

Le couple des servos

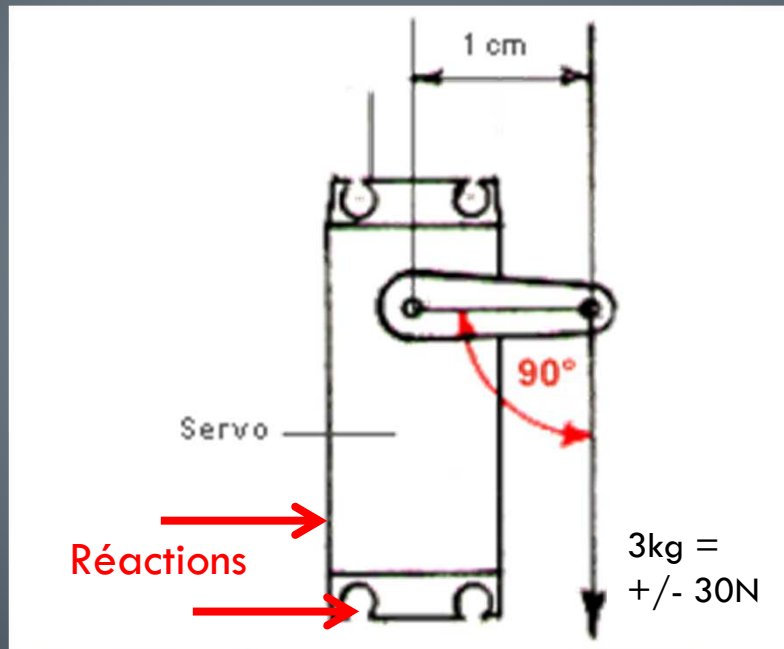
F. Nicolas - 03/2017

Pourquoi calculer le couple du servo?

- Assurer le contrôle des commandes dans toutes les configurations de vol (vitesse, voltige,...)
- Ne pas sur-dimensionner les servos (et le coût qui va avec 😊)
- Optimiser le masse des servos

Préliminaires - Prérequis

- Qu'est-ce que le couple du servo?



