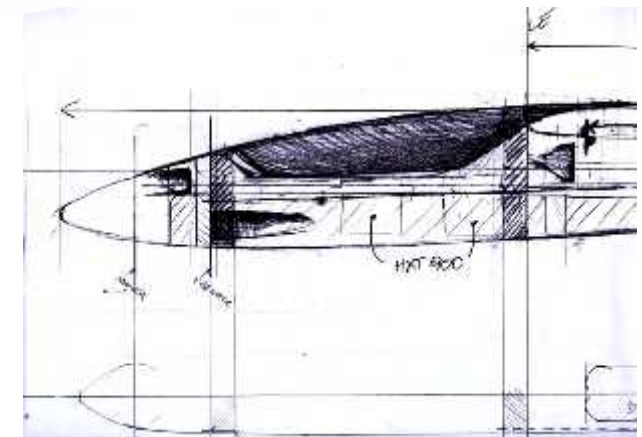




NOTIONS AERONAUTIQUES

CH 03-05: Installation



V02
02/01/2019



AVERTISSEMENT



Ceci n'est pas un cours académique et ne peut pas servir en tant que tel.

Ceci est une approche simplifiée d'une discipline regroupant plusieurs branches: aérodynamique, mécanique du vol, aéromodélisme, etc.

Certains résultats découlent d'une modélisation donnée (hypothèses). Généraliser les résultats en dehors de leur cadre peut conduire à des interprétations erronées.

Certaines assertions reflètent l'interprétation de l'auteur. Le lecteur doit prendre du recul et les soumettre à son sens critique.

Vos remarques seront très appréciées: helmitouel@yahoo.fr

Sommaire:



Introduction

- **Ventilation**
- **Correction Anti-couple**
- **Correction piqueur**
- **Annexes**

Introduction



- Maintenant que nous avons choisi notre moteur, il reste à l'installer.
- La question semble triviale mais ce n'est pas toujours le cas!

Nous allons voir quelques précautions à l'installation du moteur qui sont primordiales pour le réglage de l'avion.

Pour info

- Plusieurs informations sont extraites de l'article de « Laurent Shmitz » de Modèle Magazine juin 2014.



Les ohms, les ampères, les volts, les watts mais aussi les hélices, les LiPos et les contrôleurs, sans oublier le mystérieux 'KV' et le célèbre 'C', aux vertus tant vantées... Mais que signifient ces machines cabalistiques ? Et comment faire

Vous avez peut-être déjà lu ce texte sur Internet. Mais depuis sa première version, l'électrique a connu une fabuleuse révolution. Les moteurs à balais, les réducteurs et les bobes RCII (pour ne citer qu'eux) ont quasiment disparu des avions, au profit des pages tournantes et des LiPos 30/90C... Voici donc la version 2014, revue et corrigée. Si quelques irréductibles croient toujours que le thermique est plus sûr, plus silencieux

et plus économique... mais qu'importe l'imprécision puisque les formules sont destinées à une utilisation strictement pratique. Et tant pis pour le Scientif

DES WATTS ?

La puissance d'un moteur électrique s'exprime en watts et est facile à calculer : Watts = Volts x Ampères 300 Watts = 10 Volts x 30 Amères

Sommaire:

- 
- Introduction
 - **Ventilation**
 - Correction Anti-couple
 - Correction piqueur
 - Annexes

Ventilation

- Le moteur ainsi que l'ESC consomment de l'énergie électrique.
- La résistance interne dissipe une partie de l'énergie: **effet joule**.
- L'**accu** dissipe aussi une partie de sa puissance dans sa **résistance interne**.
- Donc **la température** de ces composants **augmente** au cours de l'utilisation.

Ces équipements peuvent supporter un régime important pendant un temps brève. Au-delà, on a le risque de griller les composants électroniques ou la bobine!

Ventilation des brushless

CHAUD DEVANT!

$E=Mc^2$ et la planète se réchauffe, c'est bien connu. Les moteurs aussi, hélas. Pour savoir jusqu'où vous ne pouvez pas dépasser une température exagérée, il existe aussi une formule abracadabrante...

Avion à hélice, moteur à cage tournante : masse du moteur x 4 = watts maximum.

Avion à turbine, moteur 'inrunner' : masse du moteur x 5 = watts maximum.

Avion à turbine, cage tournante : masse du moteur x 7 = watts maximum.

EXEMPLES : un moteur à cage tournante de 235 g peut 'dissiper' 940 watts en pointe. Un « inrunner » de 200 g monté sur une turbine pourra être poussé à 1 000 watts. Les dernières générations de cages tournantes pour turbines acceptent (et parfois) dépassent 7 fois leur masse en watts!

