



Le GENOMA
Planeur F3J de dernière génération pour tous
Construction de l'aile

Construction du planeur de F3J le GENOMA

5^{ème} partie : Les commandes par système RDS



Le GENOMA F3J



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Sommaire :

Le principe d'un system dit « RDS »	3
Débattements possibles	4
Comment minimiser les efforts ?	4
Comment avoir une commande précise ?	5
Longueur de la tige et efforts sur le servos	5
Comment éviter les points durs ?	6
Comparaison RDS et système normal avec chape	6
Masse.....	6
Précision	6
Efforts sur le servos.....	7
Quels avantages pour le système RDS ?	7
Construire un système RDS	7
La poche	7
L'arbre.....	9
Le guide de la tige côté articulation de la gouverne.....	10
Installation dans le modèle	11
Fonctionnement	12



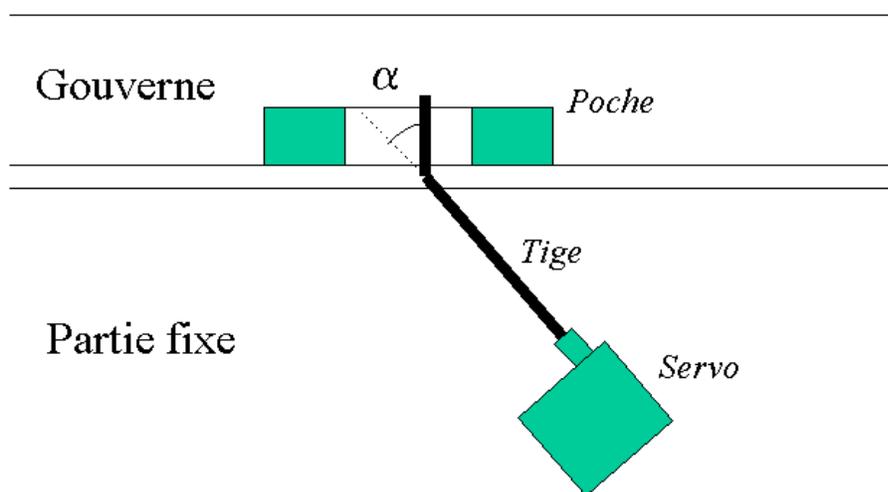
Le GENOMA Planeur F3J de dernière génération pour tous Construction de l'aile

Le principe d'un system dit « RDS »

L'idée consiste à intégrer complètement la commande d'une gouverne à l'intérieur, sans aucune protubérance / perturbation aérodynamique, en utilisant un système de barre de torsion.

Contrairement à ce qui se fait en général pour tout système standard de barre de torsion où celle-ci est située dans l'alignement de l'axe d'articulation, la barre de torsion du système RDS est décalée et permet de loger le servos dans l'aile en amont de la gouverne.

La barre de torsion est donc oblique et tordue comme le montre les photos et schémas.



Schémas de principe d'un système RDS. Il fallait y penser !

C'est torsion de la tige du système qui permet d'obtenir le mouvement de la gouverne. En effet, en tournant, la tige fait décrire un cône à sa partie tordue. Cette partie « tordue », est insérée dans une « poche » ou encore « fente » pratiquée dans la gouverne. Celle-ci suit donc la direction prise par la tige dans sa rotation.

On voit tout de suite que la tige demande à glisser dans la fente pendant son mouvement.

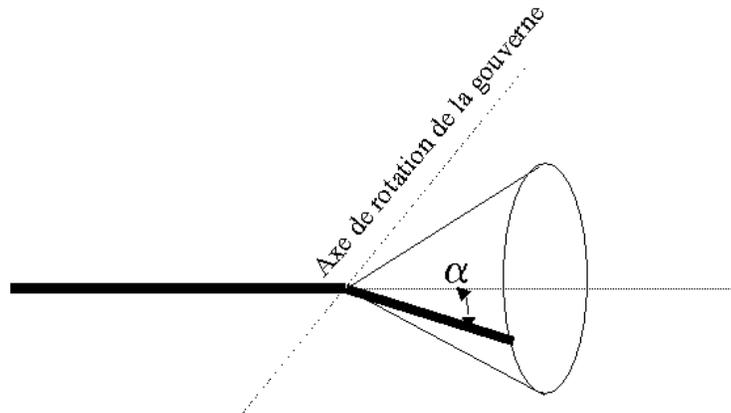
Qui dit glissement dit frottement. Nous verrons donc par la suite s'il est possible de les réduire et comment.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



La rotation de la tige fait décrire un cône à sa partie courbée ce qui permet le mouvement de la gouverne.