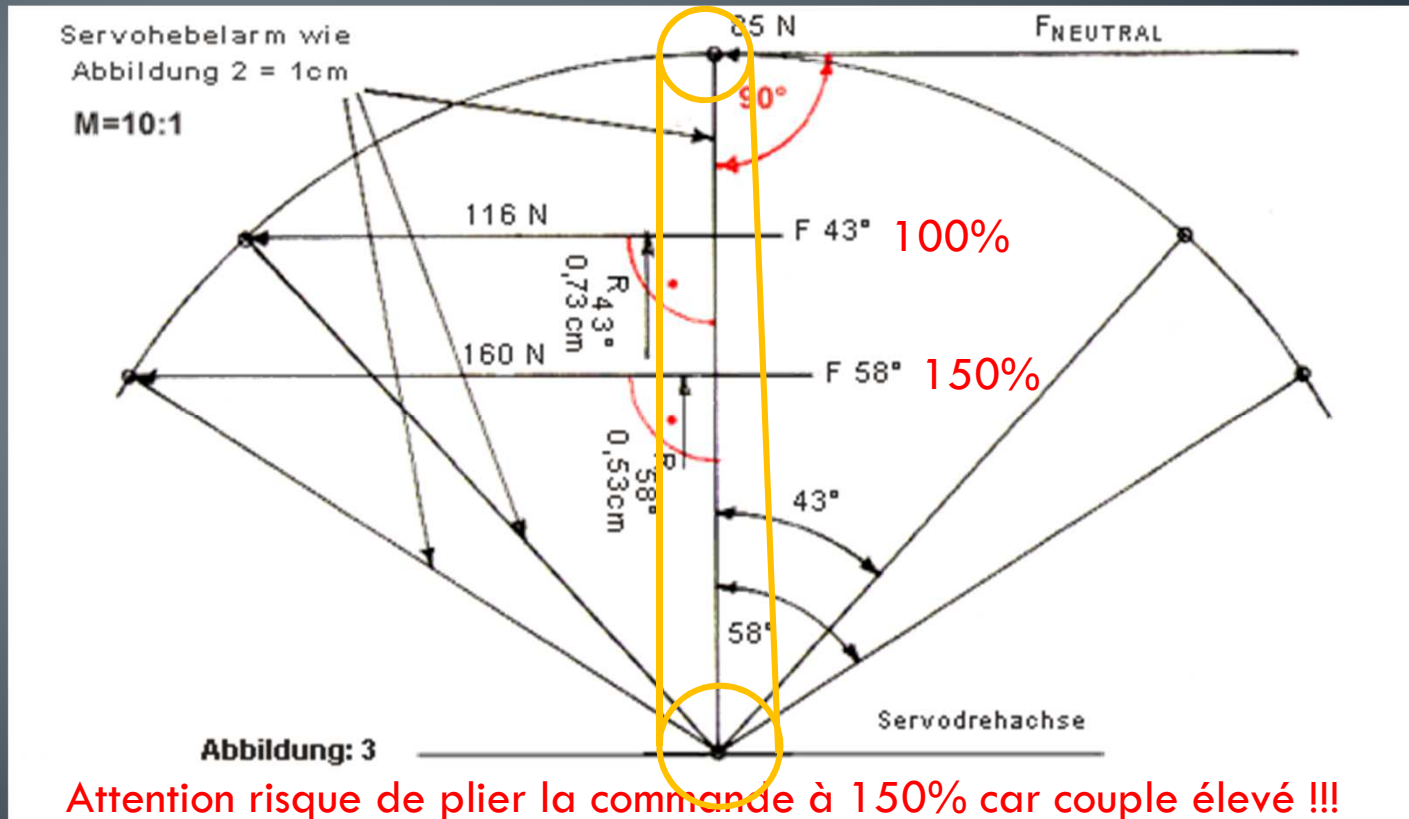
A couple de servo donné (ex 3kg.cm):

Si palonnier plus grand (2cm) alors la force dans la commande diminue (1.5kg)

Si palonnier plus petit (0.5cm) alors la force dans la commande augmente (6kg)

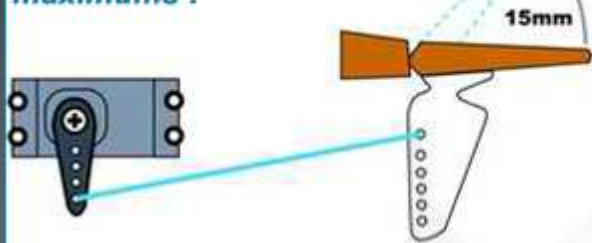
Préliminaires - Prérequis

- Le couple varie avec l'angle du servo (100% sur radio = +/-45°)



Installation d'un servo

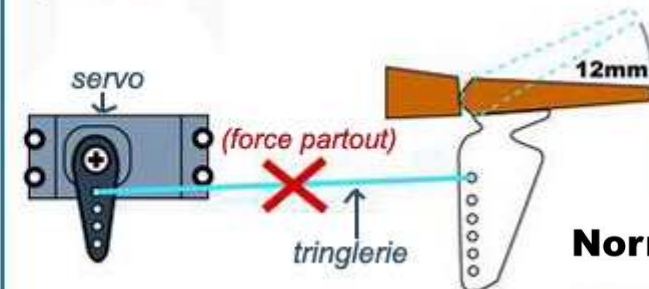
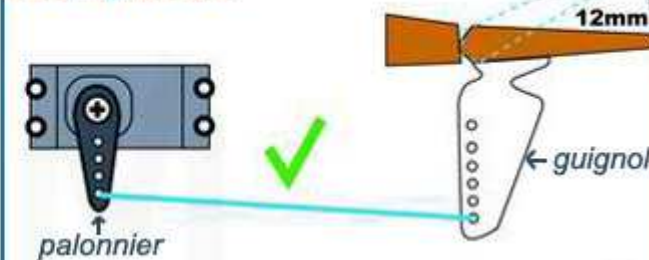
Réglage débattements maximums :