Bien entendu, la magie n'opère que si le moteur est raisonnablement ventilé et utilisé correctement. Si vous faites tourner un moteur chinois Turnigy G46 sur un accu de 10 volts à 90 ampères, il ne tiendra pas bien longtemps. Mais à 18 volts et 50A en pointe, pas de soucis!

Notez que cette formule n'est applicable que pour les moteurs brushless. Les moteurs « préhistoriques » à balais du genre Speed 600 encaissent à peine plus que leur poids en watts...

Enfin, quand on dit 'en pointe', ça veut dire 'pas tout le temps'. Typiquement, on sera plein pot au décollage, en entrée de looping, lors d'un passage, etc. Il va de soi que si vous volez tout le temps à fond, le moteur n'appréciera pas.



Entrée / Sortie d'air

MANQUE PAS D'AIR !

Pour refroidir un moteur thermique, on prévoit une prise d'air dans le capot. En électrique, c'est pareil, sauf que l'accu et le contrôleur doivent aussi être refroidis. L'air devra donc ressortir derrière ces appendices... Mais quelle taille doivent avoir les ouvertures?

Surface de l'entrée d'air = nombre de watts / 40

Surface de la sortie d'air = nombre de watts / 30

EXEMPLE : un warbird avec une propulsion optimisée de 1 000 watts aura besoin de $1\ 000 / 40 = 25\text{cm}^2$ d'entrée d'air et 33cm^2 de sortie d'air. Celle-ci devra se trouver derrière l'accu.

Il est impératif que la sortie soit plus grande que l'entrée d'air. Sans quoi, il peut se former un phénomène de stagnation de l'air chaud.



$$r^2 = Pu/30$$

$$r^2 = Pu/40$$

$P_u=1000\text{w}$
 $S=25\text{cm}^2$
 $R=2.8\text{cm}$

Brushless

ESC

ACCU

$P_u=1000\text{w}$
 $S=33\text{cm}^2$
 $R=3.2\text{cm}$

Sommaire:

- 
- Introduction
 - Ventilation
 - **Correction Anti-couple**
 - Correction piqueur
 - Annexes

Le couple moteur

- Le couple moteur apparaît lorsqu'on a un changement du régime moteur.
- Une accélération (voir photo) produit roulis à droite et inversement si on décélère.
- L'effet est plus marquant si le changement est brutal et l'avion a une petite envergure (faible inertie)



Correction

- La correction se fait par les ailerons.



Le réglage « anti-couple » n'est pas approprié car il ne corrige pas l'effet de couple. Il est lié à un effet plus important: souffle hélicoïdal

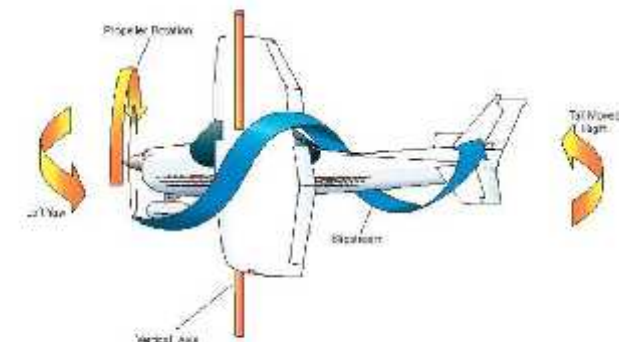
Le souffle hélicoïdal

- C'est un concept intuitif: déviation de l'air par l'hélice.
- Mais, une image de ce genre laisse penser que le souffle hélicoïdal est impressionnant.
- Elle est reprise dans plusieurs documents de formation.