Débattements possibles

Les débattements sont donnés par l'angle de torsion de la tige :

- Avec un angle de 45° on peut théoriquement obtenir un débattement de $\pm 45^\circ$. En réalité, les servos ne tournent pas de $\pm 90^\circ$. On obtient donc un débattement de la gouverne d'environ $\pm 30^\circ$.
- Avec un angle de 90° , il est théoriquement possible d'obtenir des débattements de $\pm 90^\circ$. Mais ce n'est pas sans conséquences sur le couple nécessaire aux mouvements qui est alors bien supérieur. Compter plutôt 70 à 80° de débattement.

Dans la pratique, beaucoup d'utilisateurs adoptent entre 30° et 45° pour les ailerons et 80 à 90° pour les volets de courbure devant fonctionner en « butterfly ».

Comment minimiser les efforts ?

Le frottement est la bête noire de ce type de système. Prévoir donc des servos puissants et soigner le montage.

Il faut bien sûr avoir des états de surface parfaits. Donc, mouler le carbone sur une vitre et bien polir la tige.

Ensuite, on peut aussi arrondir le bord de la tige pour éviter toute arrête vive.

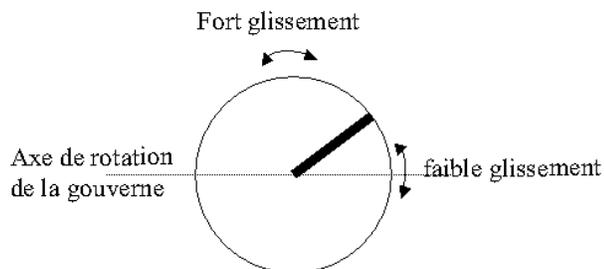
Vous noterez que les frottements par glissement sont réduits quand la tige est dans le plan passant par l'axe d'articulation de la gouverne et est maximale quand il est perpendiculaire.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Peu de glissement autour « du neutre ». C'est déjà une bonne chose.

Enfin, pour augmenter l'efficacité du système et limiter les efforts sur le servos autour du neutre, il faut positionner la partie « tordue » dans sa fente, perpendiculairement à l'axe d'articulation de la gouverne.

Ceci est facile à faire avec une tige coudée à 30 ou 45°, mais cela ne l'est plus pour une tige coudée à 90°, sauf à faire un système type « barre de torsion ». Tout est une question de compromis et de choix !

Comment avoir une commande précise ?

La réputation de ce type de système est très mauvaise en ce qui concerne le fluting des gouvernes. Cela est dû à des conceptions un peu légères et des réalisations bâclées. Mais une fois que l'on connaît les différents secrets du système, il est possible d'avoir des systèmes fonctionnant parfaitement. Pour preuve, les modèles de F5B et de F3B en sont de plus en plus équipés. Donc soyons généreux dans le dimensionnement et précis dans la construction.

La précision de la commande dépend de quatre facteurs :

- Rigidité de la tige. Il faut un diamètre de la tige compris entre 3 et 4 mm pour un planeur standard ou type F3B.
- Aucun jeu entre la tige et la fente.
- Rigidité de la fente. Toute déformation d'une paroi de la fente se traduit par un mouvement de la gouverne. Il faut donc utiliser du carbone en assez grande épaisseur (entre 0.8 et 1mm au bas mot).
- Très bon guidage latéral de la tige.
- Profondeur de la fente grande pour limiter les effets des jeux.

Longueur de la tige et efforts sur le servos

Il est souvent difficile de placer le servos près de l'articulation de la gouverne, histoire d'augmenter la rigidité de la tige et de limiter le poids du système.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

En effet, les profils utilisés et les cordes employées sur les modèles modernes imposent de loger le servos dans la partie la plus épaisse de l'aile.

