sera donc augmenté à -8°. Le régime moteur sera poussé à fond, à 100° aussi ! En effet, il faudra une symétrie totale pour avoir les mêmes réactions sur cette commande, à plat ou sur le dos.

Si le pas maxi réglé était de +9° par exemple (après le réglage du pas maxi vu précédemment), le pas mini devra être de -9° (symétrie oblige !).

### **14.2.3 Stationnaire**

Le stationnaire ventre sera entre le neutre et le pas maxi, à +4° avec le moteur à 50%. Celui du vol inversé sera entre le neutre et le pas mini, à -4°, avec un moteur à 50% aussi.

### **14.2.4 Autorotations**

La courbe devra être revue car le pas mini aura changé. On pourra mettre le maximum possible et donc programmer un -8°/0°/+12°, en augmentant juste le pas maxi. Ainsi, l'on aura de la ressource (8°) pour relancer rapidement les tours rotors en cas de besoin...

### **14.2.5 Précautions**

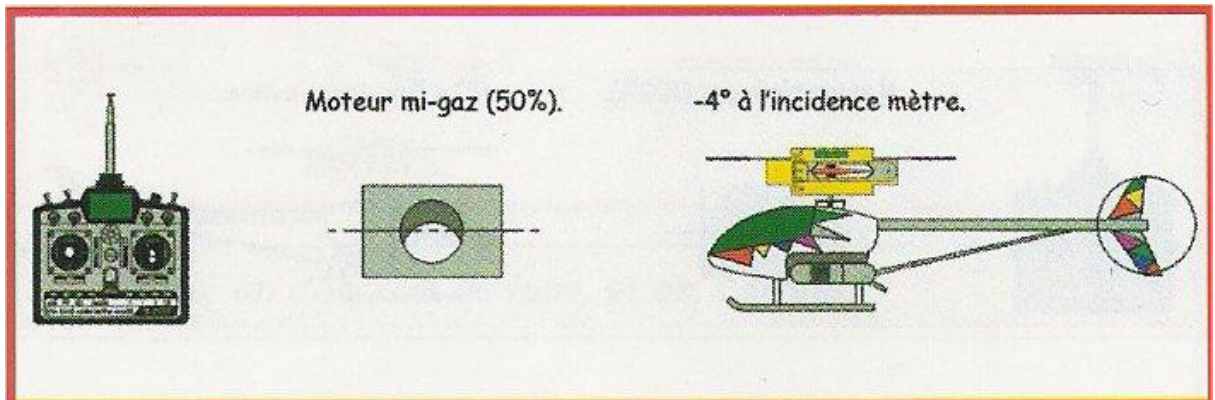
Il faudra être particulièrement soigneux dans ces réglages. Lorsqu'on dit « manche au neutre », ce ne sera pas à peu près !



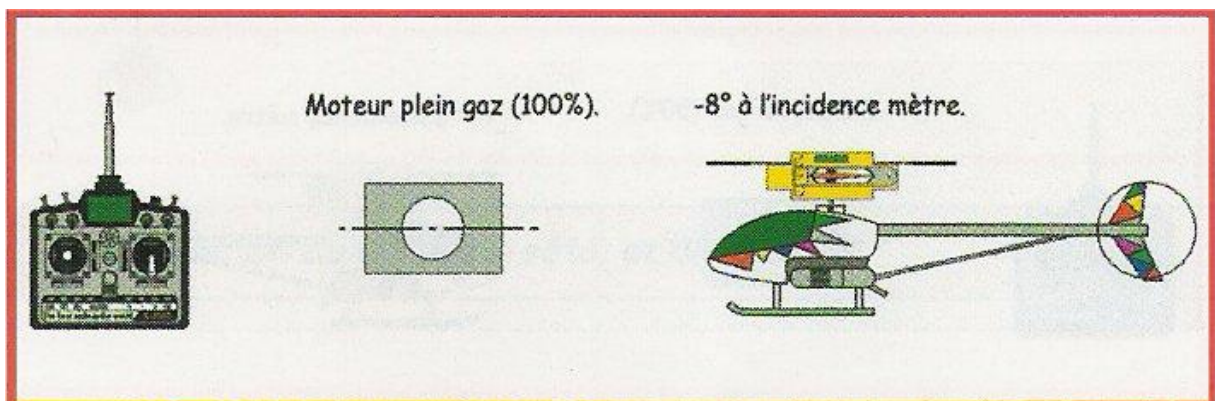
Il faudra qu'il soit bien vertical, aligné avec celui de l'autre manche vu de côté ! Dans la négative, la correspondance entre les courbes de gaz et de pas sera décalée. Lorsque je dis manche entre le neutre et le pas maxi pour le stationnaire par exemple (25%), c'est vraiment au quart de sa course ! Il faudra repérer cette position par les graduations figurant généralement dans les puits de manches. Comme c'est un montage symétrique il faudra, manche au neutre (encore plus que pour les autres modes) que les tringles et les palonniers de commande de la tête soient vraiment perpendiculaires ou parallèles avec l'axe rotor et que le pas soit vraiment à 0° et non à 0,5° !

Pour le carburateur, lorsqu'il sera à mi-gaz, son palonnier et celui du servomoteur de gaz devront être parallèles entre eux, perpendiculaires à leur tringle. Je ne vous donnerai pas plus de précisions. A présent, vous devriez connaître la musique !

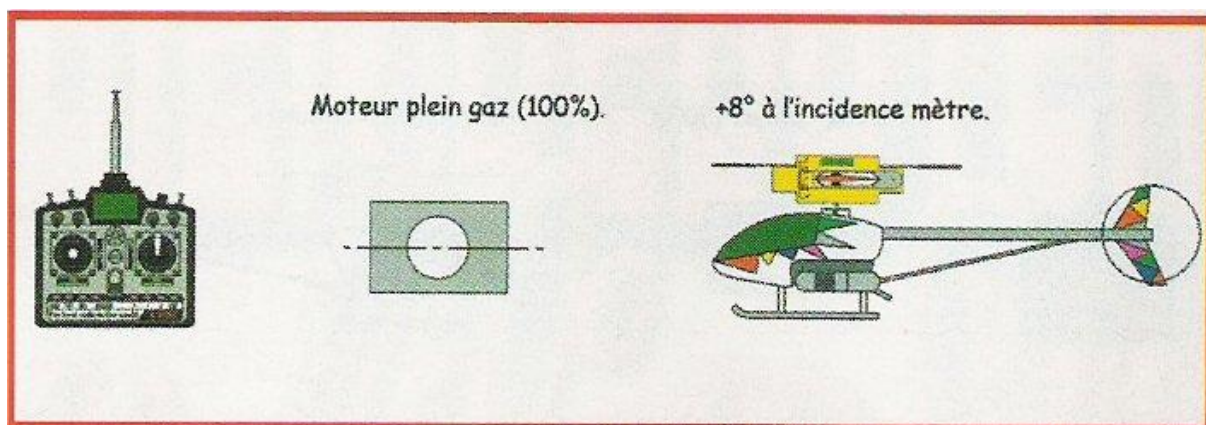
Réglage du carburateur et du pas collectif en fonction du manche gaz/pas en mode 3D