Le souffle hélicoïdal

21



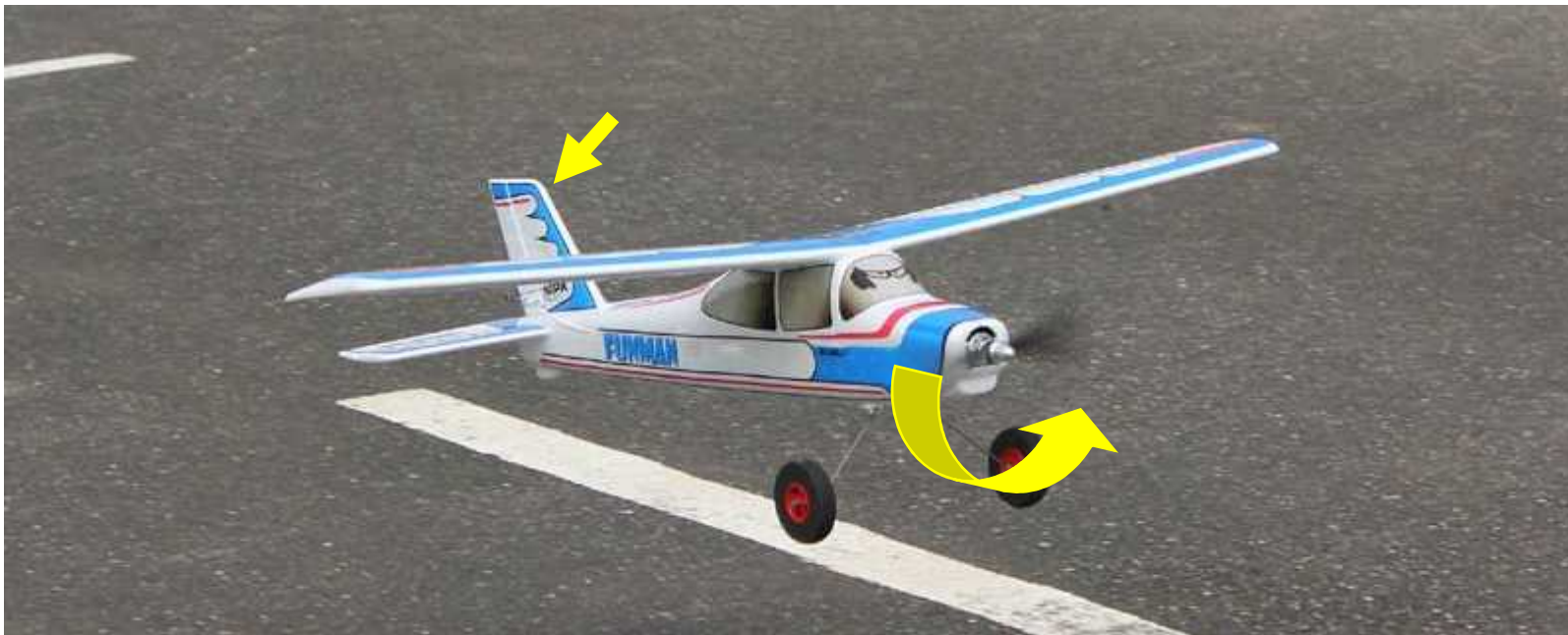
Mythe du souffle hélicoïdal

- Sur cette photo, on voit bien la direction du fluide qui est parallèle au fuselage et non pas « hélicoïdal » comme l' imagine.
- Donc ce qu'on voit sur les images précédente est la trace du bout de pale.



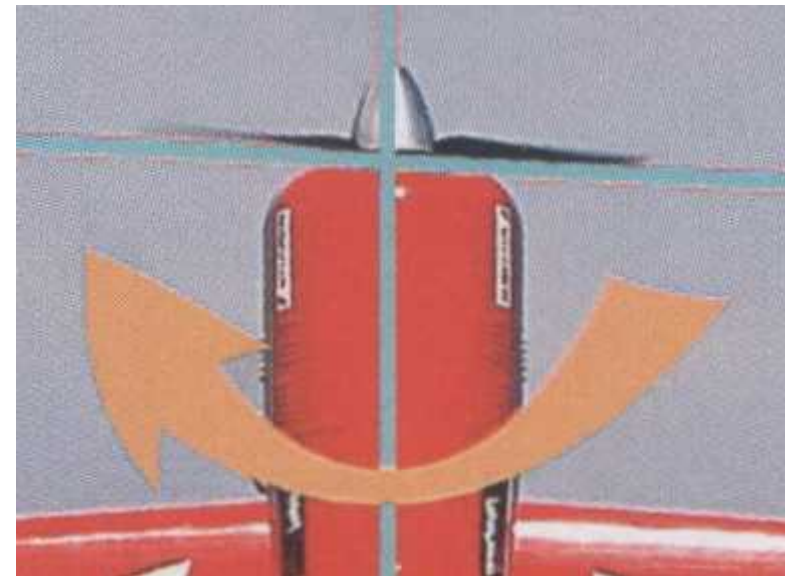
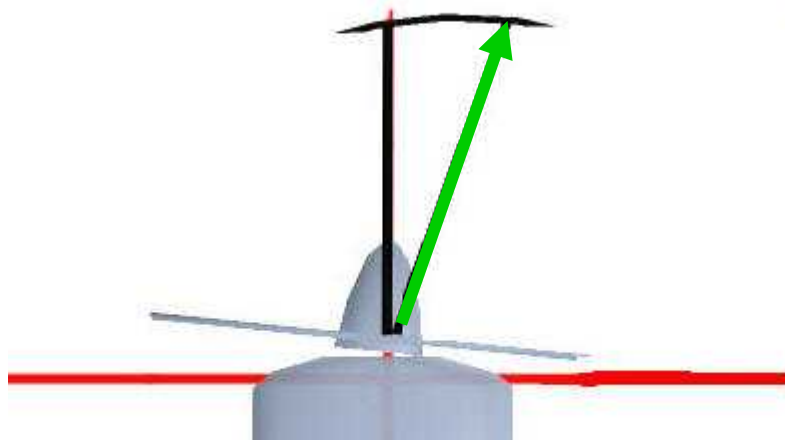
Le souffle hélicoïdal

- Le souffle d'une hélice qui tourne vers la droite (vue pilote) est un lacet à gauche.



