

Sustentation et Propulsion

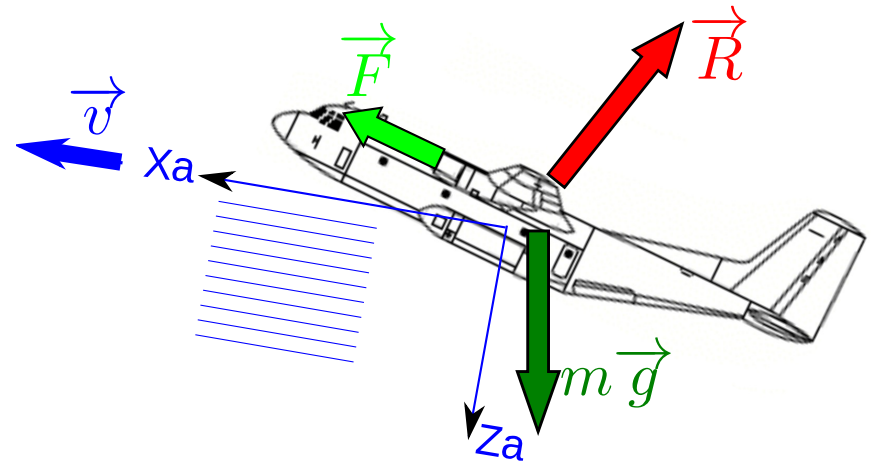
- Bilan des forces
- Facteur de charge
- Équations de **sustentation** et de **propulsion**

Bilan des forces

- Les quatre forces
- Finesse
- Poussée

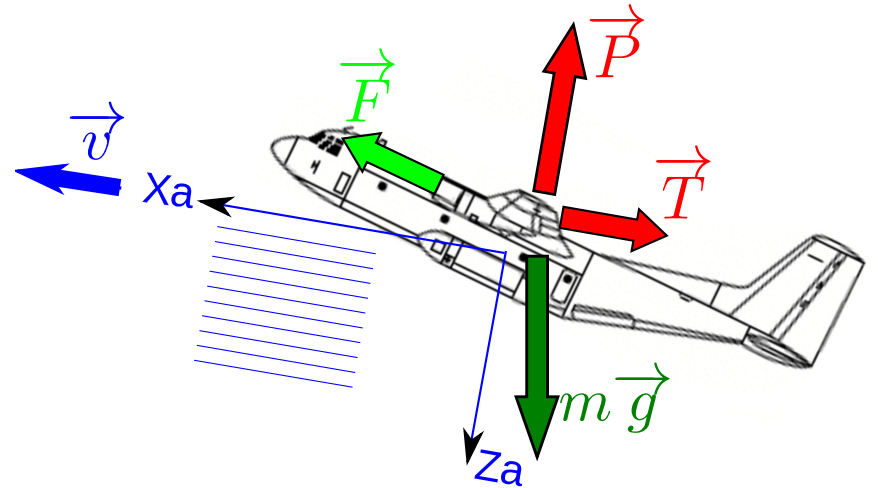
La résultante aérodynamique

- Forces aérodynamiques hors propulsion
- Séparation arbitraire entre \vec{F} et \vec{R}
- Regroupe les forces sur l'ensemble de l'avion
 - Fuselage
 - Ailes
 - Empennages



Les quatres forces

- La portance : \perp vitesse air
- La traînée : \parallel vitesse air
- La poussée
- Le poids



Par définition, le travail de la portance est nul ($\vec{P} \perp \vec{v}$).
 La traînée est responsable des échanges d'énergie avec l'atmosphère

La Finesse

$$\text{finesse} = \frac{\text{Portance}}{\text{Traînée}}$$

- Indique l'efficacité aérodynamique
- Finesse maximum typique :

7	Avion de chasse
12	Avion léger
25	Avion de ligne
60	Planeur de compétition

La poussée



Mirage IV avec fusées JATO (<http://anfas.fr>)

- En général colinéaire au fuselage et à \vec{v} si α est petit
- Parfois composante $\perp \vec{v}$ due à :
 - Incidence α
 - Angle de calage ϵ