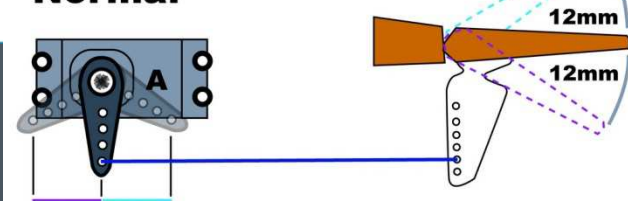
Réglage débattements minimums :



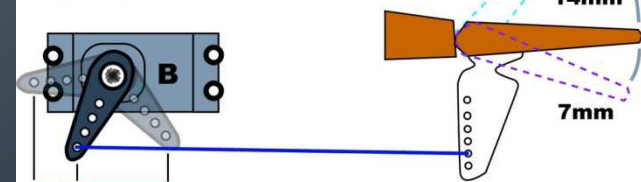
Conjugaisons :



Normal

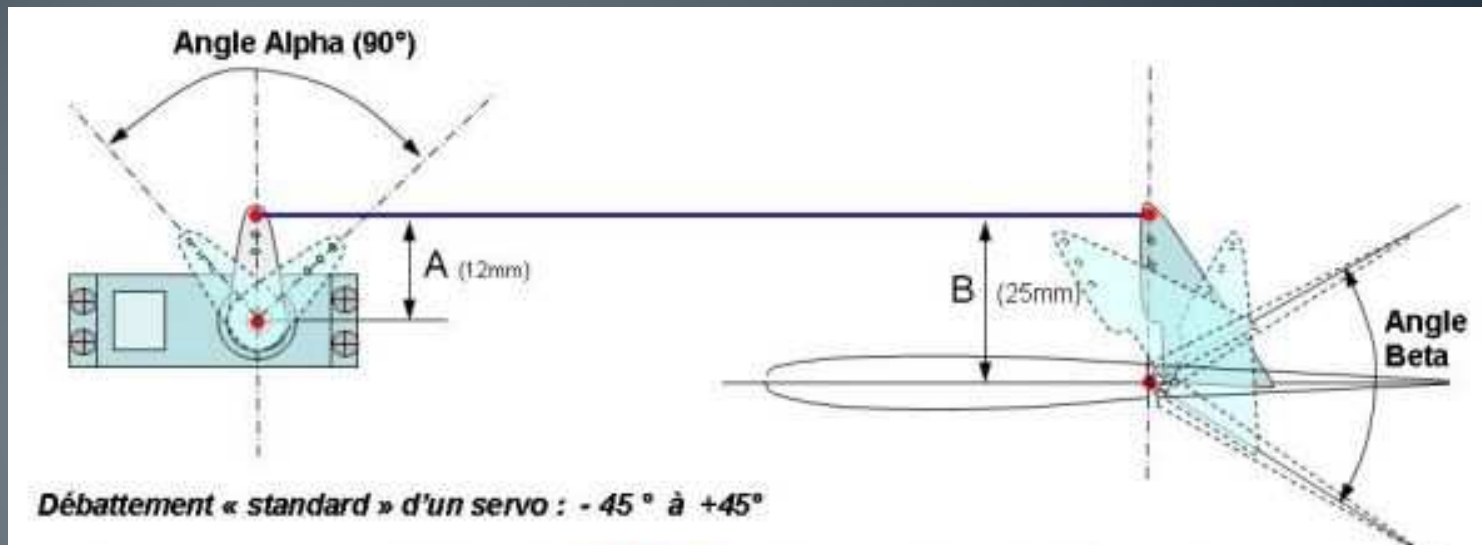


Diff.



Attention aux efforts et aux jeux!