Correction moteur

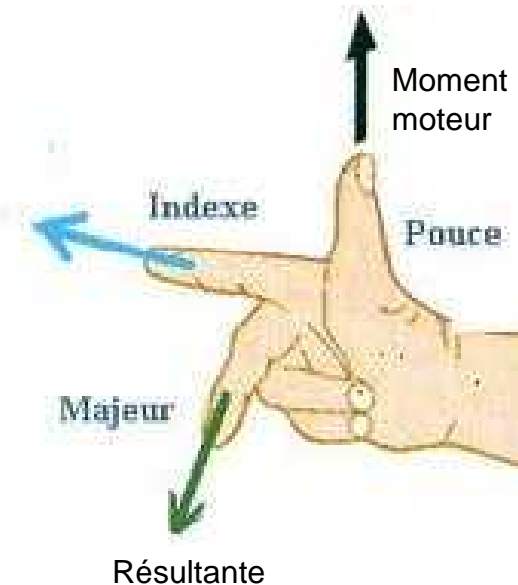
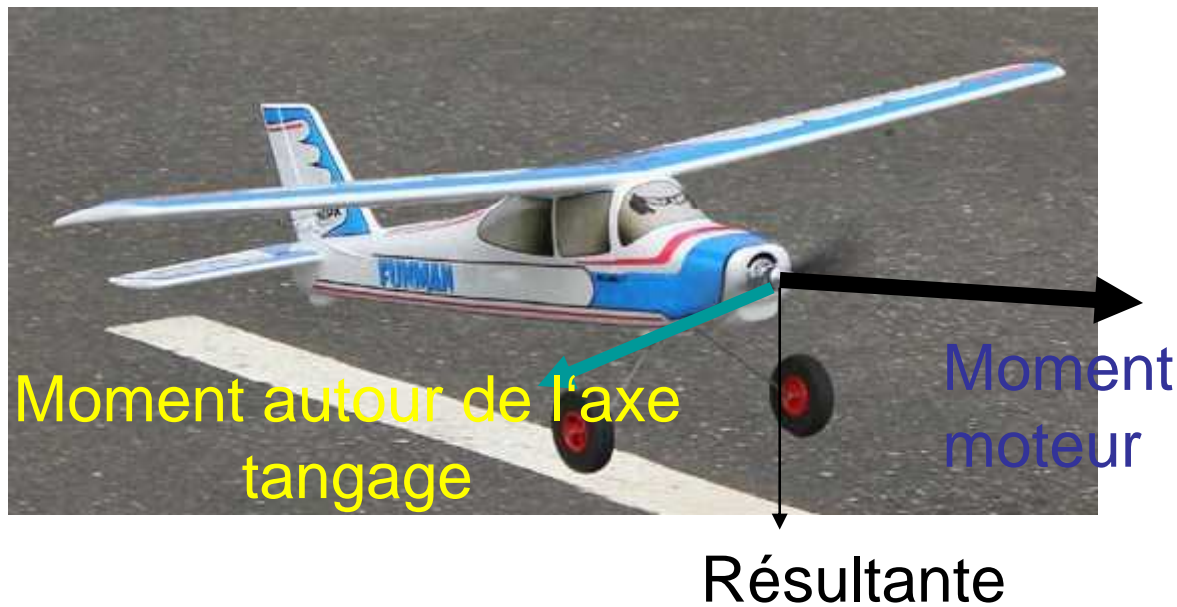
- On incline le moteur légèrement à droite (typiquement 1 à 3°).
- La traction moteur génère une lacet à droite qui corrige le lacet à gauche du souffle de l'hélice.



Correction pour une hélice qui tourne à droite (vue cockpit)

Précession gyroscopique

- Le moteur se comporte comme un gyro.
- Au décollage (vitesse faible + basse altitude) est vulnérable.
- Lorsqu'on exerce une force pour « soulever le nez », un moment de lacet apparaît vers la gauche.



La correction « anti-couple » permet aussi de limiter cet effet.

