

## Becs et volets



Becs (bord d'attaque)



Volets (bord de fuite)

Ils permettent de voler à basse vitesse pour les besoins de l'atterrissage et du décollage. Pour maintenir la portance constante, la diminution de vitesse est compensée par une augmentation de la **surface alaire** et/ou une augmentation de la courbure (modification de  $C_x$  et  $C_z$ ).

## Aérofrenes / Spoilers



Aérofrenes



Spoilers

Les **aérofrenes** sont des panneaux encastrés dans la voilure ou le fuselage dont la sortie dans l'écoulement de l'air permet d'augmenter la traînée.

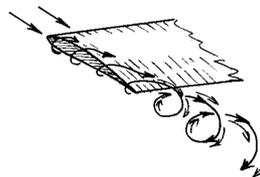
En vol, ils permettent de diminuer la vitesse et d'augmenter le taux de chute. Au sol, ils contribuent au freinage afin de diminuer la longueur de roulement.

Les **spoilers** sont des panneaux d'extrados dont le braquage peut être symétrique en fonction aérofrein ou dissymétrique en fonction gauchissement (réduction de la portance sur l'aile intérieure au virage).

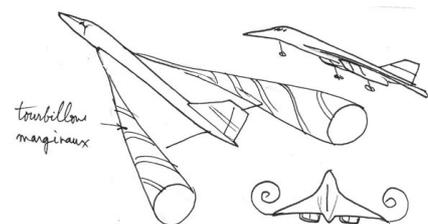
## Winglets - Réduction des tourbillons marginaux :



La **surpression d'intrados** et la **dépression d'extrados** engendrent en bouts d'ailes un mouvement de l'air de l'intrados vers l'extrados.



Cet enroulement intrados/extrados de l'air forme alors les **tourbillons marginaux**, qui génèrent une "**traînée induite**", ainsi qu'une **turbulence de sillage**.



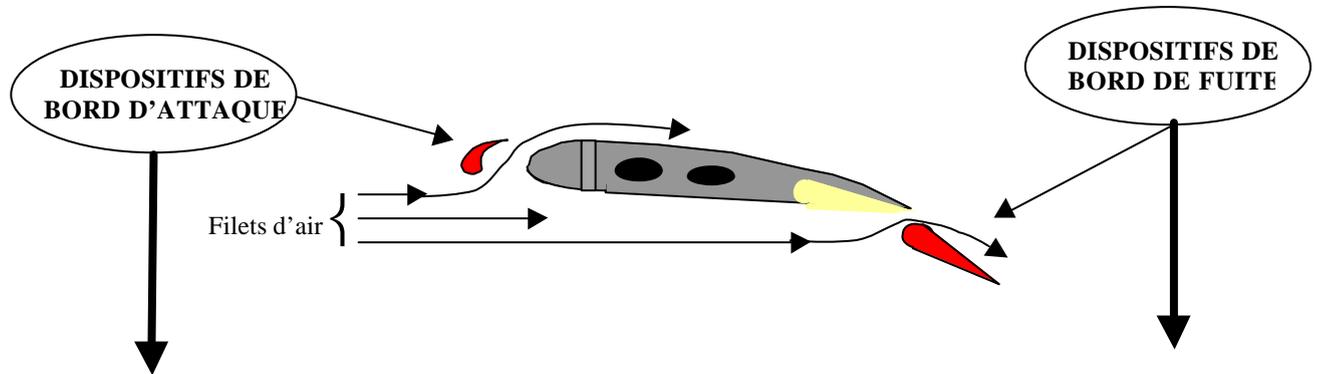
Pour réduire les tourbillons marginaux, on installe en bouts d'ailes des pièces appelées **winglet**.



# DISPOSITIFS HYPERSUSTENTATEURS

*Ils ont pour fonction d'augmenter la portance aux basses vitesses et de diminuer la finesse par augmentation de traînée :*

- a) par augmentation de la surface portante
- b) augmentation de la courbure de l'aile
- c) augmentations simultanées de la surface portante et de la courbure



**1/ Bec fixe :** bec de sécurité, utile à basse vitesse mais présentant une forte traînée à grande vitesse.

**2/ Becs automatiques :** à grande vitesse, ils sont maintenus en configuration lisse (fermé) par la pression dynamique. Ils sortent par gravité à basse vitesse.