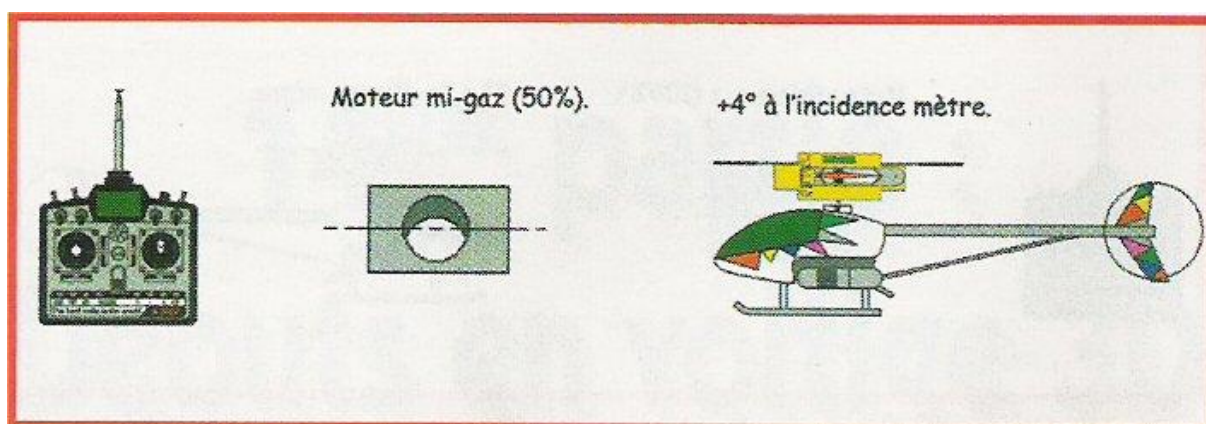
Manette gaz/pas à 25%, le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de -4°. Le stationnaire dos...



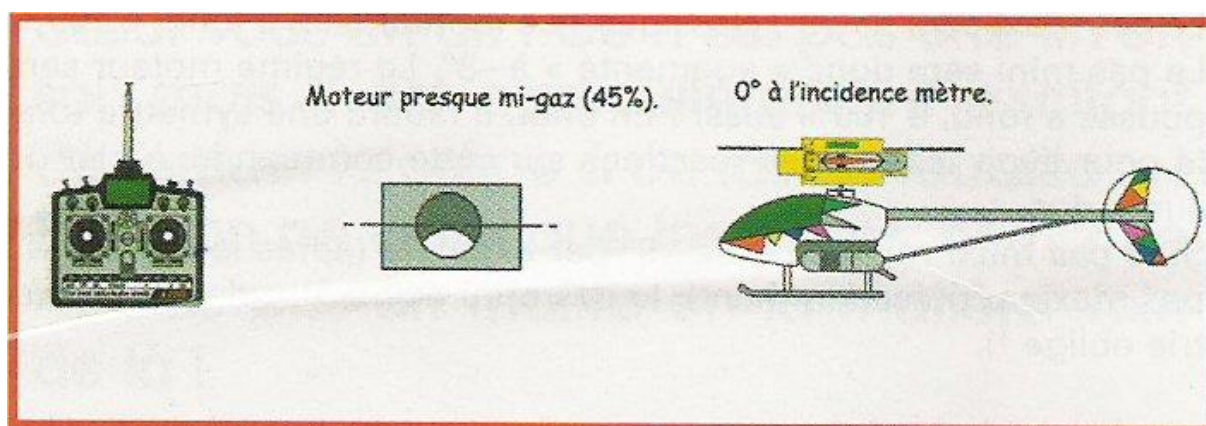
Manette gaz/pas au "ralenti" (0%), le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de -8°.



Manette gaz/pas plein gaz (100%), le carburateur est ouvert à fond (100%). Le moteur tourne plein gaz. Le pas collectif est de +8°.



Manette gaz/pas à 75%, le carburateur est ouvert à moitié (50%). Le moteur tourne à mi-régime. Le pas collectif est de +4°. Le stationnaire...



Manette gaz/pas au neutre (50%), le carburateur est ouvert un peu moins que la moitié (45%). Le moteur tourne en dessous du mi-régime. Le pas collectif est de 0°.



**CONSEIL D'AMI :** Vous pourrez garder le mode perfection en présélection n°7 et mettre le mode 3D en présélection n°2. Ainsi, vous pourrez commencer les premiers vols avec un réglage connu, 0°, manche presque au neutre et passer en vol aux réglages 3D pour évaluer les réactions du 0° au neutre (pendant une translation par exemple).

**ATTENTION :** Il faudra reprogrammer avec les courbes du mode autorotation, celle du mode précédent (perfection), si vous voulez l'utiliser ! Le pas mini a changé...

**PROCEDURE:** Il faut que le montage mécanique donne des pas extrêmes. Ensuite, on programme d'abord la courbe autorotation (-8°/0°/+12°) puis on fait celle du mode 3D (-8°/0°/+8°) et enfin celle du mode perfection (-4°/+2°/+8°).

Il faudra probablement ajuster la courbe de gaz en vol, les points que je vous indique étant donnés à titre indicatif.

Les pas maxi et mini pourront être augmentés de 1 à 2° (de manière symétrique) si votre moteur est du type « pêchu » !

Pour ma part, sur mon Raptor 30, je ne vole qu'avec les mêmes courbes de pas (3D), en présélection n°1 et n°2. La différence se situe au niveau de la courbe des gaz qui est un peu plus haute sur la n°2, pour avoir plus de régime moteur, et donc de maniabilité. La présélection n°1 me sert à calmer la bête pour décoller et atterrir.

N'oubliez pas non plus de monter des pales à profil symétrique, si ce n'est pas déjà fait!

### 14.3 Retour sur le terrain

Le gyroscope sera obligatoirement en mode conservateur de cap. C'est le but de cette fonction !

Si vous avez conservé le mode perfection, vous pourrez commencer vos vols avec, puis une fois en l'air, vous basculerez le mode 3D. Vous vous apercevrez qu'il n'y a pas de grand changement, à la différence que, lorsqu'on baissera le pas, ça descendra un peu plus vite ! La sensibilité du manche gaz/pas sera un peu plus importante. Et le stationnaire sera obtenu avec le manche gaz/pas un peu plus loin que d'habitude. Simple accoutumance...

Ah ! Une bonne nouvelle aussi ! On pourra enfin régler son moteur au sol en mettant plein pas mini. Celui-ci sera à fond avec le pas en négatif... Pas de décollage, donc !

N'insistez pas trop quand même : les patins risqueraient de se tordre... de rire !

