

## Centrage & stabilité en images

### Description

## Ou comment illustrer les tenants et les aboutissants du centrage d'un planeur

### Points caractéristiques

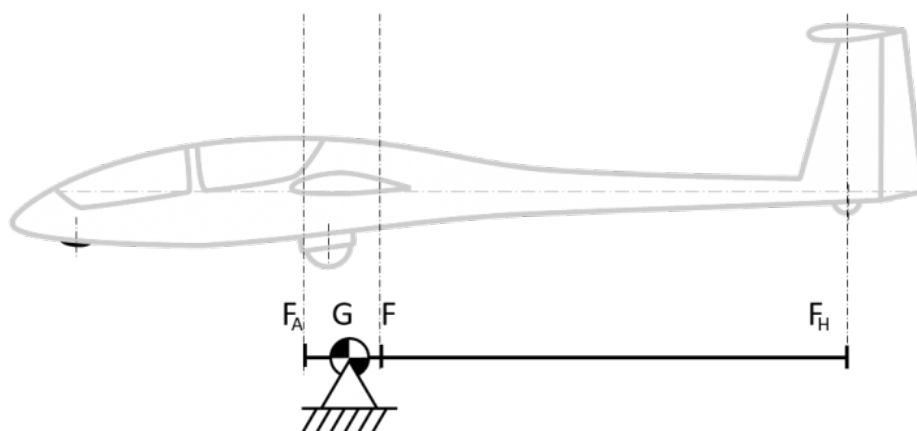


fig.1.- Points caractéristiques

**FA** : Foyer de l'aile (25% CMA aile)

**FH** : Foyer du stab (25% CMA stab)

**F** : foyer planeur = limite centrage arrière théorique

**G** : Centre de Gravité du planeur

Un planeur se comporte comme une balance à plateaux autour de son CG

### Efforts et moments

Planeur à l'équilibre autour de  $G$  = une balance à plateau autour d'un axe passant par le CG avec un ressort de montre à l'articulation représentant le  $Cm_0$  ( $Cm$  zéro)

Une portance ( $Cz$ ) génère un moment au travers du bras de levier par rapport à l'articulation ( $G$ ). L'action d'un « moment pur » ( $Cm_0$ ) correspond à l'action d'un ressort spiralé attaché en  $G$