Facteur de charge

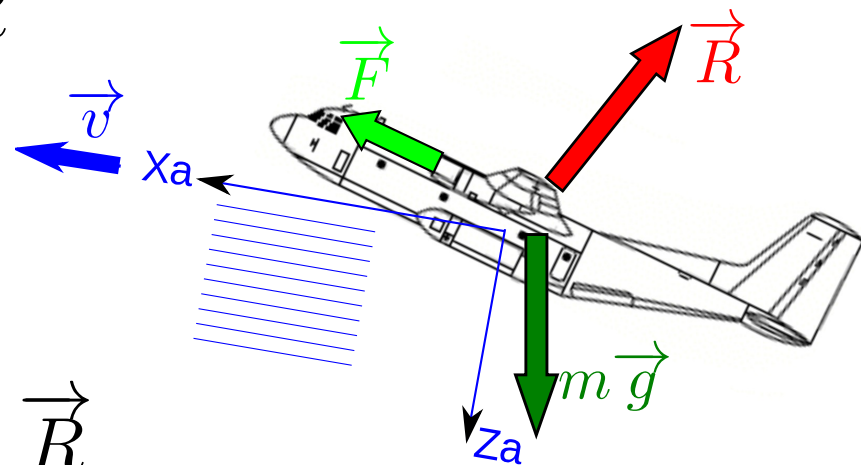
- Principe Fondamental de la Dynamique
- Le vecteur facteur de charge
- Et en pratique

Principe Fondamental de la Dynamique

- Cas général

$$m \underbrace{\frac{d\vec{V}_G}{dt}} = m \vec{g} + \vec{F} + \vec{R}$$

accélération en G



- A l'équilibre

$$\vec{0} = m \vec{g} + \vec{F} + \vec{R}$$

soit

$$-m \vec{g} = \vec{F} + \vec{R}$$

Facteur de charge

$$m \frac{d\vec{V}_G}{dt} = m \vec{g} + \vec{F} + \vec{R}$$

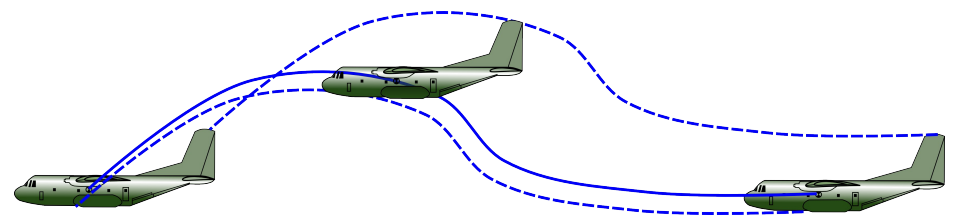
$$-mg \underbrace{\left(\frac{\vec{g}}{g} - \frac{1}{g} \frac{d\vec{V}_G}{dt} \right)}_{\text{facteur de charge}} = \vec{F} + \vec{R}$$

$$\boxed{-mg \vec{n} = \vec{F} + \vec{R}}$$

Mêmes forces extérieures que pour un poids $mg \vec{n}$

Facteur de charge

- Toutes les parties de l'avion
 - Même trajectoire
 - Même vitesse
 - Même accélération
 - Même facteur de charge



- Forces sur chaque sous système équilibrent $mg \vec{n}$

Équations de sustentation et propulsion



- Projection du PFD
- Expression avec facteur de charge
- Cas particulier : le vol en palier