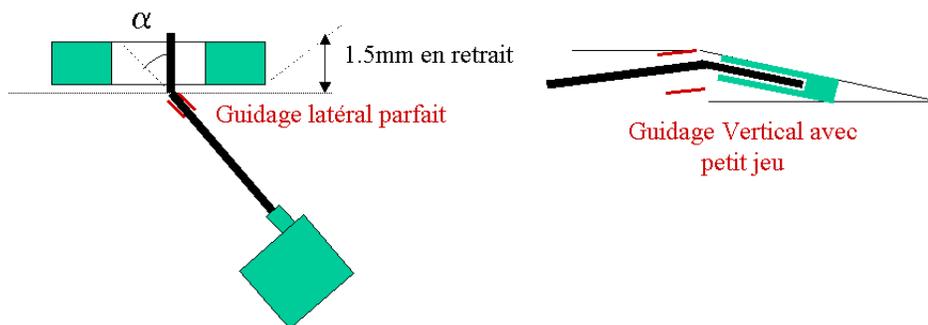
Ceci a pourtant un effet bénéfique sur le servos : Eloigner le servos de l'axe d'articulation permet de diminuer les efforts sur celui-ci (efforts à l'arrachement). Il n'a plus qu'à supporter des efforts de torsion.

Utilisons donc les longues tiges (5cm mini) !

Comment éviter les points durs ?

La recette est assez simple pour obtenir un système sans points durs. Il faut positionner la poche / fente 1.5 mm en retrait par rapport à l'axe d'articulation.

Ensuite, il possible de laisser à la tige, un petit jeu, mais uniquement dans le sens vertical.
Bien sûr, le mieux est d'avoir un guidage précis partout. Il faut juste prendre un peu de temps dans le montage.



Les secrets d'un fonctionnement sans points durs : Du jeu, là où il faut.

Comparaison RDS et système normal avec chape

Masse

Avoir un montage avec des chapes (montage classique) permet d'être plus léger.

La tige du système RDS est plus grosse, de biais donc plus longue et plus lourde.

Précision



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Là encore, le système classique est plus facile à réaliser et est donc à priori plus précis. C'est tout à fait vrai quand on peut avoir des chapes avec de grands bras de levier.

Mais si l'on veut « intégrer » le système classique le plus possible dans l'aile, les bras de levier deviennent très courts, rendant les jeux plus difficiles à maîtriser. Le système RDS devient alors intéressant.

Efforts sur le servos

Le système RDS demande un servos bien plus puissant afin de pouvoir vaincre toutes les forces de frottement ainsi que les petits coincements qui pourraient arriver. On ne peut donc pas dire que ce système soit particulièrement performant.

Par contre le système RDS introduit une démultiplication quand la tige est tordue à 30 ou 45 : Lorsque la tige tourne de 90°, la gouverne ne débat elle que de 30 ou 45°. Entre glissement et démultiplication (pour les ailerons), le système RDS peut ainsi prendre l'avantage pour une utilisation « ailerons ».

Quels avantages pour le système RDS ?

Le seul vrai avantage du système RDS vient de son intégration parfaite dans l'aile et donc de l'absence de perturbation aérodynamique.

Il est difficile de quantifier les pertes occasionnées par un système classique à chape, sortant par le dessous de l'aile. Tout au plus doit-on s'attendre à quelques millimètres par seconde de Vitesse de chute (V_z) supplémentaires. Pas de quoi révolutionner la planète planeur.

C'est donc un système qui peut se comprendre quand il faut absolument chasser la traînée. A réserver à priori quand le modèle doit pouvoir aller vite (treuillage musclé avec zoom, vitesse). En dehors de cela, difficile de trouver un avantage.

Construire un système RDS

La poche

Nous avons vu que la poche est constituée de multiples couches de carbone.

Obtenir un composite entre 0.8 et 1mm d'épaisseur.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Mise sous vide d'un composite multicouches de carbone de 200gr/dm². On voit apparaître ici la trame du tissu. Il faudrait mettre le composite entre 2 vitres afin d'obtenir un état de surface parfait.

Découper les plaques aux dimensions suivantes pour un planeur type F3B / F3J : Largeur 2cm, longueur 5cm.

Découper des entretoises d'une épaisseur de 2mm aux dimensions de 10*20mm.

Coller les entretoises après avoir dépoli les surfaces de collage.



Les constituants de la poche en cours d'assemblage. Soigner les épaisseurs pour qu'il n'y ait pas de jeu entre la poche et la tige.

Pour éviter l'ouverture de cette boîte sous les efforts, on peut ligaturer l'ensemble en perçant deux trous de chaque côté de la poche et en réalisant une ligature.