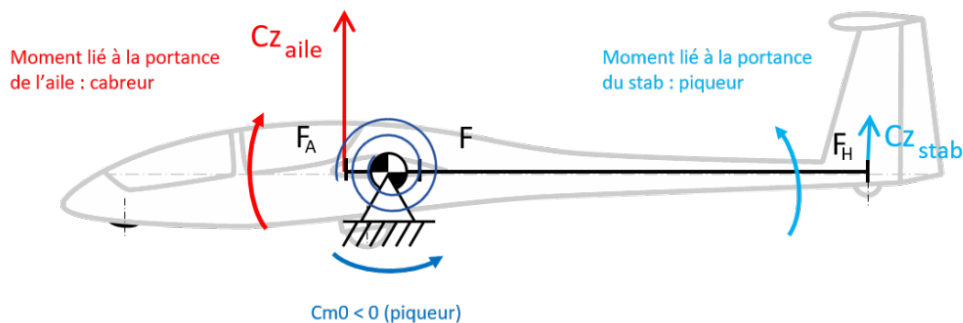


fig.2 – Efforts et moments

**Effet centrage sur l'équilibre du planeur de voltige ( $Cm_0=0$ )**

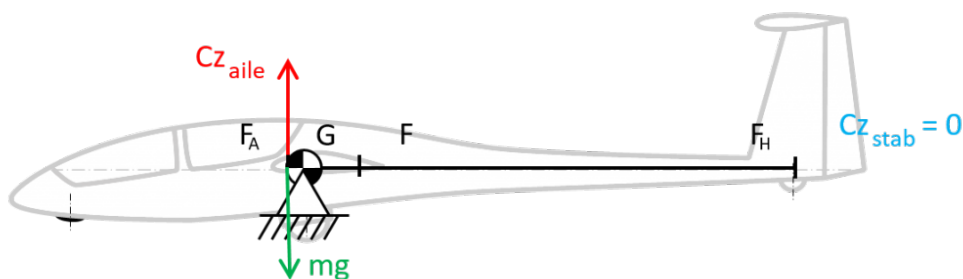


fig.3 – Centrage 25%

**Centrage 25%**

? le stab ne porte pas

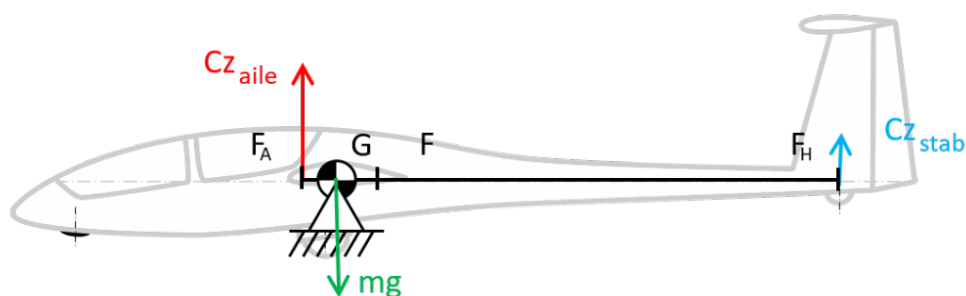


fig.4 – Centrage « classique »

**Centrage « classique »**

? le stab est nécessairement porteur pour contrer le moment cabreur du  $Cz$  aile par rapport au CG

## Effet centrage sur l'équilibre du planeur classique ( $Cm_0 < 0$ )

**Centrage plutôt avant** et/ou  $Cm_0$  fortement négatif

? le stab est déporteur

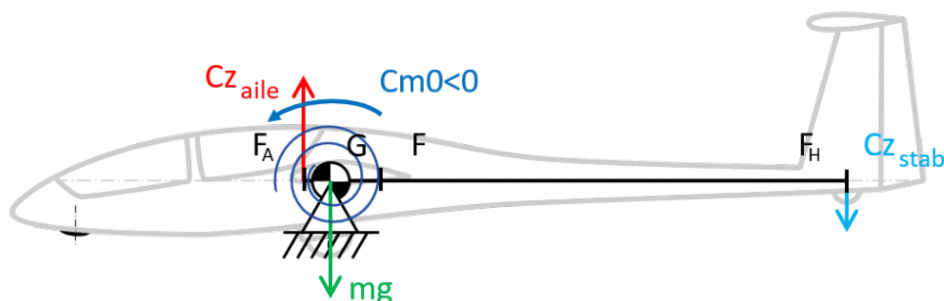


fig.5 – Centrage avant

**Centrage tel que CG au CP de l'aile** (cas très particulier)

? le stab ne porte pas

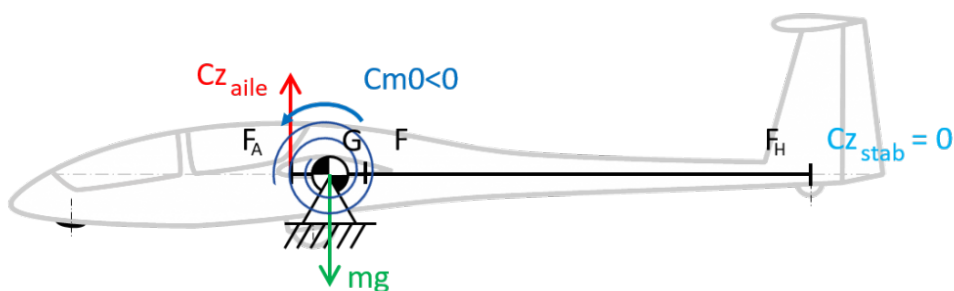


fig.6 – Centrage CG au CP

**Centrage plutôt arrière** et/ou  $Cm_0$  faiblement négatif

? le stab est porteur

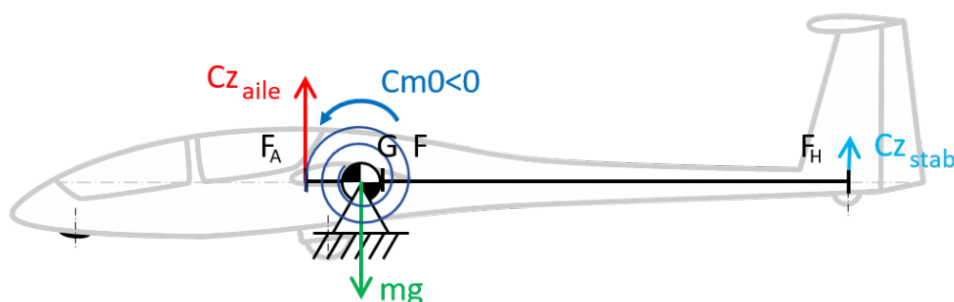


fig.7 – Centrage arrière

## Conclusion sur l'équilibrage

- Equilibrer un planeur, c'est régler la portance du stab pour que le planeur se comporte autour du

CG comme une balance équilibrée qui aurait un ressort spiralé à l'articulation.  
 ?Cela correspond à régler le calage et/ou le trim

- Selon le centrage ET le  $C_{m0}$ , tout est possible.