**3/ Bec basculant commandé**

**4/ Bec de sécurité à fente :** automatique ou commandé

**5/ Bec HANDLEY-PAGE :** bec alliant basculement (augmentation de courbure) et fente qui assure une meilleure efficacité des ailerons à grande incidence

**6/ Volet Kruger**

**7/ Volet BETZ**

**EFFETS DES DISPOSITIFS DE BORD D'ATTAQUE**

- a) augmentation de  $C_z$  max
- b) augmentation modérée de  $C_x$
- c) augmentation de l'incidence max

**1/ Volet d'intrados :** source d'une traînée importante, il favorise le freinage aérodynamique à l'atterrissage, mais pénalise les performances au décollage et donne lieu à vibrations.

**2/ Volet ZAP**

**3/ Volet de courbure ordinaire**

**4/ Volet de courbure à fente**

**5/ Volet Fowler ordinaire**

**6/ Volet Fowler à fentes multiples**

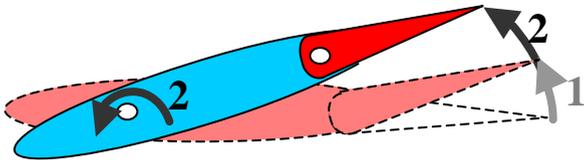
**EFFETS DE DISPOSITIFS DE BORD DE FUITE**

- a) augmentation de  $C_z$  max
- b) forte augmentation de  $C_x$
- c) diminution de l'incidence max

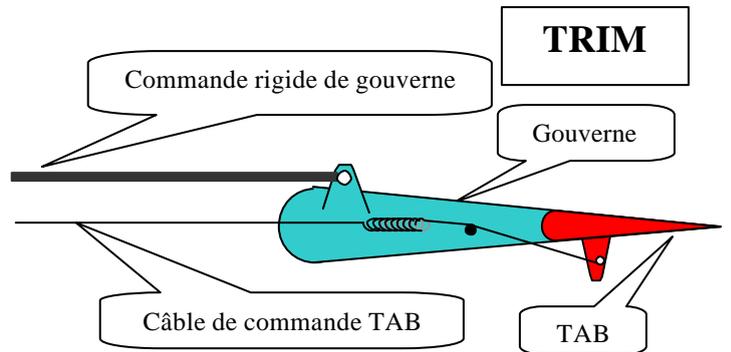
**COMPENSATEURS DE REGIME**

Ils ont pour rôle *d'annuler les efforts du pilote aux commandes lors des vols stabilisés*. Ce sont des organes commandés par le pilote.