Autre chose, aussi ! Lorsque vous aurez posé le bébé, il faudra mettre le manche au neutre, couper la présélection 3D et mettre en même temps le manche au ralenti afin de pouvoir couper le moteur. Sinon, en mode normal (puisque la présélection 3D est coupée ...), le moteur reprendra des tours (50%). Le pas étant celui de stationnaire (+4°), vous risqueriez de redécoller. Enfin ! Vous suivez ?

**ASTUCE :** Vous pourrez aussi basculer l'interrupteur autorotation lorsque vous aurez atterri. Cela permettra au moteur de passer au ralenti et vous laissera le temps de couper la présélection 3D et perfection (si vous l'aviez conservée), puis de couper le moteur en mettant le manche gaz/pas plein ralenti, trim ralenti, et en enlevant l'autorotation...

**SECURITÉ :** Les exercices d'entraînement seront exécutés à une altitude respectable (30m), avec une visualisation à 45° de la machine en vol. Ceci permettra de pouvoir se rattraper en cas de situation difficile et de panique...

Comme les entraînements précédents, on fera donc des hippodromes ou des circuits en huit afin de se présenter correctement pour attaquer les figures.

Habituez-vous à faire de longues trajectoires droites, rotor à plat, en faisant des allers et retours devant vous, en respectant les règles de sécurité.



**Ce sera notre axe de vol sur lequel nous essaierons les figures. Ces figures seront entamées lorsque la machine passera devant vous, face au vent.**

### 14.3.1 Voltige classique

Recommencez les exercices de voltige classiques précédents. Vous verrez qu'ils seront plus sécurisants. En effet, sur le dos, lorsque vous mettrez du pas négatif, l'hélicoptère remontera. Ce sera une sauvegarde appréciable !

Attention, lors des renversements, de mettre le manche au neutre et pas en négatif avant de basculer. Sinon, l'hélico s'enfoncerait à l'horizontal, poussé par le pas en négatif !

## 14.4 Les flips

### 14.4.1 Flips arrière sur place

On va commencer par faire des pirouettes arrières, qui sont appelées flips arrières. Je pense que c'est une des figures les plus faciles (ou moins difficiles... !) à faire pour apprendre le 3D. On pourra la commencer à partir d'une figure classique que l'on connaît : la boucle.

Pour ce faire, on fera une boucle comme on en a l'habitude, mais avec moins de vitesse d'entrée. Le rotor devra être parfaitement à plat.

Lorsque l'hélico sera à la verticale après avoir cabré presque à fond, on passera plein pas négatif tout en maintenant le cabré. Dans un bruit de flap-flap caractéristique, notre machine basculera en arrière, presque surplace. Lorsqu'elle reviendra à plat, il faudra de suite remettre du pas positif et relâcher la profondeur pour la relancer à plat. Le problème sera de bien visualiser si la machine sort à plat ou légèrement inclinée. Pour ressortir sûrement, on piquera un peu du nez dès qu'il sera à plat, plein gaz, afin d'être sûr de repartir en marche avant. Il y a un risque de partir en marche arrière, si la sortie s'arrête avec le fuselage incliné en arrière...

Un dosage et une synchronisation des actions sur le manche gaz/pas et la profondeur seront à mémoriser. Il ne faudra pas inverser le pas, ni trop tôt, ni trop tard !

Ce sera un premier pas afin de visualiser l'hélico en mouvement sous des angles différents.

### 14.4.2 Prendre de l'élan

Petit à petit, vous réaliserez cette figure avec de moins en moins de vitesse, jusqu'à la faire surplace.

Faites un stationnaire stabilisé à cette hauteur de sécurité, et juste avant de cabrer, il faudra lui donner une espèce d'élan vers le haut en mettant plein gaz/pas, histoire de ne pas chuter au départ du flip. Puis vous cabrerez à fond en inversant le gaz/pas. Dès que le nez pointera vers le sol, remettre le gaz/pas en positif. Dès qu'il sera à l'horizontale, on relâchera le cabré puis on stabilisera les attitudes. Fastoche, non? !

Petit à petit, lorsque vous aurez pris de l'assurance, vous pourrez effectuer cette manœuvre de plus en plus bas...

### 14.4.3 Flips avant surplace

Là aussi, nous ferons notre stationnaire, toujours à 30m de haut, devant nous.

Puis, comme pour le flic arrière, on lui donnera de l'élan vers le haut. Mais au lieu de cabrer, on poussera la profondeur à fond. L'inversion du gaz/pas sera effectuée lorsque





la machine aura le nez pointé vers le sol. Sur le dos, gaz/pas à fond, la tendance sera de remonter : sécurisant !

On maintiendra la profondeur en butée à piquer. Lorsque le nez pointera vers le ciel, on inversera à nouveau le gaz/pas pour le mettre en positif. Puis lorsque la machine se retrouvera à plat, on lâchera la profondeur, on remettra le manche gaz/pas un peu en positif et on contrôlera les attitudes.

Si la profondeur était relâchée trop tôt, l'hélicoptère partirait en marche arrière. Il faudrait alors repousser encore un peu dans ce cas.

#### 14.4.4 Flips latéraux

La base sera le tonneau. Le flip latéral consiste donc à faire un tonneau sur place. Donc, comme pour les figures précédentes, on fera un tonneau avec de moins en moins de vitesse.

Généralement, la sortie du tonneau classique se fait presque arrêtée si l'on n'a pas pris assez de vitesse et si l'incidence du fuselage se modifie au cours de la figure. Ça freine l'hélicoptère. On va donc profiter de ce phénomène pour la faire avec de moins en moins de vitesse initiale.

Stationnaire, toujours à notre altitude de sécurité, on donnera à l'hélicoptère de l'élan vers le haut et on basculera le cyclique latéral à fond à droite par exemple. Dès que l'hélicoptère commencera à être sur la tranche, on inversera le manche gaz/pas, pour mettre plein pas négatif lorsqu'on sera sur le dos.

Lorsqu'on se retrouvera sur la tranche de l'autre côté, on remettra le pas en positif. Lorsqu'il sera à plat, on lâchera le cyclique latéral. Le problème sera de commencer la figure avec le fuselage bien à l'horizontale. Dans la négative, il faudrait rectifier la position en cabrant un peu sur le dos (en même temps !) s'il s'enfonçait sur la queue, ou en poussant dans le cas contraire.

Le risque le plus courant est de s'enfoncer sur l'arrière lorsqu'il est sur le dos. Le mieux est donc d'anticiper, en cabrant un peu, lorsque l'hélico ales patins en l'air...

Là aussi, la sortie se fera en poussant un peu au cyclique longitudinal de manière à ne pas partir en arrière.

Entraînez-vous aussi en tournant le flip à gauche...

#### 14.4.5 Règle générale des flips

Le début d'un flip se fera toujours avec l'hélicoptère parfaitement à plat.

Tout flip commencé devra impérativement être terminé, même si ça dévie... Il serait dangereux, pour l'intégrité physique de notre merveille, d'interrompre un flip sur la tranche, rotor vertical... Ca descend très vite ! C'est comme si vous laissiez tomber l'hélico de 30 m de haut... !