Le stab peut être

- porteur
- déporteur
- éventuellement neutre (situation particulière)

## Centrage et stabilité statique

Planeur soumis à une variation d'incidence (rafale par le bas, coup de profondeur)

Vu de loin...

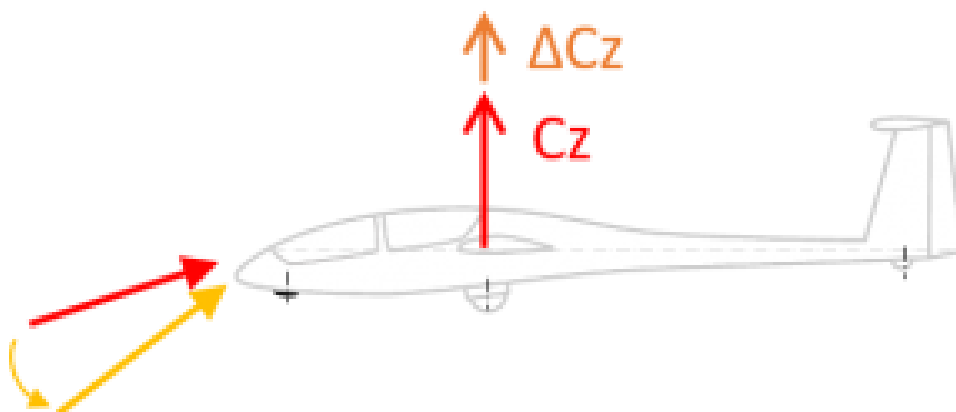


fig.8 – De loin

... la rafale correspond à un incrément de portance  $\Delta C_z$

Vu de près... on peut localiser le point d'application de l'incrément de portance  $\Delta C_z$ .

Le foyer  $F$  est le point du planeur complet où l'incrément de portance  $\Delta C_z$  lié à la variation d'incidence s'applique.

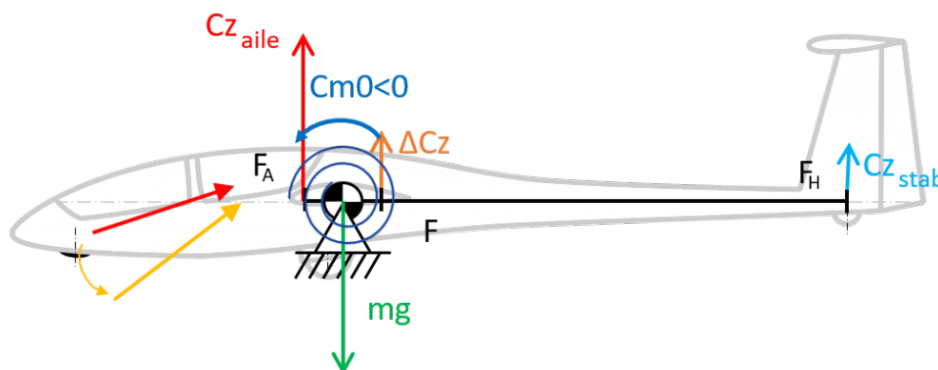


fig.9 – De près

## Effet centrage sur la stabilité statique

Etudier la stabilité, c'est regarder, vu de près, les conséquences de la perturbation d'incidence et du  $\Delta C_z$  sur l'équilibre initial.