**P.H.R. (plan horizontal réglable)**



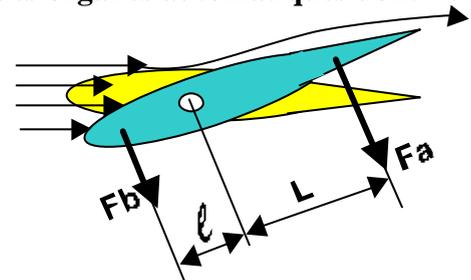
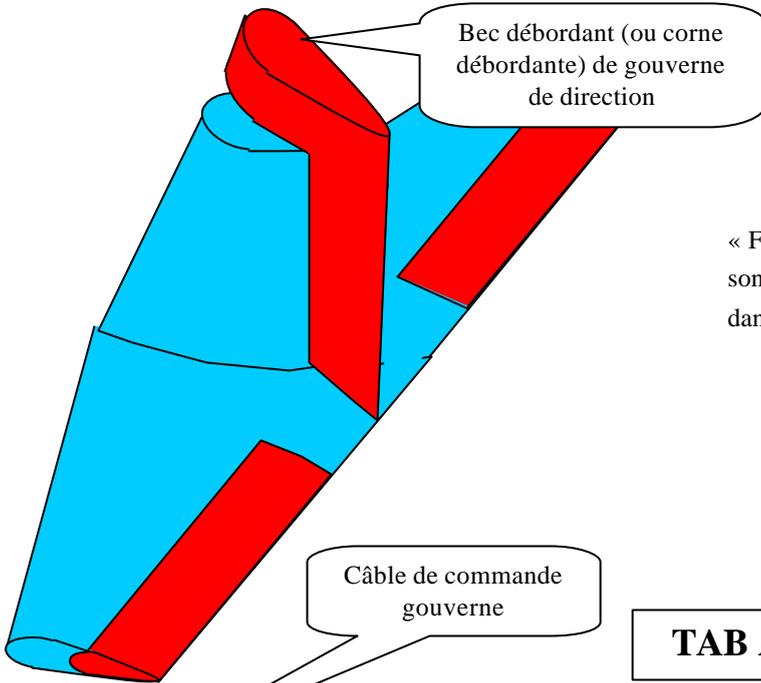
L'évolution est commandée par le braquage gouverne(pointillés). Lorsque l'avion est stabilisé sur la nouvelle trajectoire, un calculateur commande un nouveau calage du plan horizontal réglable(P.H.R.). Ce principe a pour avantage de réduire la traînée.



le trim, ou tab commandé, permet au pilote de régler l'effet de gouverne en fonction du régime de vol stabilisé recherché. (croisière, montée, descente, attitude)

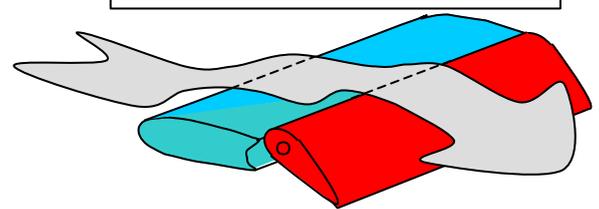
**COMPENSATEURS D'EVOLUTION**

Ils ont pour rôle *de réduire les efforts pilote aux commandes lors des évolutions de l'avion autour de son centre de gravité*. Ce sont des organes automatiques dont l'effet est proportionnel au braquage de la gouverne commandée.

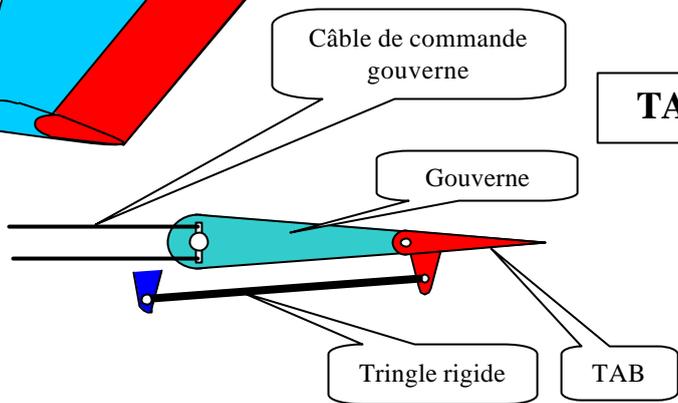


«  $F_a \cdot L$  » est le moment que doit équilibrer le pilote par son effort. «  $F_b \cdot l$  » est le moment assistant le pilote dans son effort

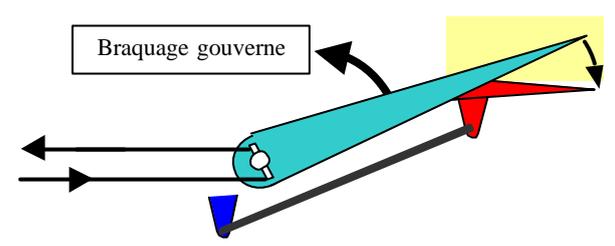
**GOVERNE A AXE DÉPORTÉ**



**TAB AUTOMATIQUE**



**a) Gouverne au neutre**



**b) Gouverne braquée**

# LE FACTEUR DE CHARGE

## Définition

C'est une grandeur qui traduit l'effort appliqué à la **structure** de l'aéronef.

