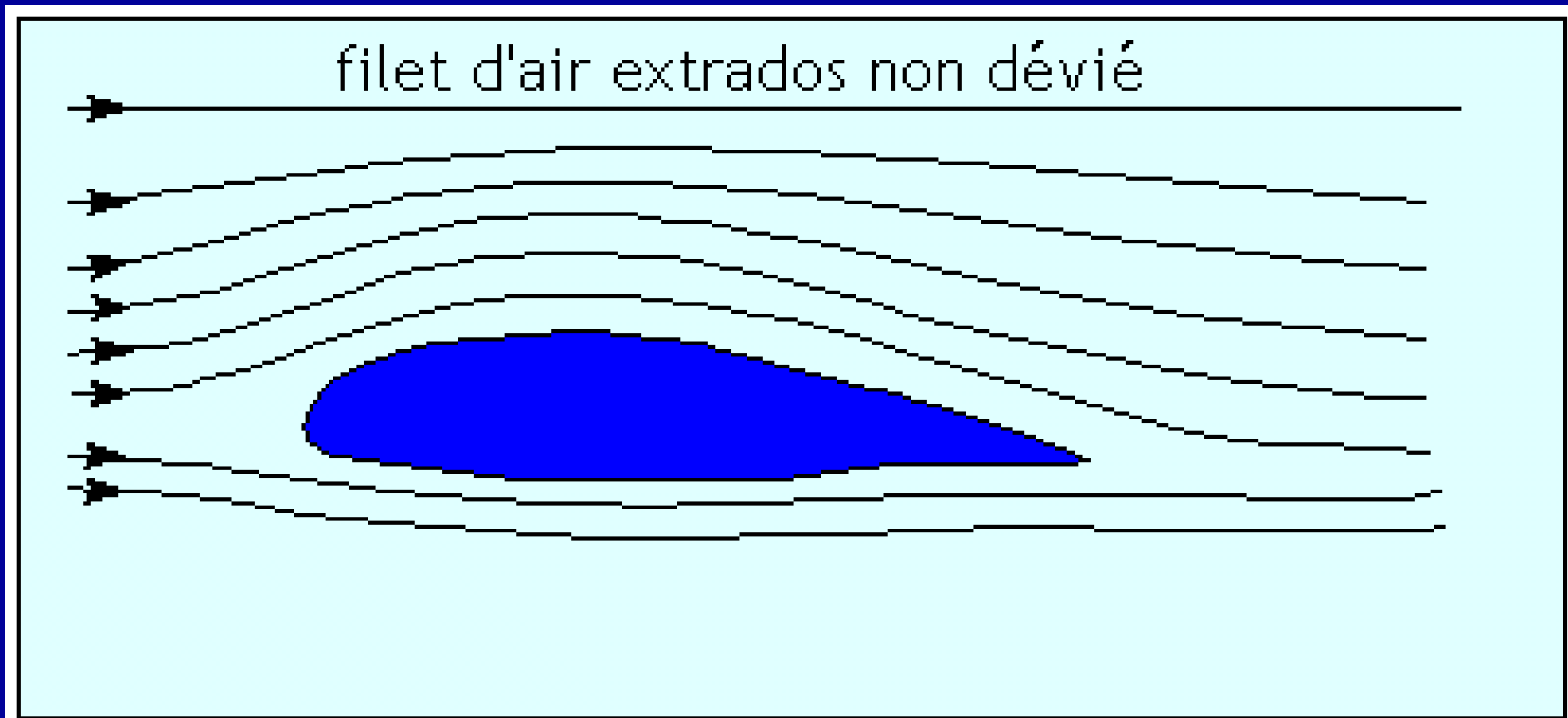


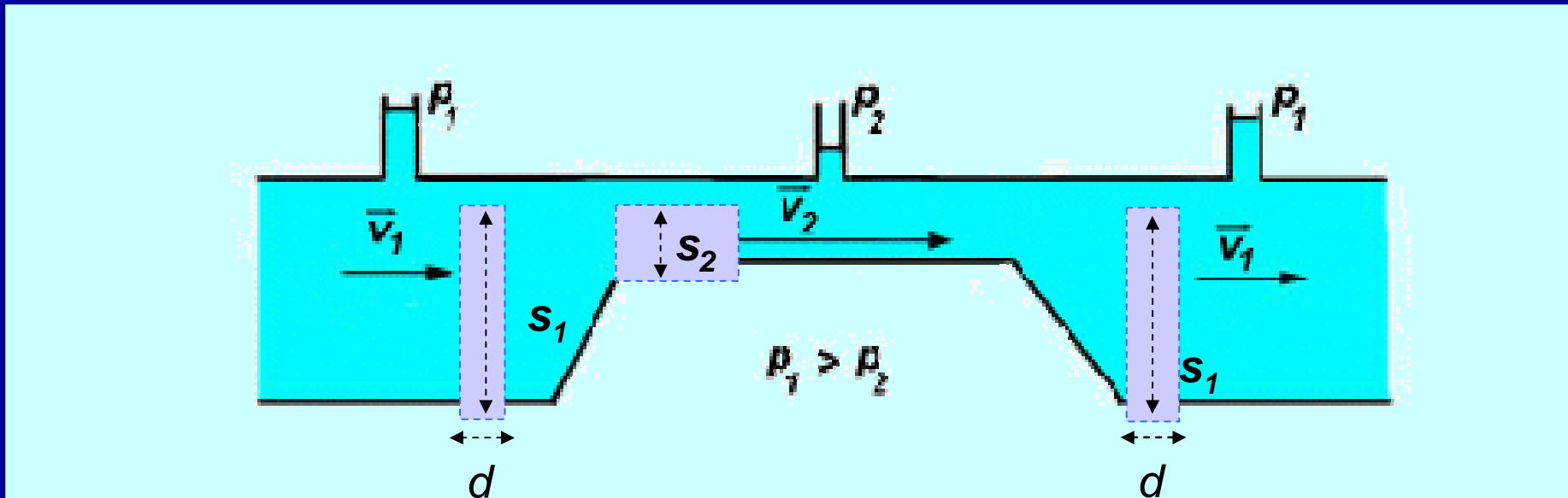
MECANIQUE DU VOL (1)

Quelques rappels d'aérodynamique

- Effet Venturi



• Loi de Bernouilli



dans le fluide :

- la pression diminue quand sa vitesse d'écoulement augmente
- la vitesse d'écoulement augmente à cause de la conservation de la masse déplacée

Débit massique conservé

$$S_1 V_1 \rho = S_2 V_2 \rho$$

- **Principe de la conservation de l'énergie (cinétique + potentielle)**

Si le fluide acquiert de l'énergie cinétique il perd de l'énergie potentielle

Energie cinétique $mV^2 = \rho SdV^2$

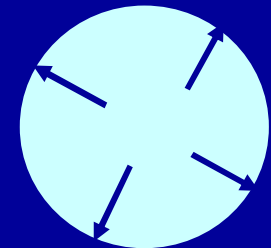
Energie potentielle $mH = \rho SdH$

- Énergie cinétique + énergie potentielle = énergie totale
- Énergie du fluide = Travail de la force de pression exercée sur ce qui l'entoure

➤ Travail = Force x Déplacement

➤ Force = Pression x Surface

Énergie = Pression x Surface x Déplacement



• Principe de la conservation de l'énergie

$$\text{Energie totale } \rho S d V^2 + \rho S d H = \text{Constante}$$

$$\rho S d V^2 + \rho S d H = \text{Pression} \cdot \text{Surface} \cdot \text{Déplacement} = \text{Constante}$$

$$\text{Surface} \cdot \text{Déplacement} = \text{Volume (constant)}$$

$$\text{Pression}_{\text{totale}} = \frac{\text{Energie}_{\text{totale}} \text{ (constante)}}{\text{Volume (constant)}}$$