Avant d'entamer un flip à partir du stationnaire, il faudra donner à l'hélicoptère de l'élan vers le haut de manière à éviter une perte d'altitude au début de la figure, lorsque le rotor ne sustentera plus notre hélicoptère (vertical).

Les actions sur le cyclique longitudinal ou latéral devront se faire manche en butée (à fond à cabrer, ou à droite par exemple). La figure passera plus vite et l'hélicoptère se retrouvera plus rapidement à plat.

L'inversion du pas sera à faire au bon moment, lorsque le rotor se trouve à la verticale. Ces inversions se feront manche en butée au début. Avec l'habitude, il faudra doser ces ordres.

En fin de figure, un contrôle des attitudes sera à faire.



## **14.5 Marche arrière, ligne droite et virage**

Nous débuterons l'entraînement de cette façon de voler en faisant des tronçons de lignes droites en reculant à faible vitesse en quatre étapes.

Pour la première étape, on fera des départs en marche arrière, après un stationnaire de face.

Ensuite, la deuxième étape consistera à s'entraîner à arrêter l'hélico devant soi, vu de profil, et à repartir en marche arrière.

La troisième étape sera un arrêt loin devant après une translation avant, puis départ en marche arrière jusqu'à soi. Ensuite, on repartira en marche avant.

A la fin, la 4ème étape consistera à enchaîner les trois étapes précédentes, en faisant une grande ligne droite à petite vitesse aussi, d'un bout à l'autre du terrain en marche arrière. Bien sûr, il aura fallu assimiler les trois étapes précédentes auparavant...

### **14.5.1 Face à face, bis... !**

Comme on l'a vu dans les exercices précédents, on s'entraînera à faire arriver l'hélico face à soi, à 4 ou 5 m. de hauteur. Normalement, il ne devrait pas y avoir de gros problème... Si c'était le cas, entraînez-vous ! Vous aurez moins d'appréhension pour la suite.

Lorsque vous serez prêt, au lieu de repartir en avant après le stationnaire, vous cabrerez un tout petit peu afin de faire reculer le bestiau. Ce ne sera pas très difficile : il suffira, pour rétablir une éventuelle inclinaison latérale, de mettre le manche du côté où il penche. Ce sera la façon la plus facile pour commencer à s'entraîner à cette façon de voler.

Au niveau de l'anti-couple, il y aura peu d'action à faire : le conservateur de cap fera merveille dans ce cas.

Il faudra mettre un peu plus de gaz/pas pour éviter une perte d'altitude. Il faudra aussi repousser un peu sur la profondeur pour ne pas descendre et pour ralentir la marche arrière.

Pour stopper, il faudra pousser sur le cyclique longitudinal et mettre des gaz.

L'hélicoptère remontera un peu en marche arrière en s'arrêtant. Relâchez la profondeur et remettez les gaz au neutre.

Quelques dixièmes de secondes après, il repartira de lui-même en marche avant. A ce moment là, il faudra cabrer et remettre du gaz/pas pour faire la ressource. Classique ! Et oui ! La profondeur (cyclique longitudinal, décidément !) semblera inversée en marche arrière par rapport à la marche avant... Donc, méfiance !

Voilà, en gros, le principe des marches arrière.

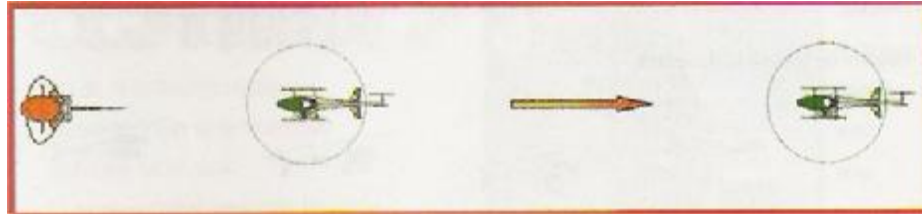
Les principaux soucis seront donc de se concentrer sur l'inclinaison latérale et de contrôler l'inversion relative de la profondeur suivant le sens de la marche.

**PROCÉDURE D'URGENCE** : De toutes façons, si cela se passe mal, on pousse sur le cyclique longitudinal en mettant plus de pas, pour le faire remonter et on repart en avant en stabilisant la bête...

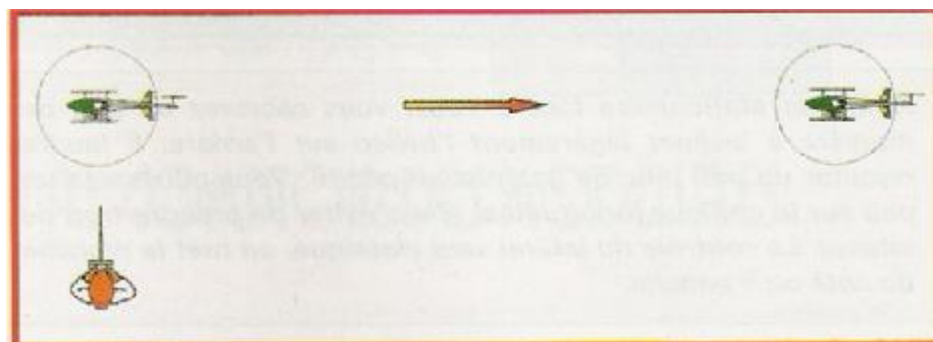


### Étapes d'apprentissage de la translation arrière en ligne droite

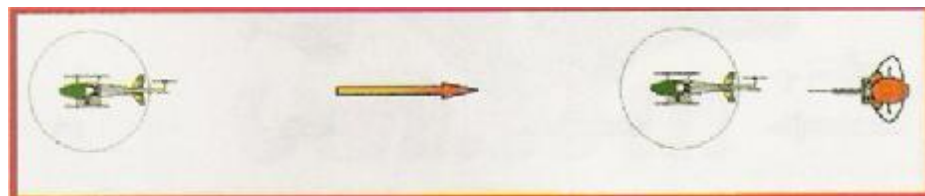
1ère étape, on démarre de face et on s'arrête.



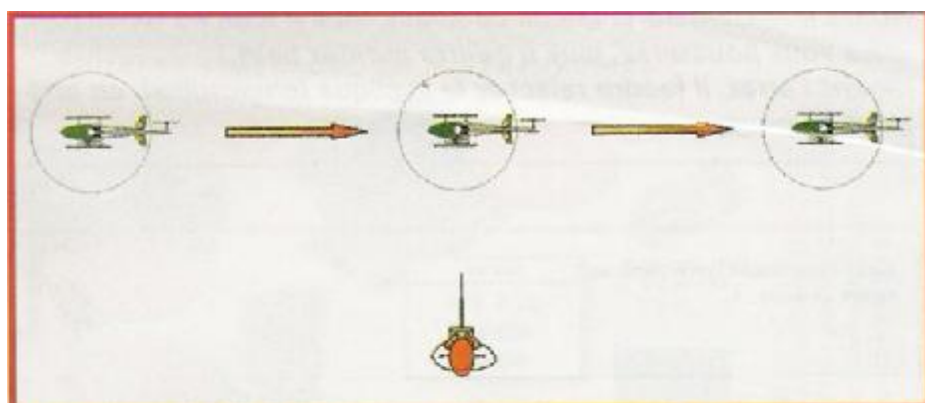
2ème étape, on démarre de côté et on s'arrête.