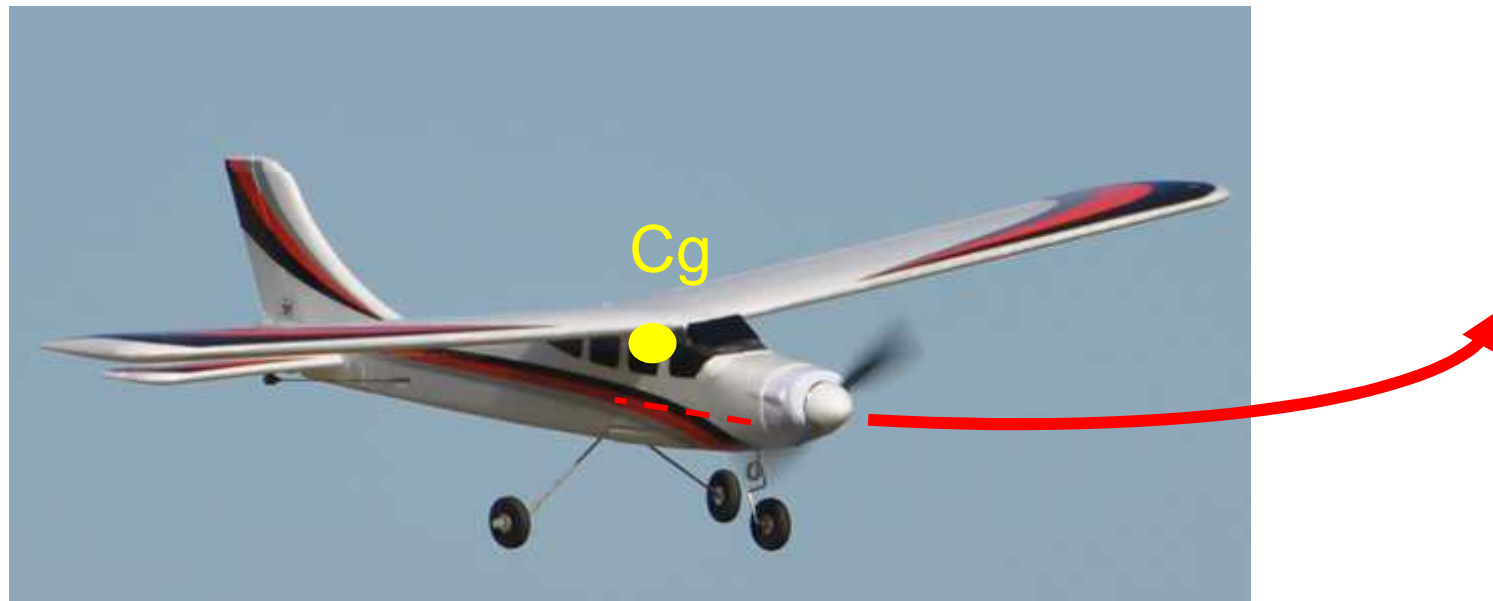
Sommaire:

- Introduction
- Ventilation
- Correction Anti-couple
- **Correction piqueur**
- Annexes