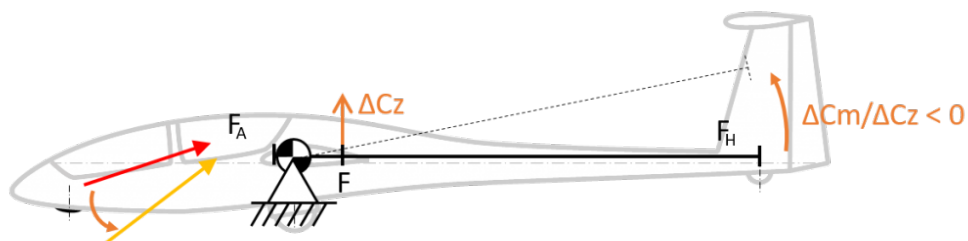


fig.10 – Centrage devant le foyer

### Centrage devant le foyer F :

$\Delta C_z$  ramène le nez du planeur dans le lit du nouveau vent (effet girouette)

? **STABLE**

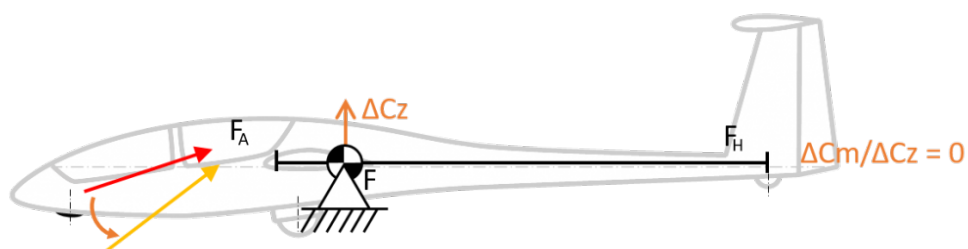


fig.11 – Centrage sur le foyer

### Centrage sur le foyer F :

$\Delta C_z$  n'a aucun effet

? **INDIFFERENT**

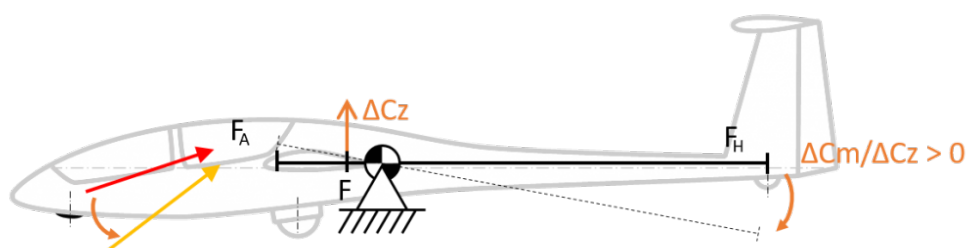


fig.12 – Centrage derrière le foyer

### Centrage derrière le foyer F :

$\Delta C_z$  écarte le nez du planeur du lit du nouveau vent

? **INSTABLE**

## Conclusions sur la stabilité statique

- La stabilité ne se discute que si, et seulement si, le planeur est équilibré.
- Étudier la stabilité, c'est étudier si le planeur tend à revenir vers sa position d'équilibre après une perturbation.
  - ? Planeur stable = girouette autour de son CG (nez vers le vent)
- La question de la stabilité se résume à la position relative du CG par rapport au foyer F du planeur
  - ? Foyer = limite arrière théorique de centrage.

## Stabilité & Equilibre en fonction du centrage

### Situation 1 : centrage très avant

1. Equilibrage  
Stab déporteur, et beaucoup déporteur (possibilité de décrocher)
2. Stabilité  
Planeur très stable, et donc peu manoeuvrant