Réglage du débattement de la gouverne



$$\text{Angle Beta} = 90^\circ \times A/B \text{ (approximation)}$$

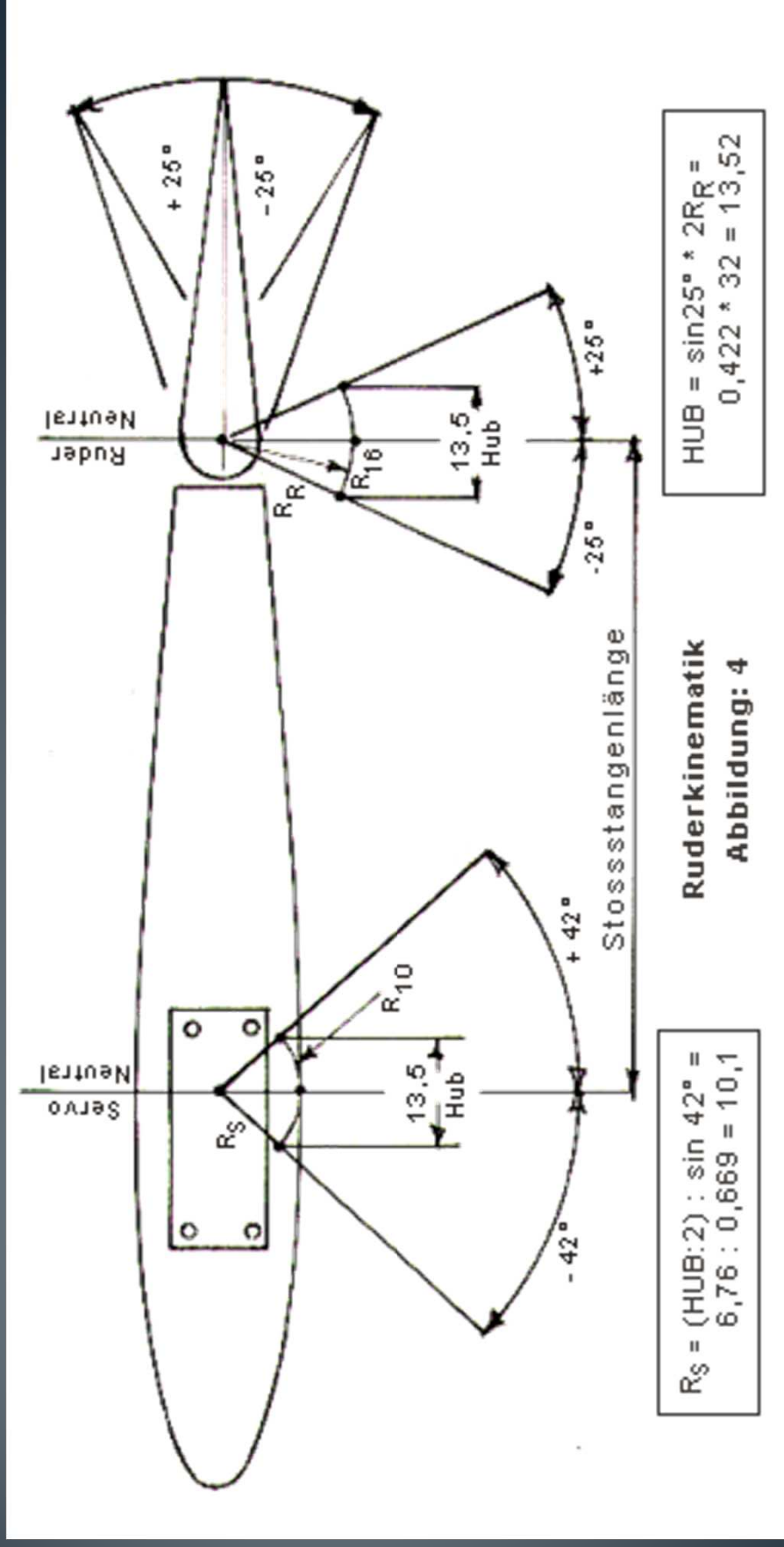
$$\text{Vraie formule: } \text{tg} (\text{angle beta}/2) = \text{tg} (\text{angle alpha}/2) \times A/B$$