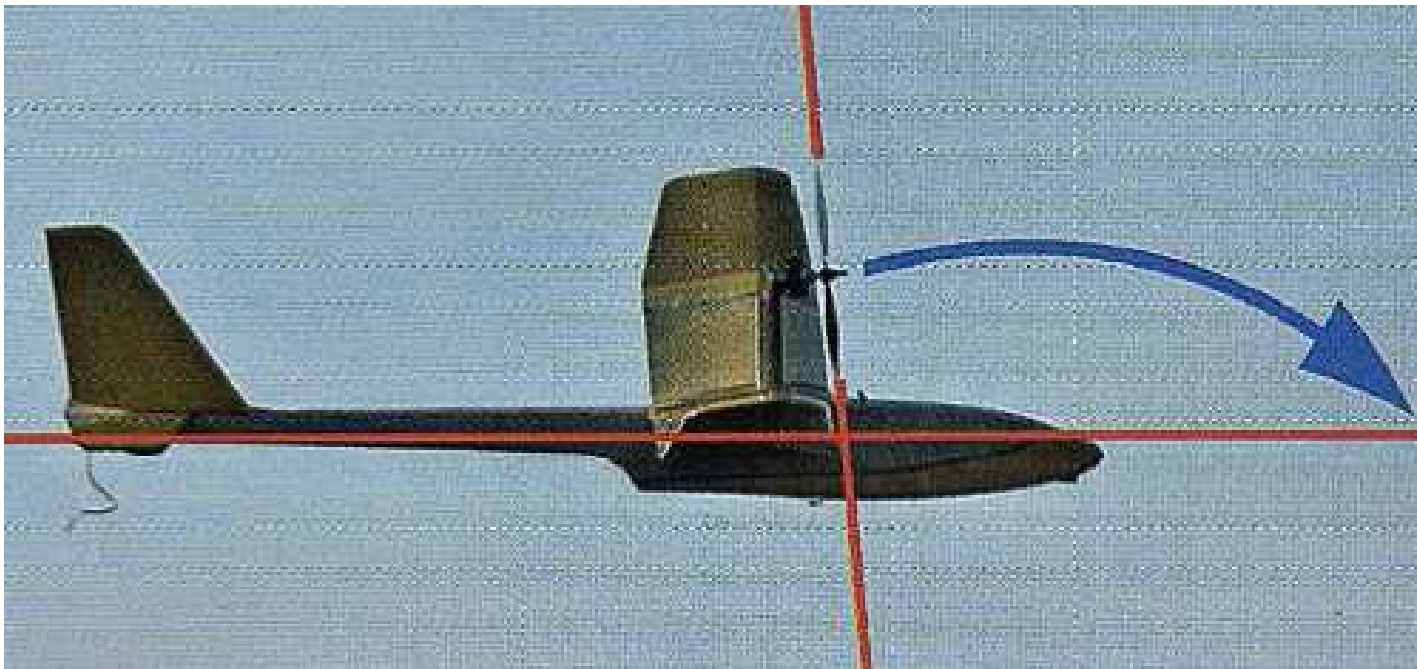
Moment à cabrer

- La poussée est au-dessous du C_g (avion aile haute). Lors d'une accélération, on a un moment à cabrer. Ce moment est très marqué si l'accélération est brutale.



Moment à piquer

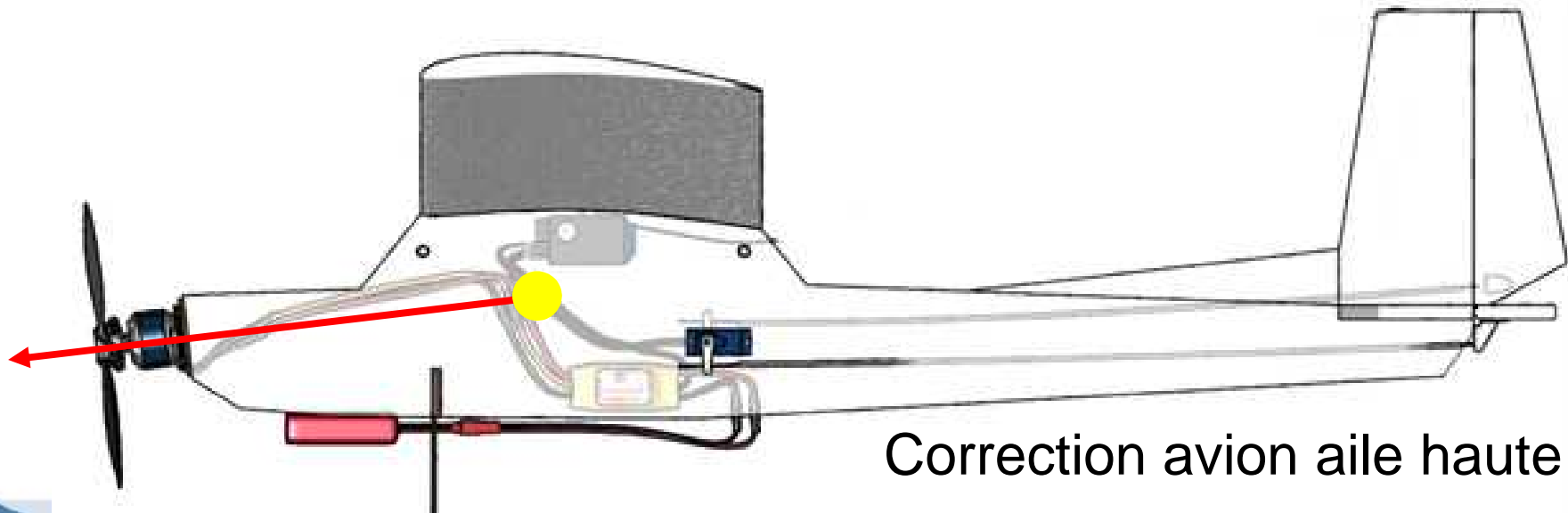
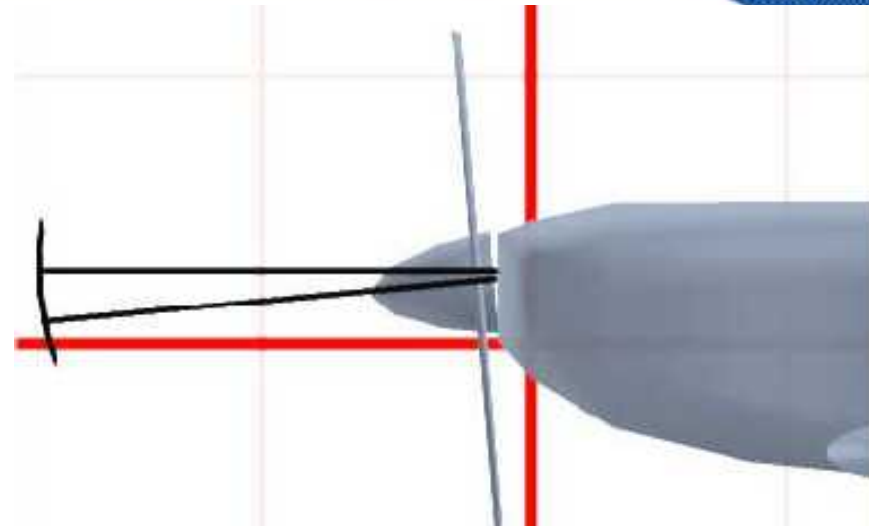
- Le même problème se présente sur un moto-planeur (moteur sur mât).
- Mais maintenant on a un moment à piquer lors d'une accélération.