Trous pour ligature anti-ouverture de la poche



Le GENOMA

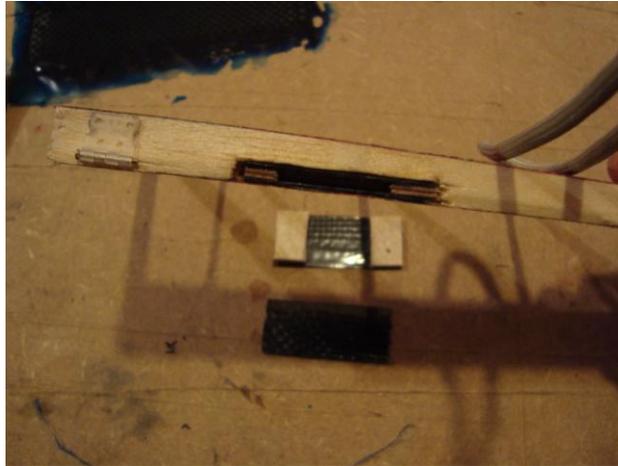
Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Trous pour ligature anti ouverture de la poche. A utiliser si les efforts sont importants.

Insérer cette poche côté articulation. Attention à bien laisser 1.5mm entre l'axe d'articulation et le bord de la poche.

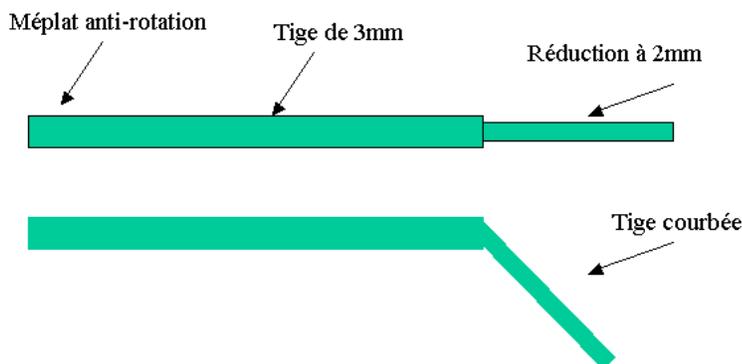
Prévoir des renforts afin de bien reprendre les efforts dans toute la gouverne. Par exemple, noyer la poche dans un D-box courant sur toute l'envergure.



La poche insérée dans une dérive. Remarquer la charnière à gauche et l'ombre illustrant le D-box anti torsion qui permet de reprendre les efforts.

L'arbre

L'arbre doit transmettre tous les efforts sans se déformer. il est constitué d'une tige d'acier de 3mm de diamètre dont l'extrémité est affinée à 2mm puis tordue. Côté servos la tige reçoit un méplat anti-rotation.



Réalisation de la tige dans un jonc d'acier de 3mm.

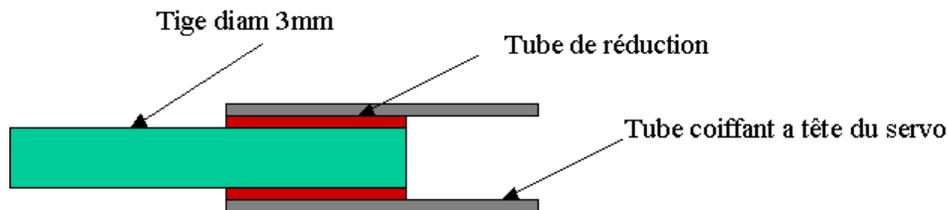
Les servos ont souvent une tête de pignon d'un diamètre de 4mm. Il faut donc réaliser un adaptateur qui relie la tige d'un diamètre de 3mm à la tête du servos.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Réalisation de l'adaptateur permettant de relier la tige à la tête du servo.

L'ensemble tige et adaptateur est collé à la cyanoacrylate et est écrasée au niveau du méplat.



Tige et adaptateur assemblé. Remarquer le coup de pointeau sécurisant l'ensemble anti rotation.

Le guide de la tige côté articulation de la gouverne.

Reste à assurer le guidage de la tige au ras de l'articulation de la gouverne.

Pourquoi au plus près de l'articulation de la gouverne ? Tout simplement afin de limiter les efforts d'arrachement du servos dans son logement.

Plusieurs possibilités s'offrent à vous. Depuis le système du commerce jusqu'au système fait maison.



Système complet vendu dans le commerce. Il n'y a plus qu'à monter l'ensemble dans le modèle.