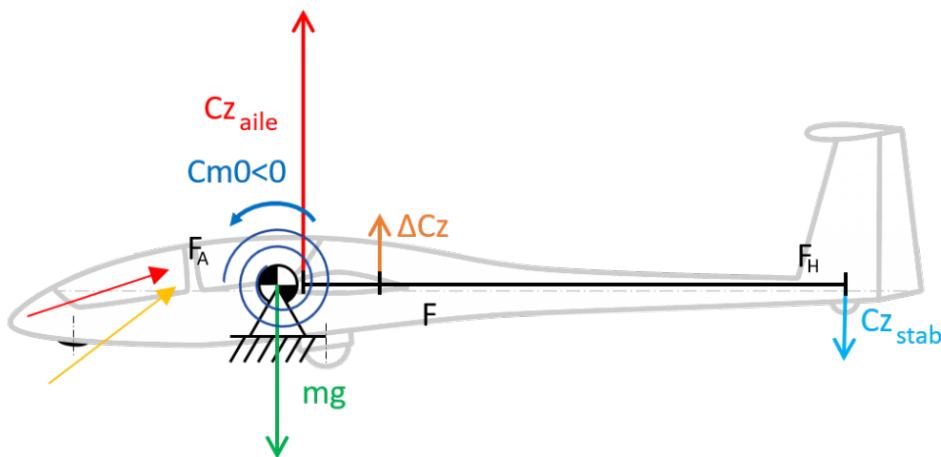


fig.13 – Centrage très avant

### Situation 2 : centrage très arrière

1. Equilibrage  
Stab porteur, et beaucoup porteur
2. Stabilité  
Planeur instable, et donc pas volable

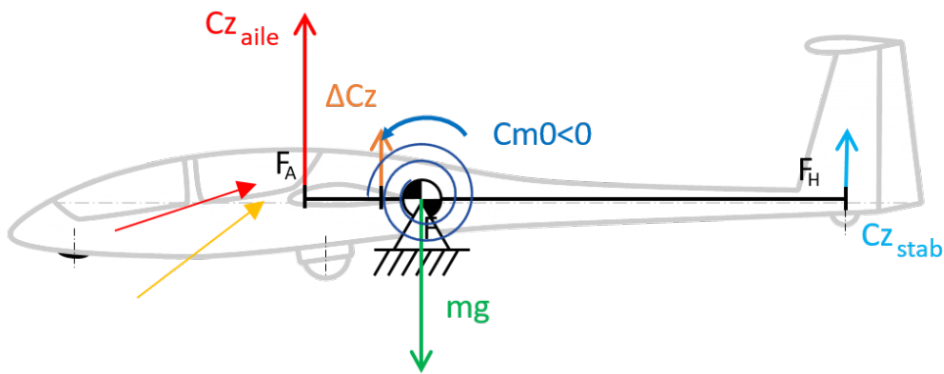


fig.14 – Centrage très arrière

### Situation 3 : centrage « acceptable »

1. Equilibrage  
Stab peu chargé (que cela soit porteur ou déporteur, selon  $Cm_0$ )
2. Stabilité  
Planeur stable, mais suffisamment manoeuvrant

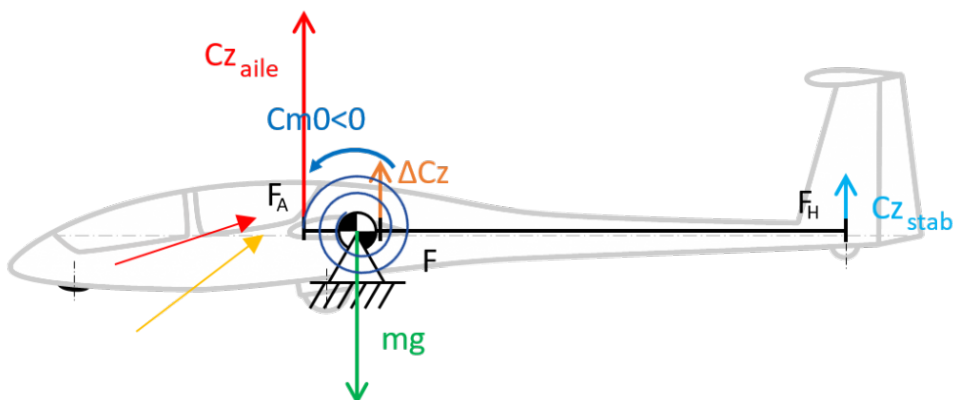


fig.15 – Centrage « acceptable »

## Conclusions

- Pour centrer un planeur, il faut à la fois penser **Equilibrage & Stabilité**
- Il existe une plage assez large de centrage acceptable qui correspond à la situation suivante
  - A l'équilibre, stab peu chargé, que cela soit porteur ou déporteur
  - Planeur stable mais marge statique raisonnable pour un planeur manoeuvrant
- Le critère de centrage exact est un critère de comportement en vol, et pas un critère de performance
  - Dans la plage de centrage acceptable, la finesse varie très peu avec le centrage
  - En revanche, le comportement peut évoluer assez vite avec des petites variations de centrage
- La position exacte du CG dans la plage de centrage acceptable dépend :
  - Du planeur : possibilité de phénomènes aérodynamiques parasites

- 
- Du pilote : goûts en termes de manoeuvrabilité et de comportement

Voilà, j'espère que ce petit laïus vous permettra de mieux appréhender les tenants et aboutissants du centrage. Pas de chiffres, mais plutôt des clés pour comprendre la physique des choses, et analyser les réglages en vol.

*Matthieu Scherrer*

[Tweet](#)