3ème étape, on démarre loin devant soi et on ramène vers soi.

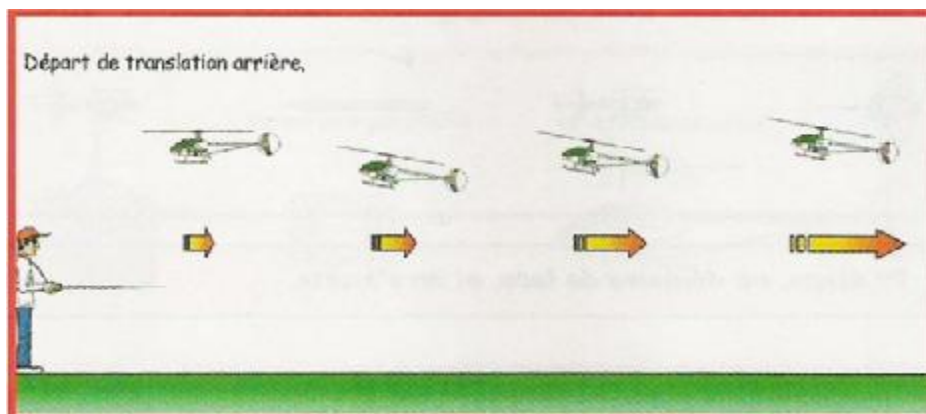


4ème étape, on enchaîne les 3 étapes précédentes, en faisant une grande ligne droite sans s'arrêter.

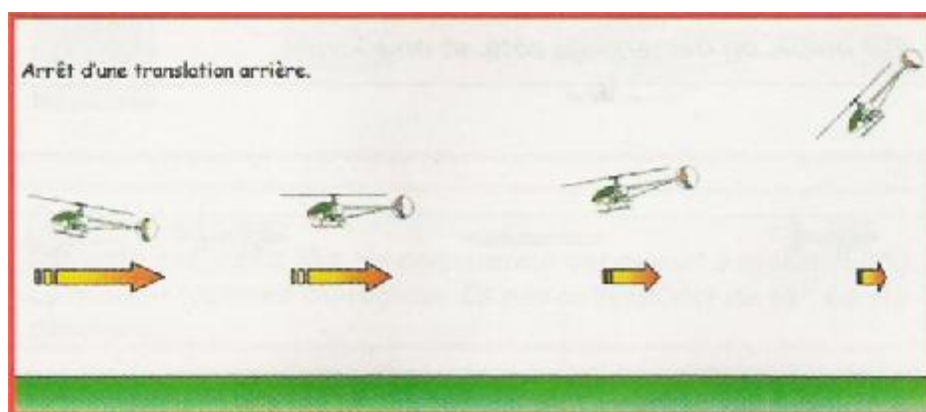




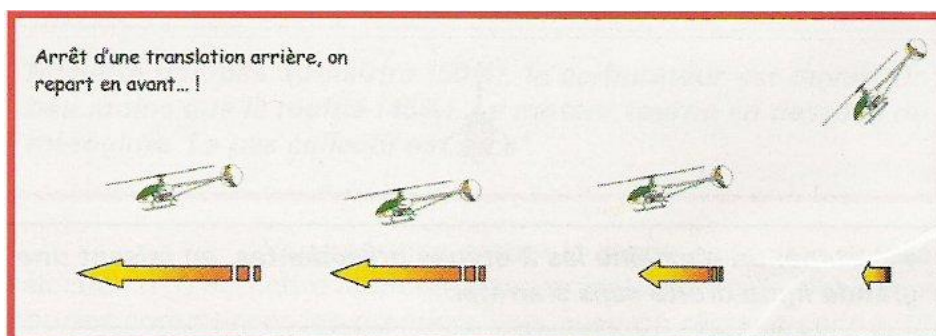
Principe de la translation en marche arrière départ et arrêt



Après un stationnaire face à vous, vous cabrez un peu de manière à incliner légèrement l'hélico sur l'arrière. Il faudra rajouter un peu plus de gaz/pas en positif. Vous pousserez un peu sur le cyclique longitudinal afin d'éviter de prendre trop de vitesse. Le contrôle du latéral sera classique, on met le manche du côté où il penche.



Pour s'arrêter, il faudra pousser encore plus sur le cyclique longitudinal et rajouter encore un peu plus de gaz/pas en positif. Ainsi, il remontera la queue en avant. Plus il aura eu de vitesse, plus vous pousserez, plus il pourra monter haut ! Avant l'arrêt, il faudra relâcher le cyclique longitudinal, en arrêtant de pousser quoi !



Lorsqu'il commencera à redescendre, il faudra cabrer de manière à faire la ressource. Le manche gaz/pas est toujours en positif, presque à fond.



### 14.5.2 Départ de côté

Faites arriver l'hélico devant vous de manière à le visualiser de profil, à 4 ou 5 m d'altitude.

Refaites la même procédure de départ et d'arrêt en marche arrière que précédemment. L'objectif sera le contrôle de l'inclinaison latérale avec une visualisation différente.

Allez-y doucement, sachant que si vous faites une inversion, l'hélico ira au tas...

Au besoin, positionnez-vous à nouveau parallèle à lui, mais l'antenne de l'émetteur pointé dans la même direction que la queue de l'hélico. Ainsi, vous mettrez le manche du côté où il penche, comme l'exercice précédent.

Rapidement, il ne faudra plus changer de position pour le diriger. Allez-y par étapes, à faible vitesse, sachant que si ça se passait mal, vous pourriez remonter d'un coup en poussant le cyclique longitudinal et en mettant gaz/pas à fond, tout en contrôlant son attitude.

### 14.5.3 Départ devant soi

Alors là, « serrez les fesses », il va y avoir du sport... !

Vous ferez un arrêt, mais un peu plus loin que précédemment. Puis, après le contrôle du stationnaire, vous démarrerez la marche arrière de la même manière que ce qu'on a vu plus haut.

Le gros souci sera toujours l'inclinaison latérale. Dans ce cas, lorsque l'hélico se dirige vers vous, vous le verrez de l'arrière. Donc s'il s'incline à droite, je mets le manche à gauche... Mais lorsqu'il vous aura doublé (façon de parler...), vous le verrez de face : là, vous mettrez le manche du côté où il penche...

C'est cette phase de transition qui sera déroutante au début.

Donc je vous conseille, dans un premier temps, de le faire reculer et de l'arrêter avant d'arriver sur vous. Ensuite, vous repartez en translation avant. Ainsi, vous le verrez toujours de la même façon. Vous aurez l'entraînement pour les 3 façons de reculer.