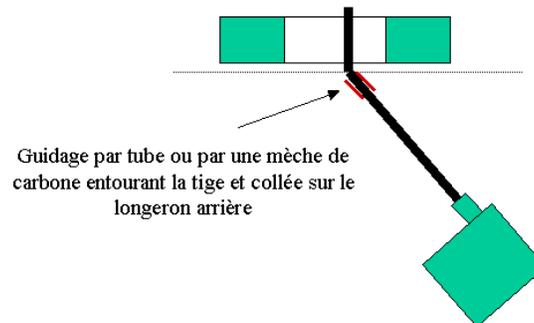


Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

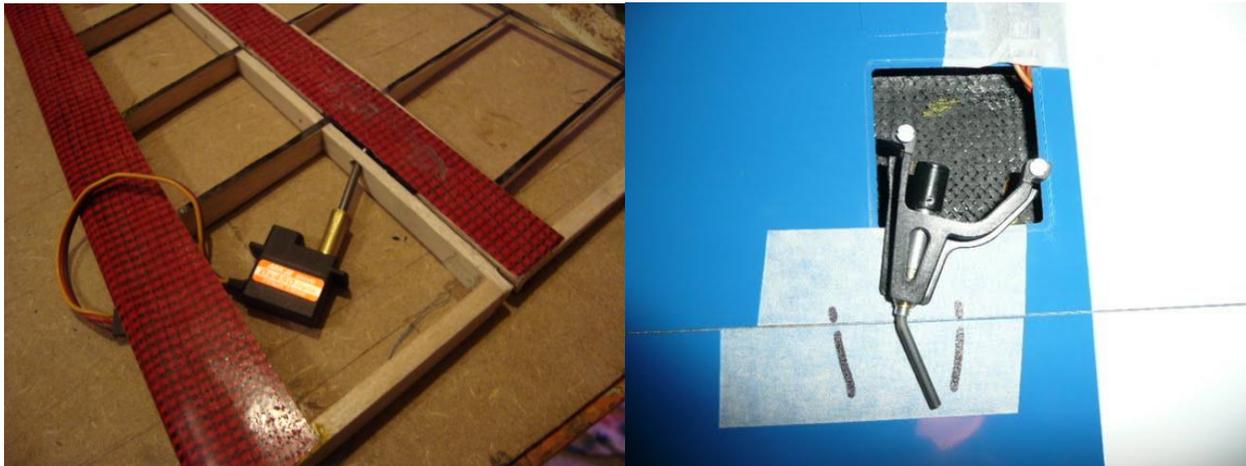
Pour un système fait maison, une solution consiste à coller un tube ou à réaliser une ligature de carbone autour de la tige, au raz du longeron arrière.



Il faut bien guider la tige côté articulation, au plus près de la charnière de la gouverne.

Installation dans le modèle

L'installation dans le modèle est assez simple. Il faut immobiliser parfaitement le servos en position (immobilisation aussi bien en latéral qu'en rotation). Des systèmes existent dans le commerce ou peuvent se fabriquer facilement.



La tige est collée à l'époxy sur le servo. Noter que la ligature carbone n'est pas encore réalisée. A droite le système du commerce en cours d'installation (il se visse sur le support de servos).

Pour être certain de l'absence de points durs, il faut faire de multiples essais et coller l'ensemble, la gouverne en position fermée.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Pour avoir un neutre du servos correspondant au neutre de la gouverne, il ne faut coller la tige sur son servos une fois tout en place, ou disposer d'un système « du commerce » comme présenté en photo.

Et pour avoir un alignement parfait entre la tige et le servos, il ne faut réaliser la boîte le maintenant en place qu'une fois la tige collée.

Il faut donc y aller en plusieurs fois :

1. Collage de la poche dans la gouverne (côté articulation)
2. Réalisation de la ligature servant de guidage à la tige sans points durs.
3. Immobilisation de la tige et du servos en veillant au neutre du servos et de la gouverne et aux alignements
4. Immobilisation du servos par construction de la boîte gouverne fermée.