Si $A = B$, alors $\text{Alpha} = \text{Beta}$

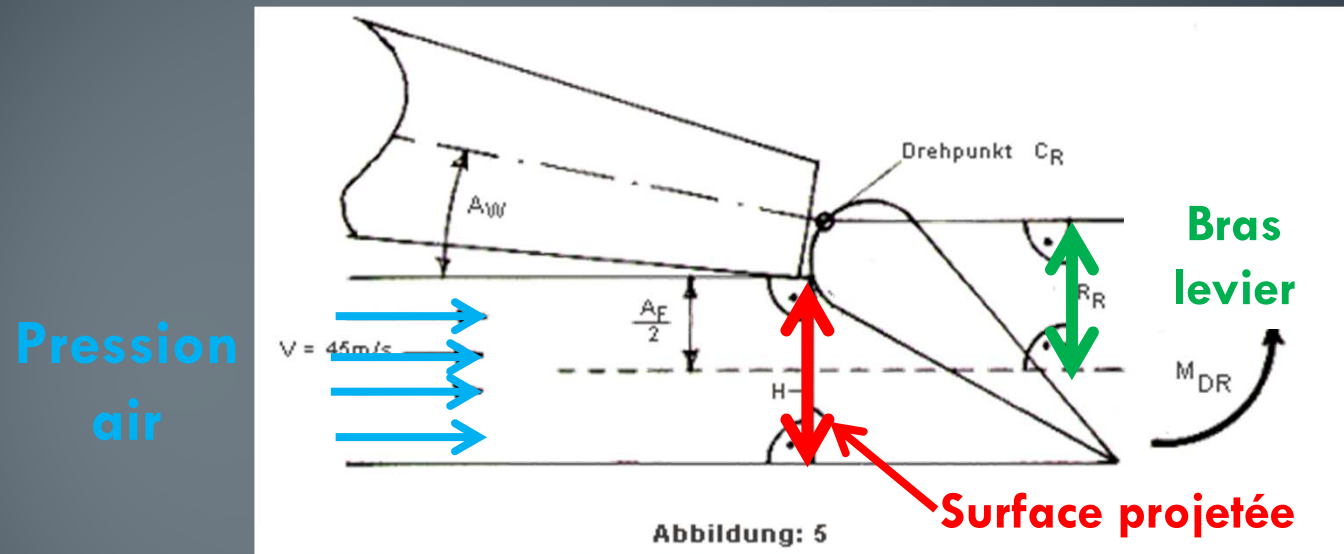
Si $A > B$, alors $\text{Alpha} < \text{Beta}$

Si $A < B$, alors $\text{Alpha} > \text{Beta}$

Réglage du débattement de la gouverne



Couple exercé sur la gouverne



La couple de la gouverne est généré par la pression de l'écoulement d'air sur sa surface projetée multiplié par son bras de levier !

Calcul sur une gouverne

La pression de l'écoulement de l'air:

Dépend de la densité de l'air et de la vitesse de l'écoulement:

$$P_e = \rho \text{ (Rho)} / 2 * V^2 \text{ avec } V = \text{vitesse en km/h}$$

La surface projetée de la gouverne:

Dépend de ses dimensions et de son angle de débattement:

$$S_p = \text{Corde gouverne} \times \text{Envergure gouverne} \times \sin(\text{angle})$$

Le bras de levier:

Dépend de la corde de la gouverne et de l'angle

Les variables en jaune, dépendent uniquement des ordres de commande donnés et donc du couple du servo nécessaire!

Calcul du couple du servo

La formule utilisée pour calculer le couple du servo est :

$$\text{Couple servo (oz-in)} = 8.5E-6 * (C^2 V^2 L \sin(S1) \tan(S1) / \tan(S2))$$

- Où: C = corde de la gouverne en cm
- L = longueur de la gouverne en cm
- V = vitesse en MPH
- S1 = angle de débattement max de la gouverne en degrés
- S2 = angle de débattement max du servo en degrés

Vitesse de nos modèles

La vitesse standard n'est pas la vitesse maxi du modèle, mais une vitesse atteinte facilement en fonctionnement normal.