L'une en s'approchant de vous, l'autre en partant de côté, la troisième en vous éloignant de vous. Question de visualisation, évidemment !

Lorsqu'elles seront parfaitement assimilées séparément, vous pourrez les enchaîner, pas avant !

J'allais oublier ! Il faudra bien sur le faire dans les deux sens (vu de gauche, vu de droite...) Vous parcourrez ainsi toute la longueur du terrain en marche arrière... et en ligne droite !

Petit à petit, là aussi, on pourra exécuter ces marches arrières de plus en plus bas et de plus en plus vite... avec des montées de plus en plus hautes... ! Délire !



# Quinzième Partie: Vol Inversé

Le mois dernier, nous avons abordé le principe des translations arrière, leur départ et leur arrêt. Aujourd'hui, véritable suite aux chapitres abordés en novembre, nous allons nous essayer aux virages en translation, toujours en marche arrière, c'est plus drôle !

## ***15.1 Virages en reculant***

Là, ça se corse comme dirait Napoléon ! Vous savez reculer et vous arrêter. Il va falloir tourner... Entraînez-vous au simulateur. C'est l'une des premières figures qui fait appel à « l'inversion relative » des commandes (à part le cyclique longitudinal). A présent, on va lui donner des ordres pour virer en marche arrière alors que, jusque-là, on corrigeait pour qu'il ne s'incline pas. Réfléchissez bien ! En marche arrière, pour virer à droite, il faudra incliner l'hélico à gauche en mettant avec le cyclique latéral à droite ! En cas de panique, le naturel reviendra au galop : vous corrigerez dans le mauvais sens !

## ***15.2 Procédons par étape...***

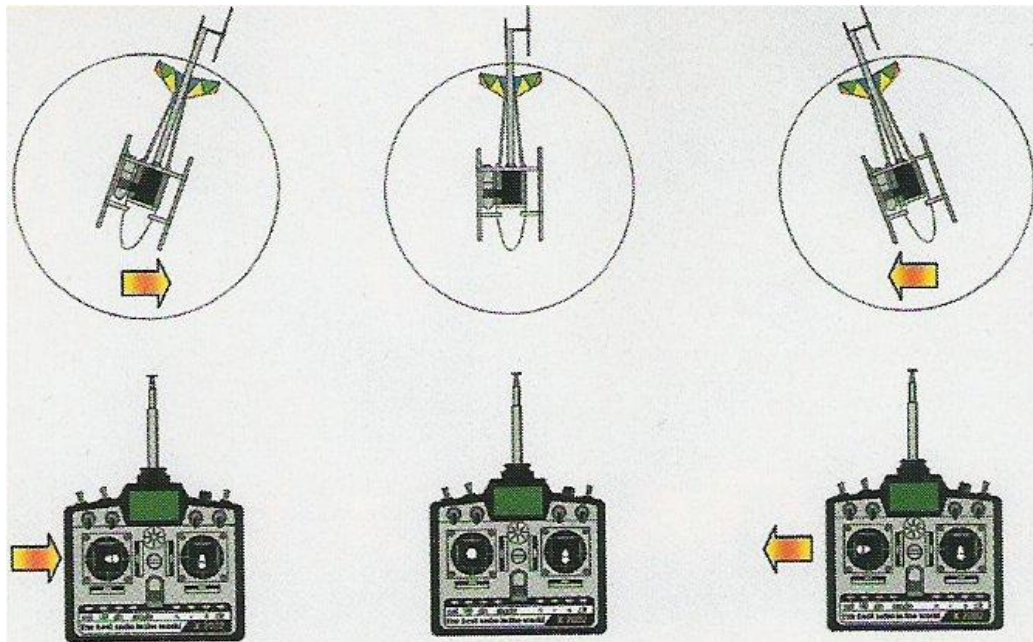
... en faisant des quarts de tours. On prolongera le virage pour faire un demi-tour. Vous ferez une ligne droite à nouveau ou continuerez à virer pour repasser devant vous. On commencera l'exercice en reprenant la marche arrière à basse vitesse après un stationnaire de face. On reculera et on inclinera à peine au cyclique latéral. On mettra l'anti-couple un peu en sens inverse de l'inclinaison latérale.

## ***15.3 Croisement des commandes, l'astuce***

Le truc est de faire le virage à l'anti-couple dans un premier temps. On met l'anti-couple dans le sens du virage et l'on croise le cyclique latéral. C'est primordial. Pour un virage à droite en marche arrière, on maintiendra un petit ordre à l'anti-couple à droite et un zeste de cyclique latéral à gauche, pour incliner le bestiau. On poussera sur la profondeur pour éviter la prise de vitesse et l'éroulement sur la queue et l'on modulera les gaz/pas en fonction de la prise ou de la perte de hauteur. Il faudra imaginer tirer le nez de l'hélicoptère vers l'extérieur du virage si vous étiez assis dedans ! Si on relâche l'anti-couple, l'hélico arrêtera de tourner et continuera en ligne droite, incliné sur le côté, chutant vers le sol... (conservateur de cap...) ! Pour stopper le virage, on remet à plat (dans le bon sens) avec le manche du côté où il penche puisqu'il s'éloigne de vous et on lâche la commande d'anti-couple, presque en même temps. Surtout ne virez pas au-dessus de vous et préparez l'exercice avant de décoller. Au début, vous ferez des tronçons de virages (un quart de tour) puis exécuterez des demi-tours, jusqu'à réaliser un tour complet. Cet entraînement sera à faire avec des virages à droite et à gauche. Ça vous rappellera les exercices des débuts... mais en marche arrière !



Stationnaire dos, corrections anti-couple



En stationnaire dos, de face, les corrections de l'anti-couple devront se faire par action réflexe. Un moyen mnémotechnique pourra être utilisé : avec le manche, on ramène le nez dans l'axe. Quand il faut le ramener à droite, on met le manche à droite et vice versa.

## 15.4 Vols sur le dos

### 15.4.1 Lignes droites

Avant d'attaquer le stationnaire dos, faites des lignes droites dans cette position. La mise sur le dos s'effectuera par demi-tonneau, même procédure que pour le tonneau, à basse vitesse. Sur le dos, on remettra la commande de roulis au neutre. Il faut mettre et maintenir le pas en négatif presque à fond et bien doser pour que l'hélicoptère ne monte ni ne descende, en contrôlant les attitudes ! Facile ! Attendez-vous à cabrer car le nez aura tendance à remonter dans cette position, ce qui arrêtera la translation. Ne vous éternisez pas sur le dos au début et repassez à plat par un ordre au cyclique latéral à fond. N'oubliez pas de remettre du gaz/pas en positif, sinon ça descendra très vite !