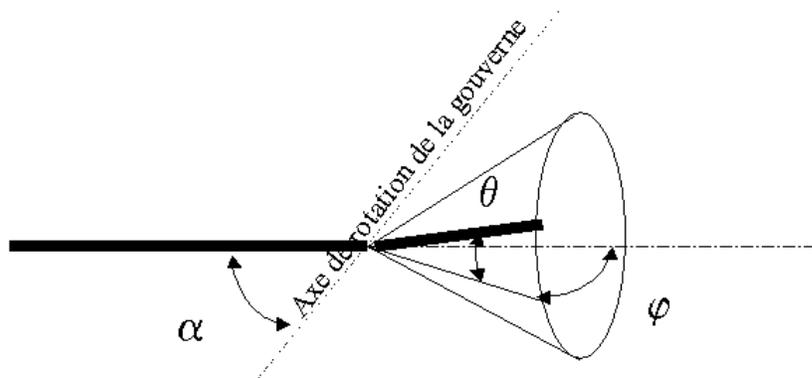
Fonctionnement

Pour bien comprendre comment marche un système RDS, il faut faire un peu de géométrie dans l'espace. La bête noire pour beaucoup d'entre nous !

Pour simplifier les choses (si l'on peut vraiment parler de simplification) nous dirons que l'axe de rotation de la tige est dans le plan neutre de la gouverne. Cela permet d'éliminer un angle...

Il nous faut donc considérer deux angles pour calculer l'angle de débattement « β » de la gouverne par rapport à l'angle de rotation de la tige « θ » :

- L'angle de torsion de la tige « φ »
- L'angle entre la tige et l'axe de rotation de la gouverne « α »



On obtient :

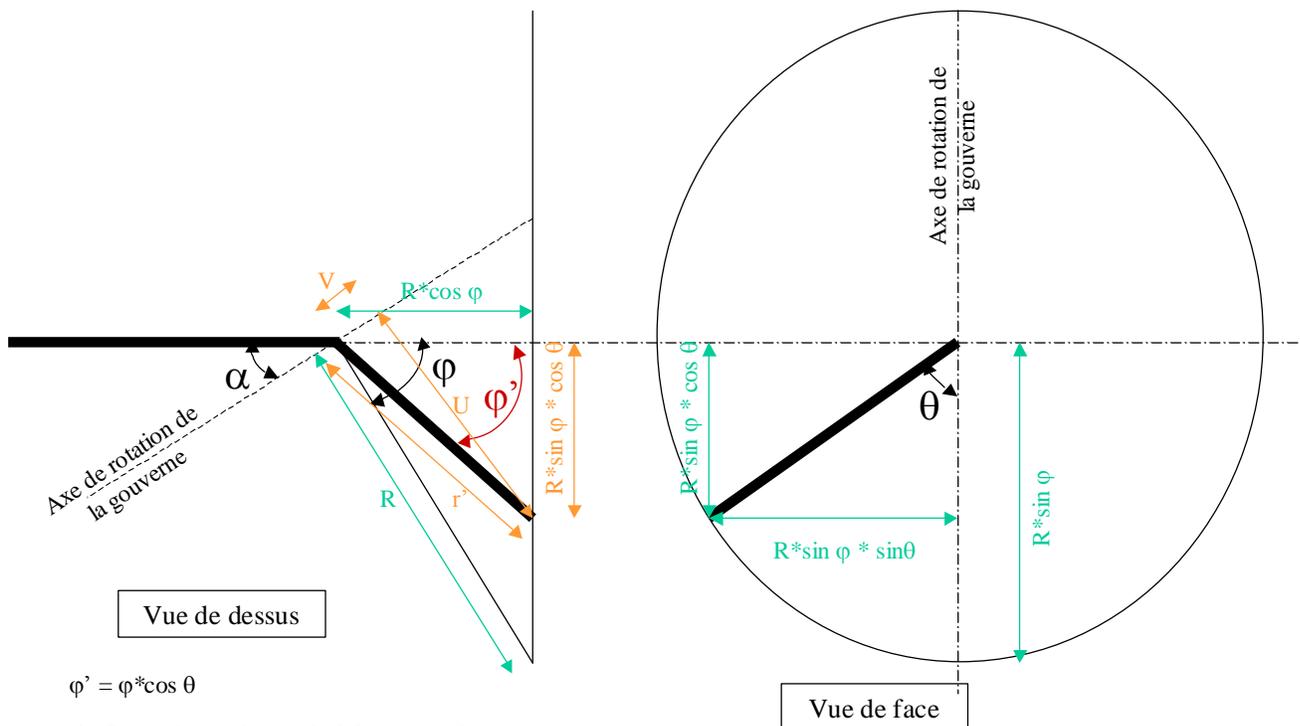


Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

$$\beta = A \tan \frac{\sin(\theta) * \sin(\varphi)}{\sqrt{(\cos \varphi)^2 + (\sin \varphi * \cos \theta)^2 * \sin(\alpha + \varphi * \cos \theta)}}$$