Quelques valeurs usuelles :

Avion envergure 1m :

- léger : 50km/h
- transition : 70km/h
- rapide/voltage : 90km/h

Avion envergure 2m :

- léger : 80km/h
- transition : 120km/h
- rapide/voltage : 160km/h

Planeur envergure 1m :

- léger : 40km/h
- transition : 60km/h
- rapide/voltage : 80km/h

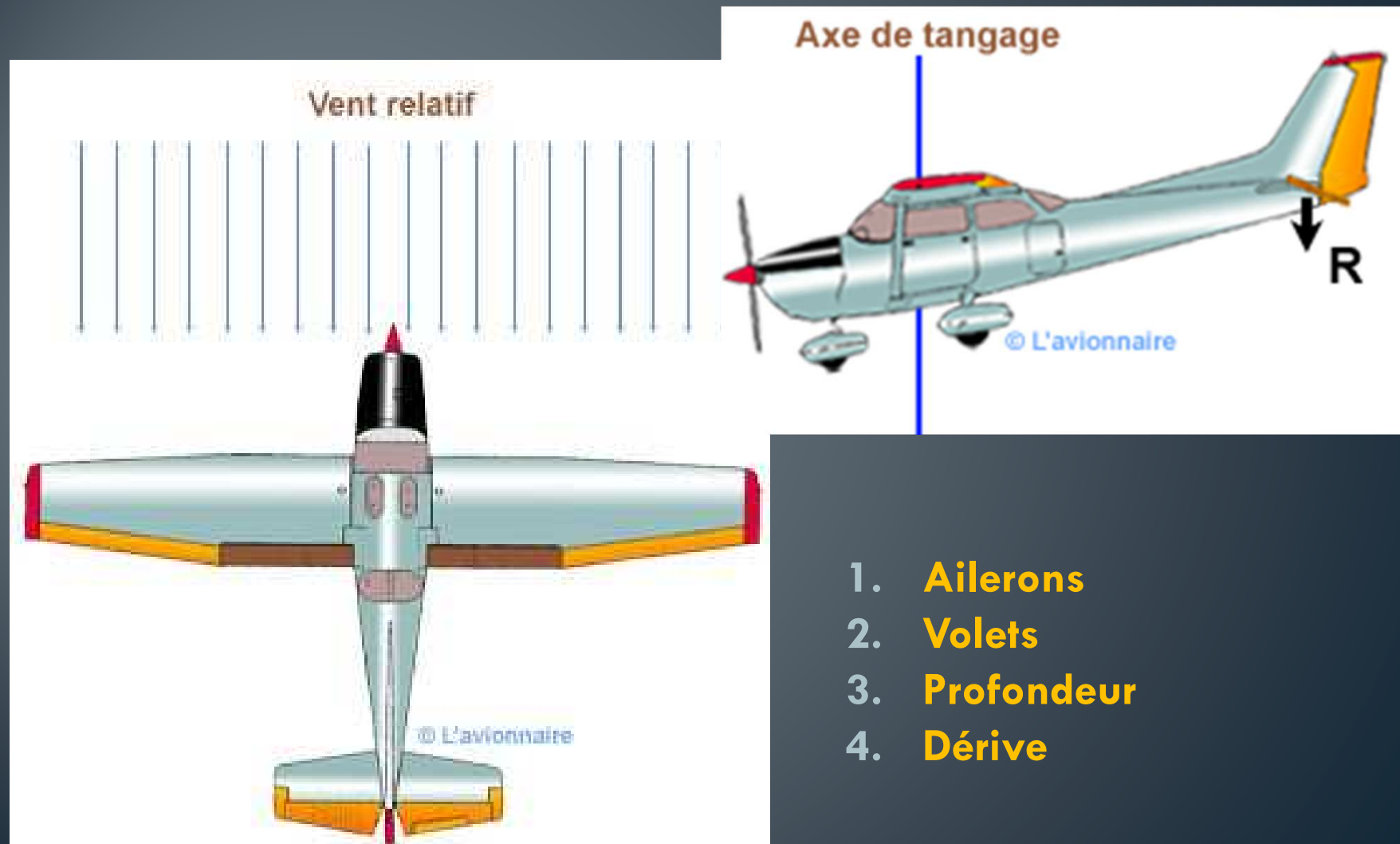
Planeur envergure 2m :