Le **facteur de charge** est le rapport entre la charge totale supportée par la structure d'un appareil et le poids réel de cet appareil.

$$\text{Facteur de charge} = \frac{\text{Poids apparent (gravité + forces d'inertie)}}{\text{Poids réel (gravité)}} = \frac{\text{Portance}}{\text{Poids}}$$

Le nombre obtenu est sans unité mais il s'exprime parfois en « **g** ».

Un avion subit un facteur de charge **positif** quand la portance est orientée dans le sens habituel, vers le « toit » de l'avion, et **négatif** dans le sens contraire.

En vol rectiligne stabilisé sur le dos, par exemple, le facteur de charge vaut **-1**.

La plupart des avions légers peuvent supporter des facteurs de charge de +4 à -2. Les avions de **voltige** sont certifiés pour des facteurs de charge de +6 à -4.

Ces valeurs sont des limites, qui figurent dans le manuel de vol de chaque avion, et au-delà desquelles risquent d'apparaître des déformations permanentes sur la structure de l'avion, voire une rupture de pièces essentielles telles que le longeron.



Le **pilote** et ses passagers subissent le même facteur de charge que l'avion lors d'une évolution.

- facteur de charge **supérieur à 1** : sensation de **tassement**
- facteur de charge **proche de 0** : sensation d'**apesanteur**
- facteur de charge **négatif** : sensation d'être **projeté vers le haut**

## Facteur de charge et vitesse de décrochage

La **vitesse de décrochage** évolue selon la **racine carrée** du facteur de charge.

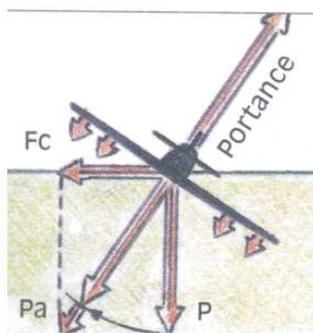
Par exemple, un avion qui décroche à 100 km/h sous 1g, décrochera vers 200 km/h sous 4g.

## Facteur de charge en palier

La portance est égale au poids : le facteur de charge est de **1**.

## Facteur de charge en montée / descente

La portance est inférieure au poids : le facteur de charge est **< 1**



Fc : force centrifuge  
Pa : poids apparent

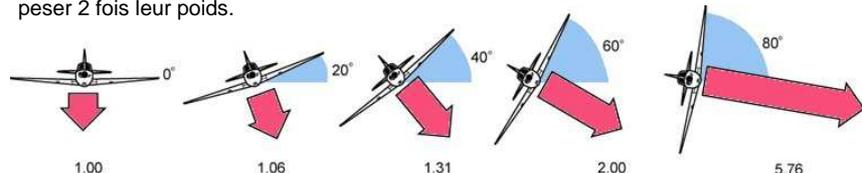
## Facteur de charge en virage

La portance doit augmenter pour maintenir le vol en palier.

Le facteur de charge en virage **augmente avec l'inclinaison**.

Il est égal à  $\frac{1}{\cos(\text{inclinaison})} > 1$ .

Ex : Lors d'un virage à 60° d'inclinaison, le facteur de charge est égal à 2 : la structure de l'appareil doit supporter deux fois le poids de l'avion, et les occupants ont la sensation de peser 2 fois leur poids.