Ces effets sont désagréables au pilotage).

La correction « piqueur »

- Le moteur est incliné légèrement vers le bas (1 à 3°):
- La traction passe du Cg (au du moins très près)

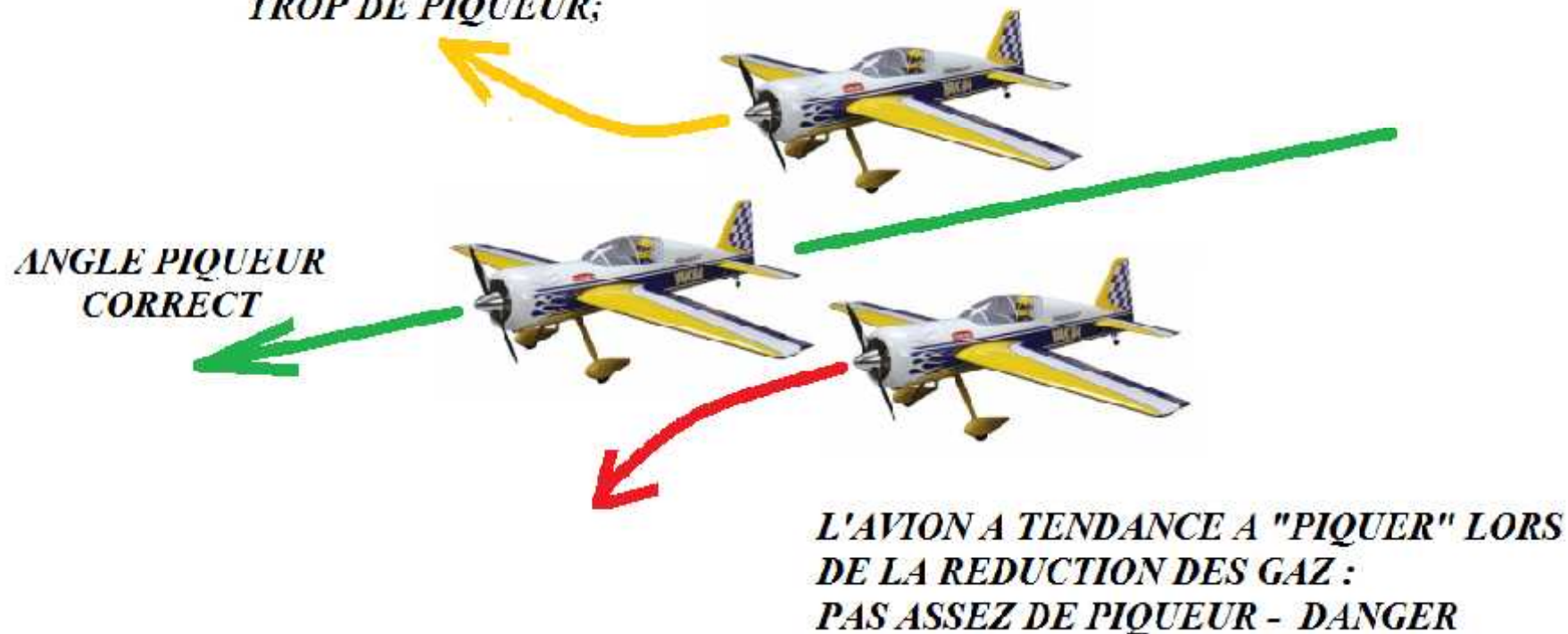


Correction avion aile haute

Réglage sur le terrain

- L'expérience sur le terrain permet d'affiner le réglage:

*L'AVION "REMONTE" LORS DE
LA REDUCTION DES GAZ :
TROP DE PIQUEUR;*



Pour info

- Un résumé de Laurent Shmitz (disponible sur http://www.jivaro-models.org/premier_vol/page_premier_vol.html)