- léger : 60km/h
- transition : 90km/h
- rapide/voltage : 120km/h

Compétition :

- 60" : 120km/h
- F3F/F3B : 180km/h
- Racer FAI : 300km/h

Les différentes gouvernes



1. **Ailerons**
2. **Volets**
3. **Profondeur**
4. **Dérive**

Importance relative entre gouvernes

Gouvernes	Surfaces	Débattements	Couples
Ailerons	Petit à moyen	Faible à moyen	Faible à moyen
Volets	Moyen à grand	Moyen à grand	Moyen à grand
Profondeur	Moyen	Faible à moyen	Moyen
Dérive	Grand	Grand	Grand

Toutes les gouvernes sont doublées sauf dérive (1 seul servo) !

Importance relative entre gouvernes

Gouvernes	Surfaces	Débattements	Couples
Ailerons	Petit à moyen	Faible à moyen	Faible à moyen
Volets	Moyen à grand	Moyen à grand	Moyen à grand
Profondeur	Moyen	Faible à moyen	Moyen
Dérive	Grand	Grand	Grand

Toutes les gouvernes sont doublées sauf dérive (1 seul servo) !



Un volet n'est pas l'autre !



Calcul PredimRC

<http://www.mnbigbirds.com/Servo%20Torque%20Caculator.htm>

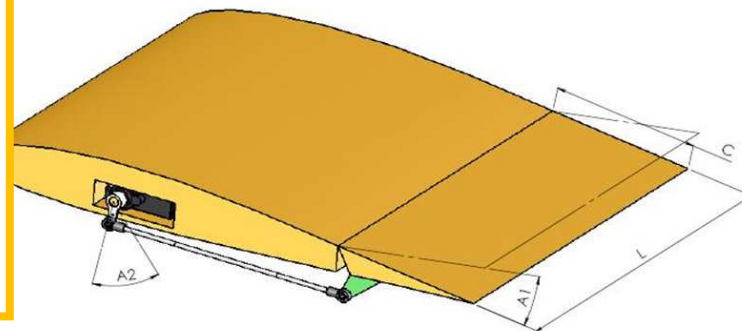
Servo Torque Calculator

Courtesy of Chuck Gadd

Calculate Required Servo Torque

Measurement	US Standard		Metric	
Max Speed	111.85	mph	180	kph
Control Surface Chord (front to back)	1.969	inches	50	mm
Control Surface Length	19.685	inches	500	mm
Control Surface Max Deflection (from center)	30	degrees		
Servo Max Deflection (from center)	45	degrees		
Calculate Servo Torque				
Servo Torque required	38.391	oz-in	27.619	Ncm
Control Deflection at max torque	30	degrees		