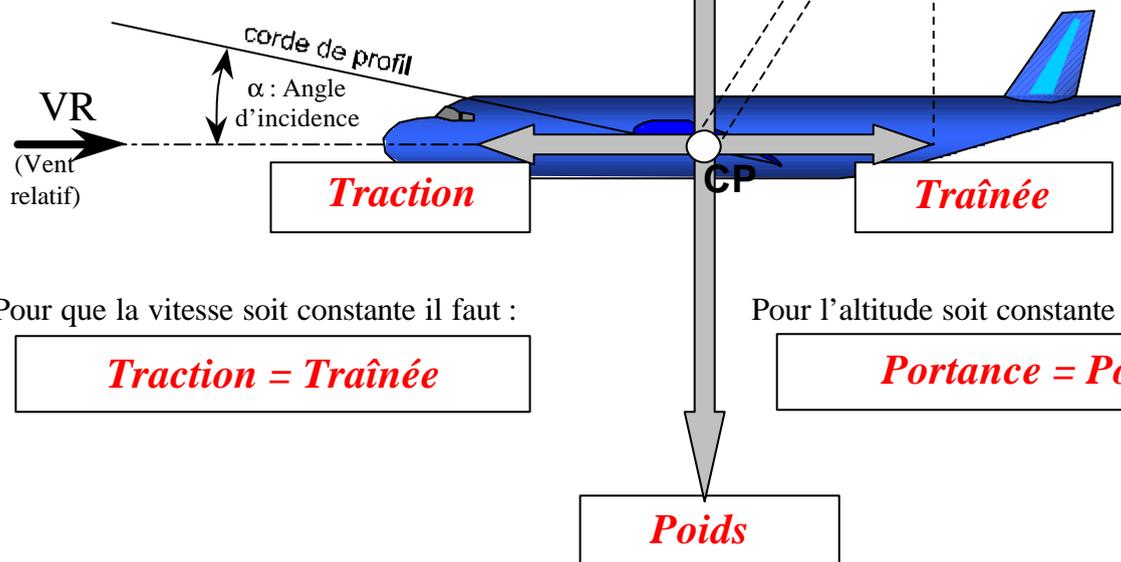
## Facteur de charge en ressource

Dans le cas d'un changement rapide de trajectoire dans le plan vertical, le facteur de charge est d'autant plus important que la **vitesse de l'avion** est grande et que le **rayon de courbure** de la trajectoire est petit.

# VOL EN PALIER STABILISE

## DEFINITION

*Vol horizontal à vitesse et altitude constante*



Pour que la vitesse soit constante il faut :

***Traction = Traînée***

Pour l'altitude soit constante il faut :

***Portance = Poids***

## RELATION VITESSE / INCIDENCE

Si la traction augmente, la vitesse augmente, la portance augmente, l'avion monte

Si l'incidence augmente, la portance augmente, l'avion monte

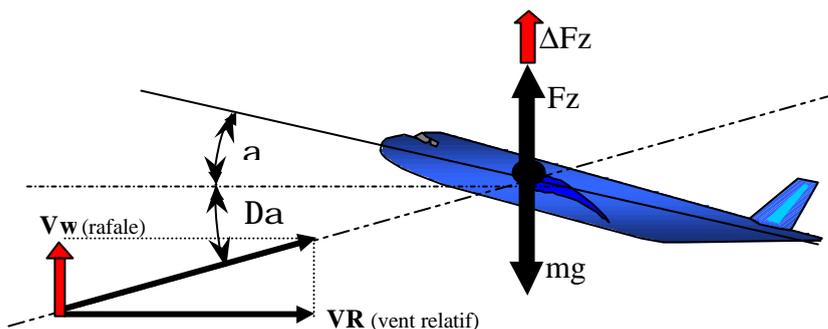
Si la traction diminue, la vitesse diminue, la portance diminue, l'avion descend

Si l'incidence diminue, la portance diminue, l'avion descend

Pour effectuer un vol à altitude constante, il faut :

- si la vitesse augmente : diminuer l'incidence
- si la vitesse diminue : augmenter l'incidence
- si l'incidence augmente : diminuer la traction
- si l'incidence diminue : augmenter la traction

## EFFET D'UNE RAFALE ASCENDANTE ( $V_{wz}$ )



Une rafale ascendante a pour effet d'augmenter l'incidence et par conséquent la portance. Mais si, avant que n'est lieu la rafale, l'avion volait déjà à une incidence proche de l'incidence maximale (vitesse minimale et coefficient de portance maximal) :

***il y a risque de décrochage***