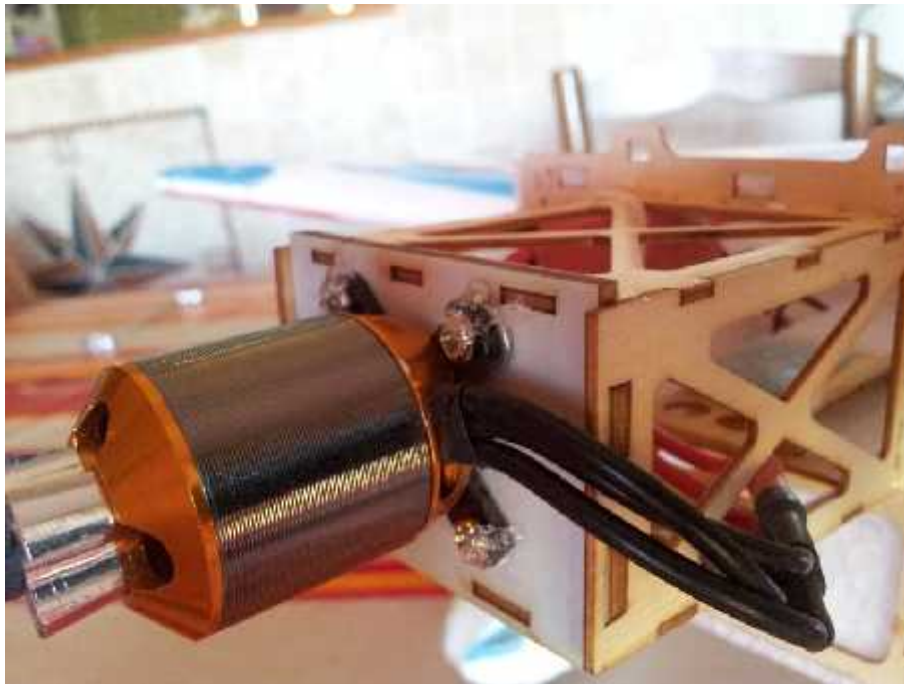
Ce modèle en stationnaire illustre parfaitement les forces latérales en présence.

Les lignes bleues indiquent l'angle d'inclinaison à droite du moteur. La flèche orange montre l'effet du couple moteur. On voit bien comment les ailerons sont braqués pour contrer (flèche jaune) la rotation induite par le couple.

La flèche rose matérialise le souffle hélicoïdal sur la dérive. Le volet de dérive est braqué à droite (ligne verte) pour contrer ce lacet induit.

Pour info

- Pour mettre en œuvre les réglages, certains optent pour un bâti légèrement décalé.
- Sinon, on opte pour un bâti droit et l'utilisation de rondelles. Mais attention à ne pas déformer le support moteur.



Sommaire:

- **Introduction**
 - **Ventilation**
 - **Correction Anti-couple**
 - **Correction piqueur**
- Annexes**



Les fils électriques

- A noter que le choix des fils et des connecteurs est très important. Un fil inadapté qui ne supporte pas l'ampérage prévu va lâcher en vol!

TOUTE RESISTANCE EST INUTILE...

L'or est un joli métal brillant qui ne s'oppose pas beaucoup au passage du courant. Malheureusement il est aussi très lourd (et coûteux !), c'est notamment pourquoi nous utilisons des fils de cuivre (mieux encore: d'argent) dans nos petits avions. Hélas, même l'argent transforme une partie de nos électrons en chaleur. Non seulement ça contribue au réchauffement climatique, mais en plus on perd des tours à l'hélice, ce qui est bien plus catastrophique! Pour éviter

ce phénomène dramatique, il faut choisir un fil de section adaptée au courant qui passe dedans:

Jusqu'à 25A: fil de 1,5mm²

Jusqu'à 60A: fil de 2,5mm²

Jusqu'à 100A: fil de 4mm²

Les connecteurs et les soudures doivent aussi présenter une section suffisante. Dans ce domaine comme dans d'autres, c'est mieux quand c'est plus gros.

On parle ici de longueurs de fils de quelques dizaines de centimètres. Si vous alimentez un moteur situé dans la queue d'un jet depuis un accu situé dans son nez, il faudra prendre la section de fil supérieure.

Les Connecteurs

- Il y a beaucoup de types de connecteurs, en voici les plus utilisés:

Prise JST-RCY

Japan Solderless Terminal



male femelle

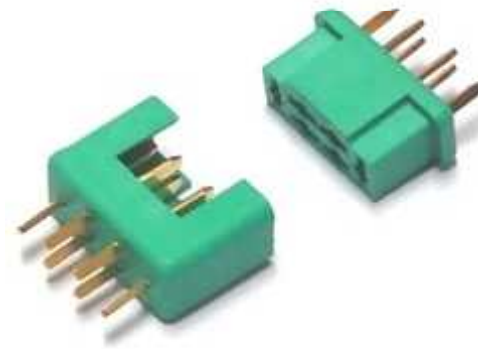
3 à 5A max

Prise PK 2mm



20A max

Prise Multiplex (MPX)



35A max

Prise PK 3.5mm



40A max

Les Connecteurs

- Les connecteurs les plus utilisés sont JST, Dean et PK (2mm/3.5mm).

Prise XT60



60A max

Prise Dean
(T)



60A max

EC3 bleue



60A max