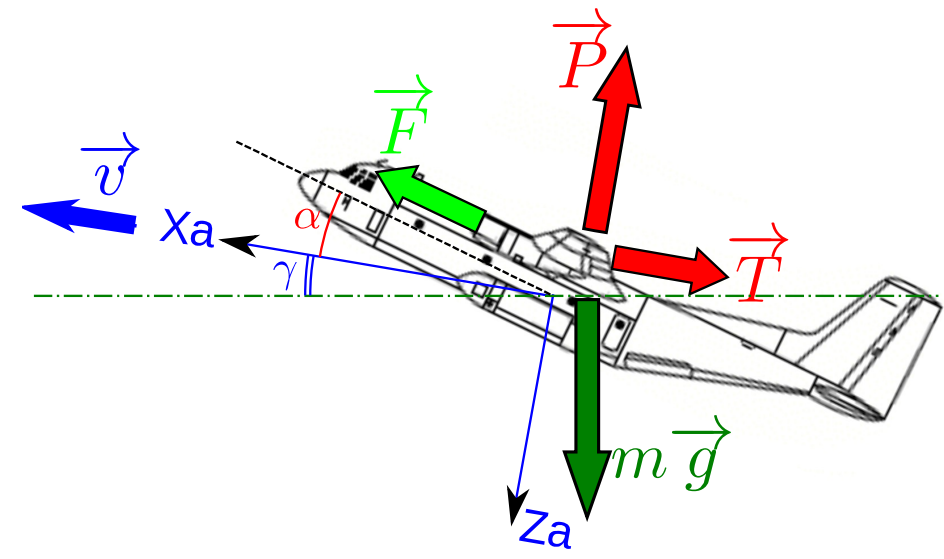
Projection du PFD

- Équation de sustentation
 - Projection selon Z_a

$$m \underbrace{v \frac{d\gamma}{dt}}_{\text{accel. } Z_a} = P - mg \cos(\gamma) + F \sin(\alpha + \epsilon)$$

- Équation de propulsion
 - Projection selon X_a

$$m \underbrace{\frac{dv}{dt}}_{\text{accel. } X_a} = \underbrace{F \cos(\alpha + \epsilon) - T}_{\text{bilan-propulsif}} - \underbrace{mg \sin(\gamma)}_{\text{poids-pente}}$$



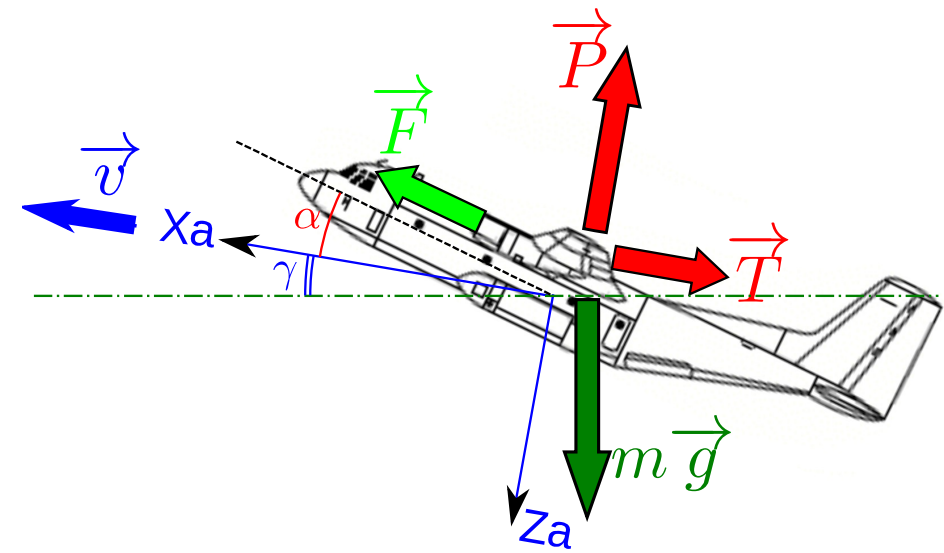
Projection du PFD

- Équation de sustentation
 - Projection selon Z_a

$$mg \, n_{Z_a} = P + F \sin(\alpha + \epsilon)$$

- Équation de propulsion
 - Projection selon X_a

$$m \, g \, n_{X_a} = \underbrace{F \cos(\alpha + \epsilon) - T}_{\text{bilan-propulsif}}$$



Le vol en palier

- Équation de sustentation
 - On suppose que α et ϵ sont très petits

$$0 = P - mg \quad \boxed{P=mg}$$

- Équation de propulsion

- Idem

$$0 = F - T \quad \boxed{F=T}$$

- Finesse

$$f = \frac{P}{T} \quad \text{soit} \quad T = \frac{mg}{f} \quad \text{et donc} \quad \boxed{F = \frac{mg}{f}}$$