$$\varphi' = \varphi * \cos \theta$$

$$r' = R * \text{racine}((\sin \varphi * \sin \theta)^2 + (\cos \varphi)^2)$$

$$U = r' * \sin(\alpha + \varphi')$$

$$\text{Angle braquage gouverne} = A \tan((R * \sin \varphi * \sin \theta) / U)$$

$$\text{Glissement } V = r' * \cos(\alpha + \varphi')$$

Représentation du mouvement de la tige dans l'espace. Complexe le machin !



Le GENOMA

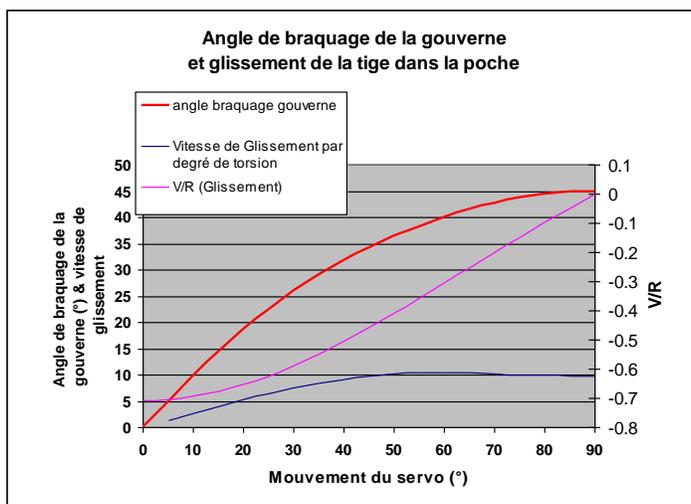
Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Voici deux types de fonctionnement d'un système RDS à partir d'une tige tordue à 45° :

- Tige placée perpendiculairement à l'axe d'articulation de la gouverne

Mouvements de la gouverne lorsque la tige est implantée perpendiculairement à l'articulation de la gouverne.

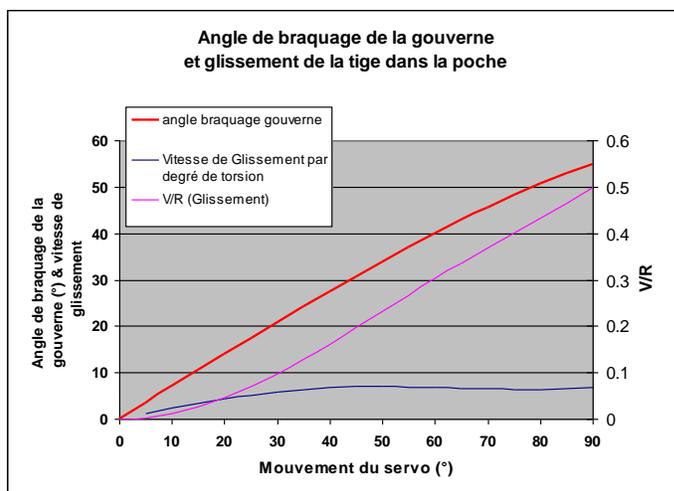


Le braquage de la gouverne n'est alors pas linéaire. Il est en forme de sinusoïde.

De même le glissement n'est pas constant. De faible pour les faibles angles, il est maximal pour des angles autour de 90°.

La déflexion de la gouverne est maximale pour 90° de rotation du servos, ce qui donne un angle de 45° à la gouverne.

- Tige placée à 45° par rapport à l'axe d'articulation de la gouverne



Mouvements de la gouverne lorsque la tige est implantée à 45° de l'articulation de la gouverne.

Le fait d'incliner la tige par rapport à l'axe d'articulation de la gouverne permet d'avoir un mouvement de la gouverne pratiquement linéaire. On a alors une déflexion proche de celle que



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

l'on aurait avec une commande classique, mais avec un taux de réduction entre servos et gouverne. Pour avoir un même angle de déflexion de la gouverne, il faudra plus de débattement au servos.