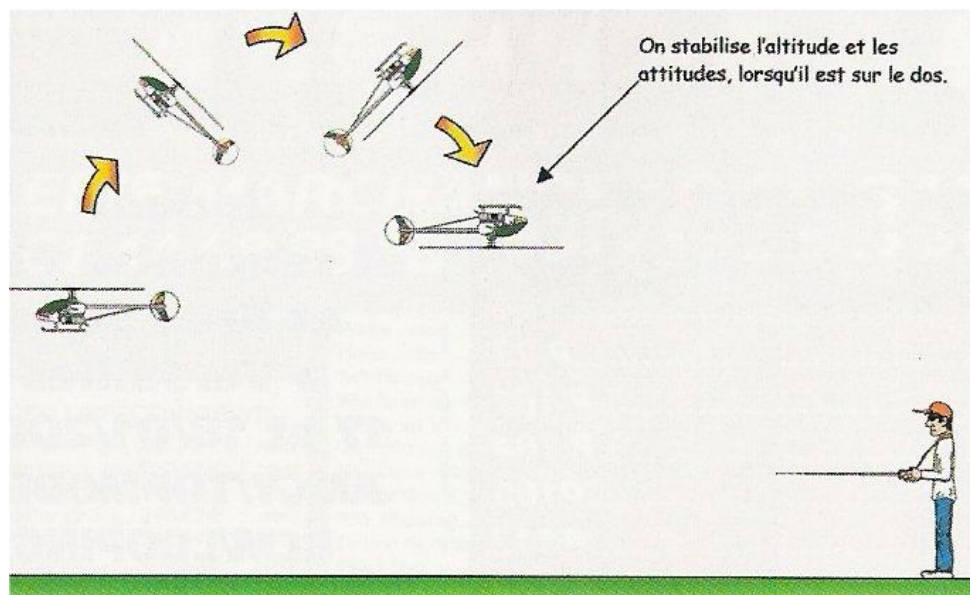
### 15.4.2 Stationnaires dos

Faites un passage en sortie d'hippodrome et stabilisez en stationnaire devant vous. La hauteur sera d'une dizaine de mètres, histoire de bien le voir au début. Faites un demi-flip arrière et relâchez la profondeur dès qu'il est sur le dos. Donnez de brefs ordres au cyclique longitudinal pour conserver une assiette horizontale. Le gaz/pas sera inversé comme pour le flip, mais en dos et l'on maintiendra presque plein pas négatif. Contrôlez aussi l'inclinaison latérale. Il n'aura pas tendance à revenir à plat avec le centre de gravité au-dessus. La barre de Bell engendre une « auto stabilité » (neutralité) perceptible sur le dos.



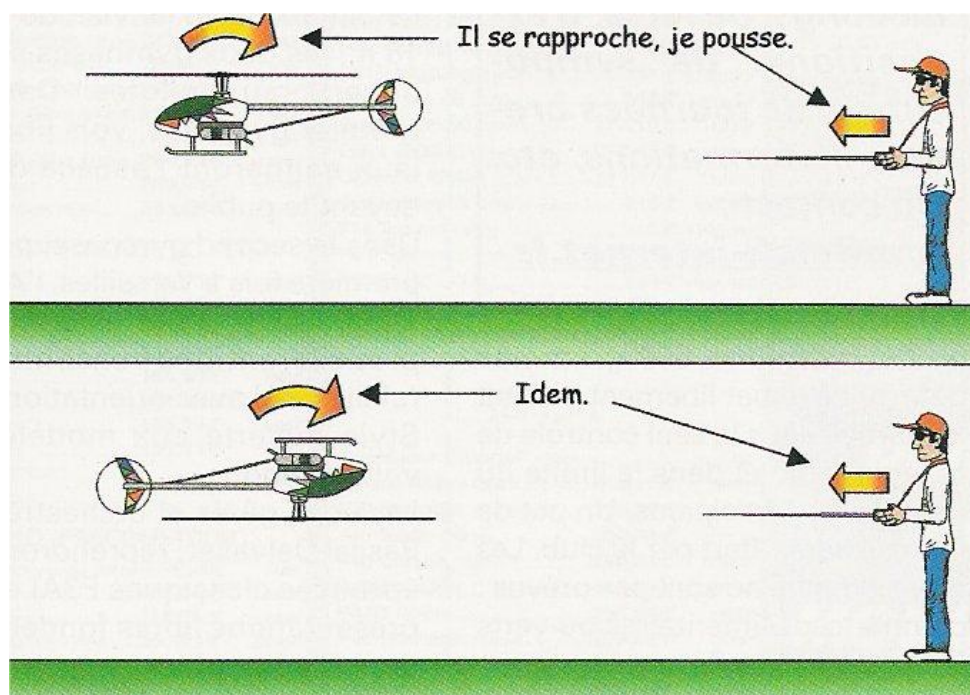
La difficulté sera de repérer sa position, l'absence de tendance à s'incliner. Il est hasardeux de faire du vol dos trop haut : on voit moins bien l'hélico.

### Début du stationnaire dos



Quand vous saurez exécuter des flips arrière, la mise d'eau sera une simple formalité... A partir du stationnaire devant vous, à hauteur raisonnable, faites un demi-flip arrière. Sur le dos, arrêtez de cabrer en mettant le gaz/pas presque à fond en négatif. Stabilisez ensuite la bête.

### Stationnaire dos





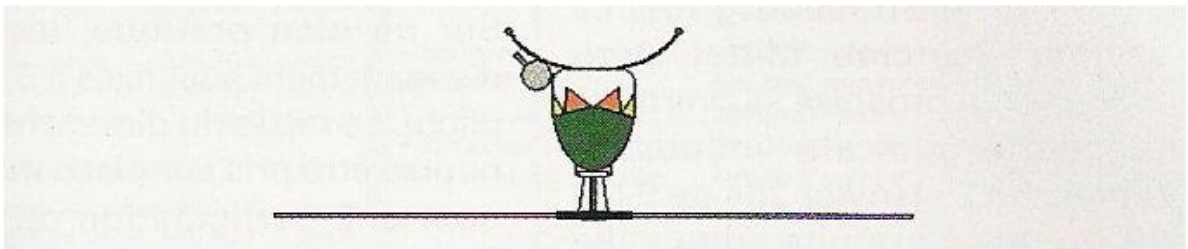


Les corrections au cyclique longitudinal seront les mêmes sur le dos de face. L'hélico s'éloigne, je cabre un peu. Il se rapproche, je pique un peu. Seule une barrière psychologique vous fera hésiter, au début !

### 15.4.3 Astuce

Je pense plus facile de commencer les stationnaires dos, le nez de l'hélicoptère pointé vers soi (lorsqu'il est sur le dos !). Dans ce cas, le cyclique latéral est commandé avec le manche du côté où l'hélico penche. Pour corriger le cyclique longitudinal, il faudra pousser le manche s'il vient vers soi et le tirer s'il s'éloigne, comme s'il était à plat, la queue pointée vers vous. A part le fait que l'hélicoptère vous regarde à l'envers, les corrections sur l'axe de tangage seront intuitives. Pour la commande de lacet en vol dos, imaginez diriger la partie la plus proche de vous avec le manche d'anti-couple. Ici, le nez est vers vous. Vous voulez le ramener à votre droite mettez le manche à droite, et inversement !

