

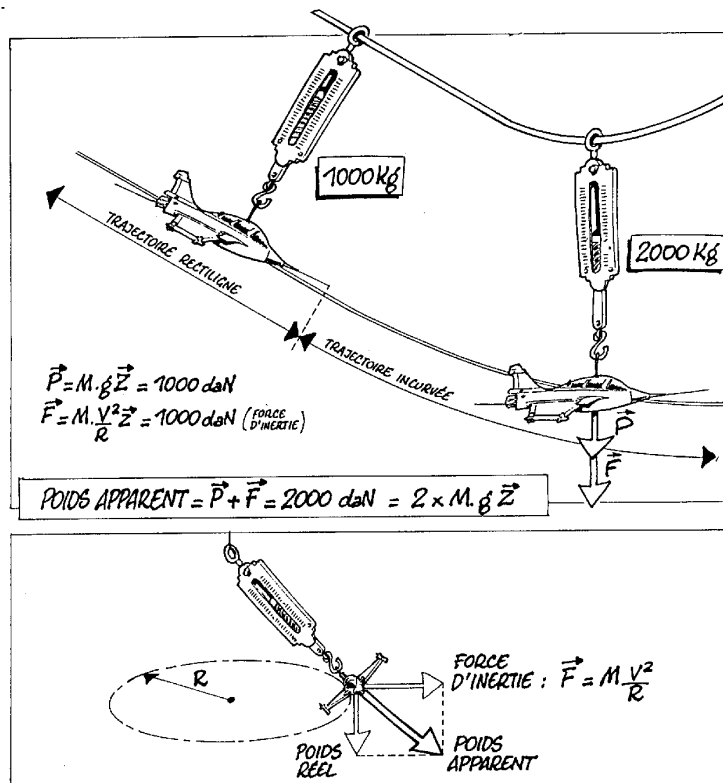
POIDS REEL, POIDS APPARENT - FACTEUR DE CHARGE

La masse d'un avion, comme la position du centre de gravité, dépend de la charge. Cette charge peut elle-même varier au cours du temps :

- de façon continue : le carburant par exemple,
- de façon brutale : largage d'un emport par exemple.

Cette variation de masse et de position du centre de gravité doit être parfaitement connue au préalable et ne doit pas aller au-delà de valeurs qui rendrait l'avion inmaîtrisable. Nous verrons ces conditions lorsque nous aborderons la partie stabilité / instabilité.

Le poids de l'avion correspond à cette masse multipliée par la valeur de l'attraction terrestre locale. Elle est dirigée selon un axe vertical terrestre.



Reprenons l'équilibre précédemment défini. Dès que la trajectoire s'incurve, dans quelque direction que ce soit, ou que l'avion accélère ou freine sur une trajectoire constante, cet équilibre est détruit. La somme des quatre forces n'est plus nulle, elle crée une accélération que subit l'avion selon la formule :

$$\text{Masse} \cdot \vec{\gamma} = \text{Masse} \cdot \vec{g} + \vec{P}_{\text{ortance}} + \vec{T}_{\text{rainée}} + \vec{P}_{\text{oussée}}$$

On peut transformer cette équation en un équilibre, en introduisant la notion de force d'inertie opposée à l'accélération résultante avec :

$$\vec{F}_{\text{inertie}} + \text{Masse} \cdot \vec{g} + \vec{P}_{\text{ortance}} + \vec{T}_{\text{rainée}} + \vec{P}_{\text{oussée}} = \vec{0}$$

Figure 1 : Le facteur de charge

On peut regrouper cette force d'inertie avec le poids et obtenir l'ensemble des forces jouant sur la masse de l'avion. On appelle cet ensemble : poids apparent.

$$\vec{P}_{\text{apparent}} = \vec{F}_{\text{inertie}} + \text{Masse} \cdot \vec{g}$$

on remarque au passage que, comme dans le premier équilibre :

$$\vec{P}_{\text{apparent}} + \vec{P}_{\text{ortance}} + \vec{T}_{\text{rainée}} + \vec{P}_{\text{oussée}} = \vec{0}$$

On désigne par facteur de charge global, le vecteur :

$$\vec{n} = \frac{\vec{P}_{\text{apparent}}}{\text{Masse} \cdot g} = - \frac{\vec{P}_{\text{portance}} + \vec{T}_{\text{trainé}} + \vec{P}_{\text{poussé}}}{\text{Masse} \cdot g} = n_x \cdot \vec{x} + n_y \cdot \vec{y} + n_z \cdot \vec{z}$$

où $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ sont les axes du repère avion (x vers l'avant, y vers la droite et z vers le dessous de l'avion, vers le haut si celui-ci est sur le dos).

Les composantes n_x , n_y et n_z sont appelées, respectivement, facteur de charge longitudinal, latéral et normal. Ils s'expriment en nombre de g.

Ces facteurs de charges opèrent sur l'ensemble de l'avion, y compris les équipements, le carburant, le pilote...

On peut, à titre indicatif, donner quelques valeurs :

dans l'équilibre précédent : $n_x = n_y = 0g$ et $n_z = 1g$

pour le même cas, mais sur le dos : $n_x = n_y = 0g$ et $n_z = -1g$ puisque le poids s'exerce à l'opposé de l'axe z avion.

Pour le pilote non équipé de combinaison anti-g : la résistance au facteur de charge dépend de sa condition physique et de son entraînement. Il supporte mieux les n_z positifs que les n_z négatifs.

On peut calculer les facteurs de charge limites que peut subir le pilote, sachant que le cœur exerce une pression de 20 hPa soit 15 cm de mercure ou 204 cm d'eau (et donc de sang) :

$$\Delta \text{Pression} = \rho_0 \cdot g \cdot h \cdot n_z$$

$$\text{soit } n_z \cdot h = 204$$

ainsi, pour :

- $n_z = 6g$: $h = 34$ cm soit la distance cœur-yeux, ceux-ci ne sont plus irrigués, le pilote ne voit plus, il subit l'effet du "voile noir",
- $n_z = 5g$: voile noir au bout de 5 sec. environ
- $n_z = 6g$: voile noir au bout de 3 sec. environ
- $n_z = 8g$: perte de connaissance au bout de 5 sec. environ
- $n_z = 9g$: cœur exsangue - mort en quelques dizaines de secondes

Cependant, pendant un temps très court (1/10ème de seconde) des troubles peuvent n'apparaître qu'à partir de $n_z = 20g$.

Pour les n_z négatifs, l'afflux du sang au cerveau risque de créer une hémorragie cérébrale, signe annonciateur : "voile rouge".

Autres exemples de facteurs de charges longitudinaux ou latéraux :

- $n_x = 6g$ au catapultage sur un porte-avion,
- $n_x = n_y = 2g$ pour des Formule 1 (2,6g et 3g pour les anciennes F1 à effet de sol).