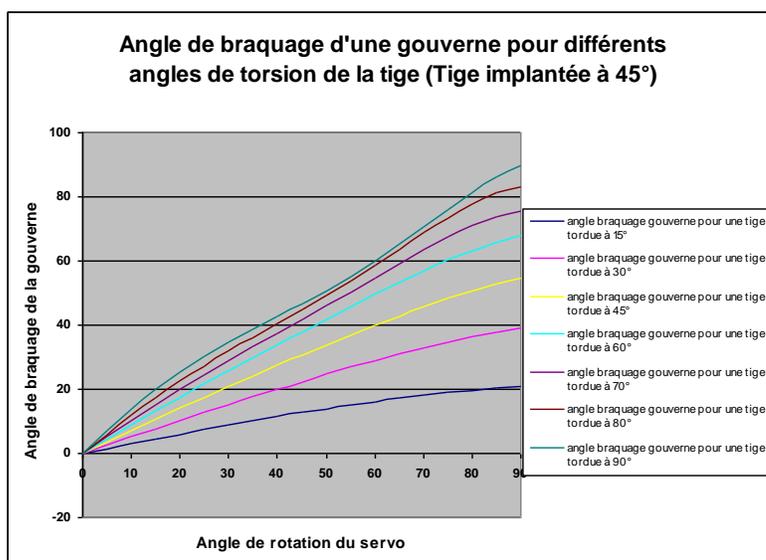
Remarquez aussi que l'angle de braquage de la gouverne, quand le servos a pivoté de 90° , est plus grand que 45° . Encore que du normal. Plus l'angle entre la tige et la gouverne diminue, et plus l'on tend vers un fonctionnement du type barre de torsion. Et dans ce cas, 90° au niveau du servos donne 90° de braquage de la gouverne.

Cerise sur le gâteau, la vitesse de glissement de la tige dans la poche est à variation lente.

Donc plus l'angle entre la tige et la gouverne diminue et plus le système RDS se rapproche d'un fonctionnement classique. Mais comme il faut loger le servos dans l'épaisseur de l'aile sans avoir une tige trop longue, une valeur de 45° est parfaite.

Cette valeur permet d'avoir des débattements corrects ($\pm 30^\circ$ pour $\pm 45^\circ$ de rotation au niveau du servos), un mouvement de la commande « linéaire », et un glissement de la tige pas trop important sur toute la course du servos.

Toujours avec une implantation de la tige à 45° , on peut obtenir une déflexion « assez linéaire » sans démultiplication, grâce à un angle de torsion de la tige de 90° . Mais attention au glissement de la tige qui va être maximal autour de 45° de rotation du servos.



Braquage d'une gouverne pour différents angles de torsion de la tige. Tige implanté à 45° . L'effet démultiplicateur s'aténue avec la torsion de la tige.

A 90° , vous noterez l'inversion du sens de débattement de la gouverne. Donc pas plus de 90° de débattement dans un sens.

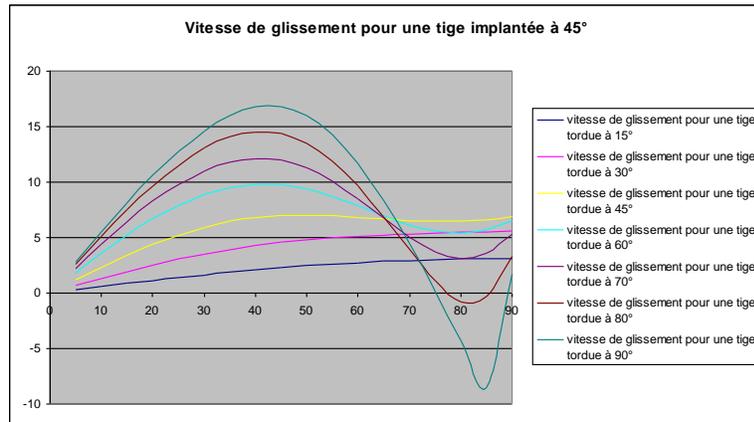
Côté glissement, les choses sont plus complexes :



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Vitesse de glissement de la tige dans la poche pour différents angles de torsion de la tige. Tige implantée à 45°. Les déplacements dans la poche sont assez complexes.

Si jusqu'à 45° le glissement a une variation assez homogène (toujours dans un sens), au delà de 45° la vitesse varie pas mal. Attention à des angles de rotation du servos supérieurs à 75°. Il y a risque d'inversion du sens de débattement.