Petit à petit, vous vous exercerez de plus en plus bas, avec des mises sur le dos par flips latéraux ou longitudinaux. Il faudra toujours « donner de l'élan » vers le haut avant d'entamer le flip (pour se mettre sur le dos ou pour en sortir).



Stationnaire dos de face, l'hélicoptère vous scrute espièglement le blanc des yeux ! Pas de panique, c'est le plus facile ! Pour corriger les inclinaisons, on met le manche du côté où l'hélico penche.

### 15.4.4 Pour en sortir !

Le stationnaire dos commence à s'éterniser... Les corrections sont de plus en plus aléatoires... Il faut redresser la situation ! Pas de panique ! Poussez le gaz/pas à fond en négatif pour remonter, et refaites un demi-flip, avant, cette fois, en poussant sur le cyclique longitudinal. Vous stabiliserez l'hélicoptère à plat, la queue vers vous. Au début, vous ferez de brefs stationnaires dos que vous prolongerez progressivement. Vous pouvez aussi faire un demi-flip latéral en mettant plein gaz/pas négatif pour prendre de l'élan vers le haut. On remet plein gaz/pas positif à plat et on pousse pour reprendre de la vitesse en avant.

## 15.5 Virages dos

On fait une ligne droite en translation, on passe devant soi, on bascule sur le dos par un demi-tonneau et on met le gaz/pas en négatif presque à fond. Si le nez remonte, il faut tirer sur la commande de profondeur et inversement. On essaie de maintenir la vitesse de translation sur le dos par un dosage de cette commande. Il faudra incliner au cyclique latéral un peu (commande non « inversée ») et l'on croisera avec la commande de lacet, histoire de tirer la queue hors du virage !



Sur le dos, la commande de lacet semble inversée. Donc pour un virage à droite, on inclinera à droite et l'on mettra de l'anti-couple à gauche. Il faudra pousser sur la profondeur pour inscrire l'hélicoptère dans le virage et surtout mettre un peu plus de pas négatif pour éviter la chute. Après avoir fait un demi-tour, on rentabilise les attitudes et on continue la ligne droite ou on sort du vol dos par une action au cyclique latéral (demi-tonneau). Il faudra remettre les gaz/pas en positif... Surtout évitez de sortir en cabrant. Le sol se rapprocherait à vitesse grand « V »...

## **15.6 Carburation**

### **15.6.1 Problèmes pouvant surgir**

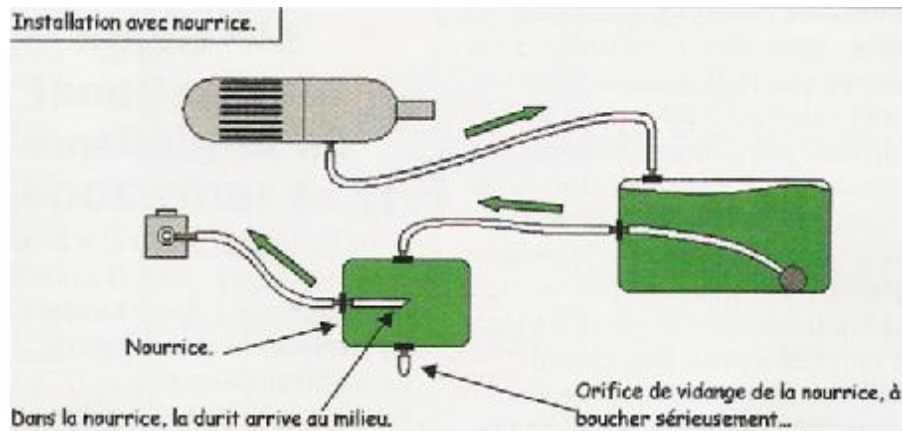
Sur le dos, le réservoir alimentera le moteur (à plat aussi...). Il faudra veiller à ce que le plongeur soit assez souple pour être en contact avec le fond du réservoir lorsque l'hélico est à l'envers. Veillez à faire du vol dos quand le réservoir contient encore beaucoup de carburant. Si le moteur commence à cafouiller dans cette position, c'est qu'il désamorçe ! Il faudra donc revenir à plat et se poser pour déceler l'origine du problème.

### **15.6.2 Réservoir tampon**

Pour s'affranchir des problèmes de carburation, des modélistes montent un réservoir tampon (nourrice), inspiré des réservoirs grandeurs. C'est un petit réservoir auxiliaire monté sur le côté de l'hélico, sans plongeur mobile. Il est intercalé entre le réservoir principal et le carburateur. C'est disponible soit en option, soit en pièces « tuning » chez votre revendeur. Vous pouvez aussi vous le fabriquer, à partir d'un réservoir classique. Il sera isolé des vibrations par interposition de mousse entre lui et la cellule. Au niveau de ses sorties de durits, côté carburateur c'est un tube qui arrive au milieu du réservoir. L'autre sortie sera située au-dessus du réservoir, sur la paroi du haut et connectée à la place du carburateur, sur le plongeur du réservoir principal. Une 3ème sortie permettra de faire la vidange. Le principe de fonctionnement est simple et très astucieux : on fait le plein par la durite du carburateur sur la nourrice qui se remplit d'abord. Lorsqu'elle est pleine, le carburant passe dans le réservoir principal et le remplit. Lorsque le silencieux est plein, on arrête (un peu avant quand même...). Lorsque le moteur tourne, la pressurisation du réservoir principal « pousse » le carburant dans la nourrice et la maintient pleine. Le carburateur aspire le carburant contenu dans la nourrice. La prise de carburant étant au milieu, il n'y a jamais de bulle d'air vers le carbu. Elles restent collées contre les parois de la nourrice. Finis les risques de désamorçage du moteur ! Et Dieu sait qu'un hélico peut prendre des positions tordues ! Et je ne vous parle pas des accélérations, dans tous les sens, en 3D. On pourra donc voltiger jusqu'à épuisement du réservoir principal avant de poser, la nourrice ne pouvant alimenter le moteur très longtemps !



Principe du réservoir tampon (nourrice)



Le réservoir tampon est intercalé entre le réservoir principal et le carburateur. Le carburateur aspire le carburant au milieu du réservoir tampon. Il n'y a jamais de bulle d'air au milieu de la nourrice. Si celle-ci entrait, elle serait plaquée contre la paroi du haut. Pour faire le plein, on remplit d'abord la nourrice par la prise du carburateur. Lorsque le réservoir tampon est plein, il se déverse dans le réservoir principal. Pour vidanger, on vide d'abord la nourrice puis on se connecte au réservoir principal pour le vider à son tour par le plongeur. Les corrections au cyclique longitudinal seront les mêmes sur le dos de face. L'hélico s'éloigne, je cabre un peu. Il se rapproche, je pique un peu. Seule une barrière psychologique vous fera hésiter, au début !