clear all values



PredimRC →

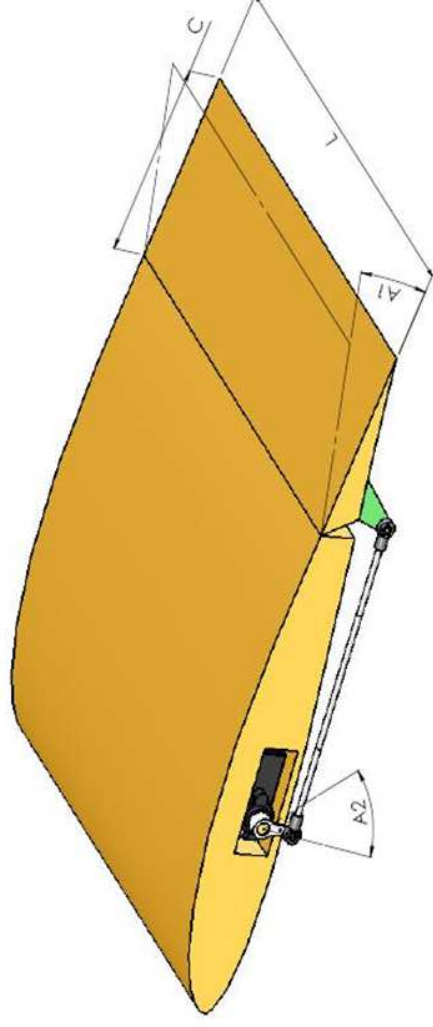
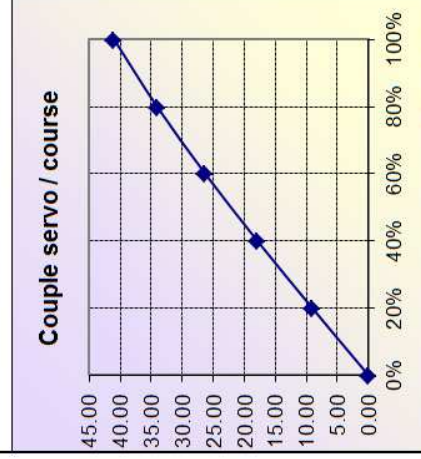
Vitesse standard (km/h)	180			
Profondeur ⚙		Dérive ⚙	Aileron ⚙	Volet ⚙
Corde C_maxi (mm)	50	Corde C_maxi (mm)	50	Corde C_maxi (mm)
Corde C_mini (mm)	50	Corde C_mini (mm)	50	Corde C_mini (mm)
Longueur L (mm)	500	Longueur L (mm)	500	Longueur L (mm)
Angle gouverne A1(°)	30	Angle gouverne A1(°)	30	Angle gouverne A1(°)
--> mm	28.9	--> mm	28.9	--> mm
Angle servo A2(°)	45	Angle servo A2(°)	45	Angle servo A2(°)
Couple max (kg.cm)	4.33	Couple max (kg.cm)	4.33	Couple max (kg.cm)

Avertissement qualité servo

- Pour tenir compte à la fois de la tendance des constructeurs à surévaluer les caractéristiques de leurs servos (vantardise commerciale, Couple de blocage Vs Couple de maintien) et des différents efforts parasites (charnières, commandes), on utilisera un coefficient de sécurité de 2 (inclus dans PredimRC mais pas sur Servo Torque Calculator).
- Pour connaître vraie valeur de couple de servo testé, voir Servomances: <http://www.aeroglide.net/derniere-version-de-servomances/>

Exemple sur un modèle (Swift 4.23m)

Gouvernes classiques



Vitesse standard (km/h) 120

Profondeur		Dérive		Aileron		Voilet	
Corde C_maxi (mm)	100	Corde C_maxi (mm)	200	Corde C_maxi (mm)	60	Corde C_maxi (mm)	60
Corde C_mini (mm)	75	Corde C_mini (mm)	120	Corde C_mini (mm)	60	Corde C_mini (mm)	60
Longueur L (mm)	1015	Longueur L (mm)	425	Longueur L (mm)	1100	Longueur L (mm)	900
Angle gouverne A1(°)	30	Angle gouverne A1(°)	45	Angle gouverne A1(°)	30	Angle gouverne A1(°)	30
--> mm	57.7	--> mm	200.0	--> mm	34.6	--> mm	34.6
Angle servo A2(°)	45	Angle servo A2(°)	45	Angle servo A2(°)	45	Angle servo A2(°)	45
Couple max (kg.cm)	11.97	Couple max (kg.cm)	41.05	Couple max (kg.cm)	6.10	Couple max (kg.cm)	4.99

Conclusions

Il ne reste plus qu'à choisir votre
marque préférée et à vous
envoyer en l'air 😊