La Pression totale est une Constante

$$\text{Pression} = \frac{\rho S d V^2 + \rho S d H}{\text{Surface} \cdot \text{Déplacement}}$$

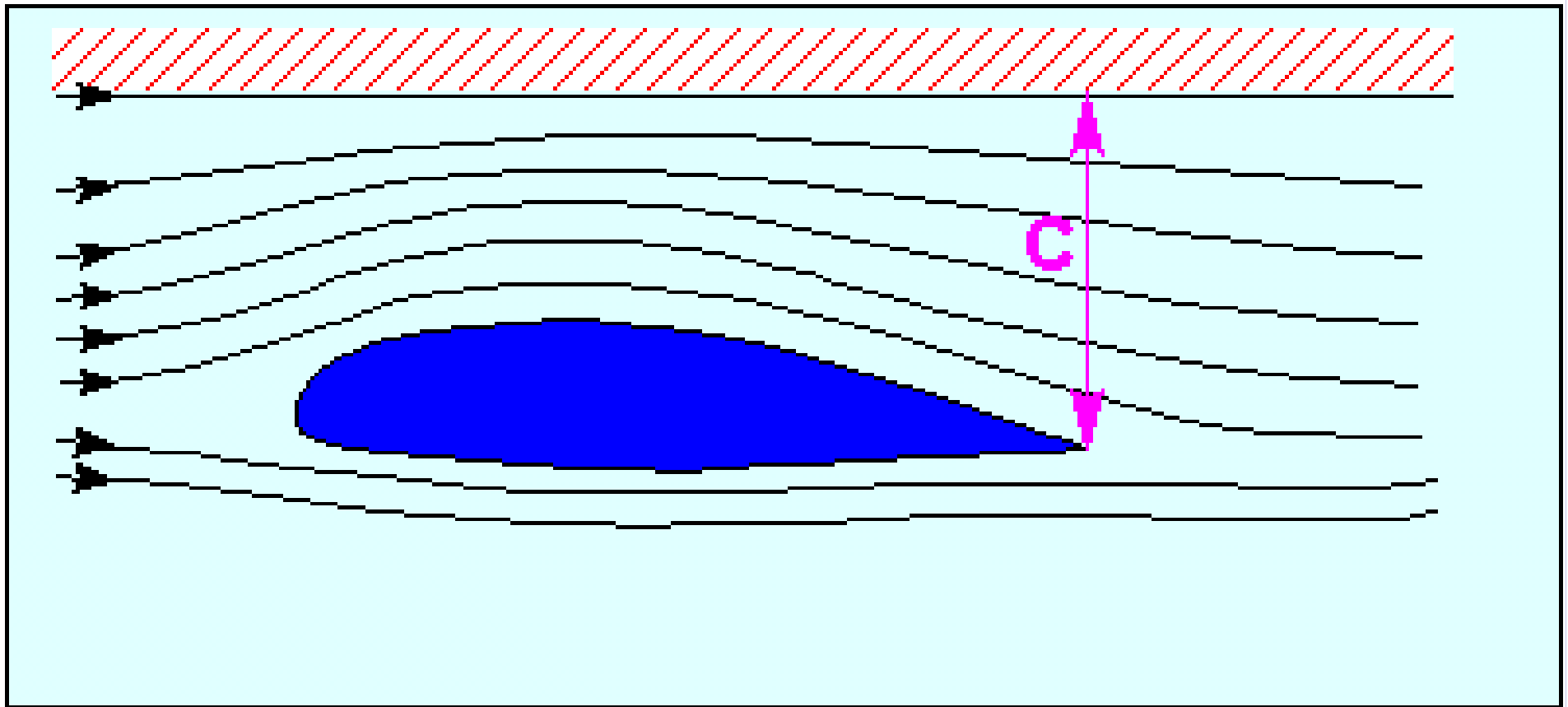
$$\text{Pression} = \frac{\rho S d V^2}{S \cdot d} + \frac{\rho S d H}{S \cdot d}$$

$$P_{\text{totale}} = \rho V^2 + \rho H$$

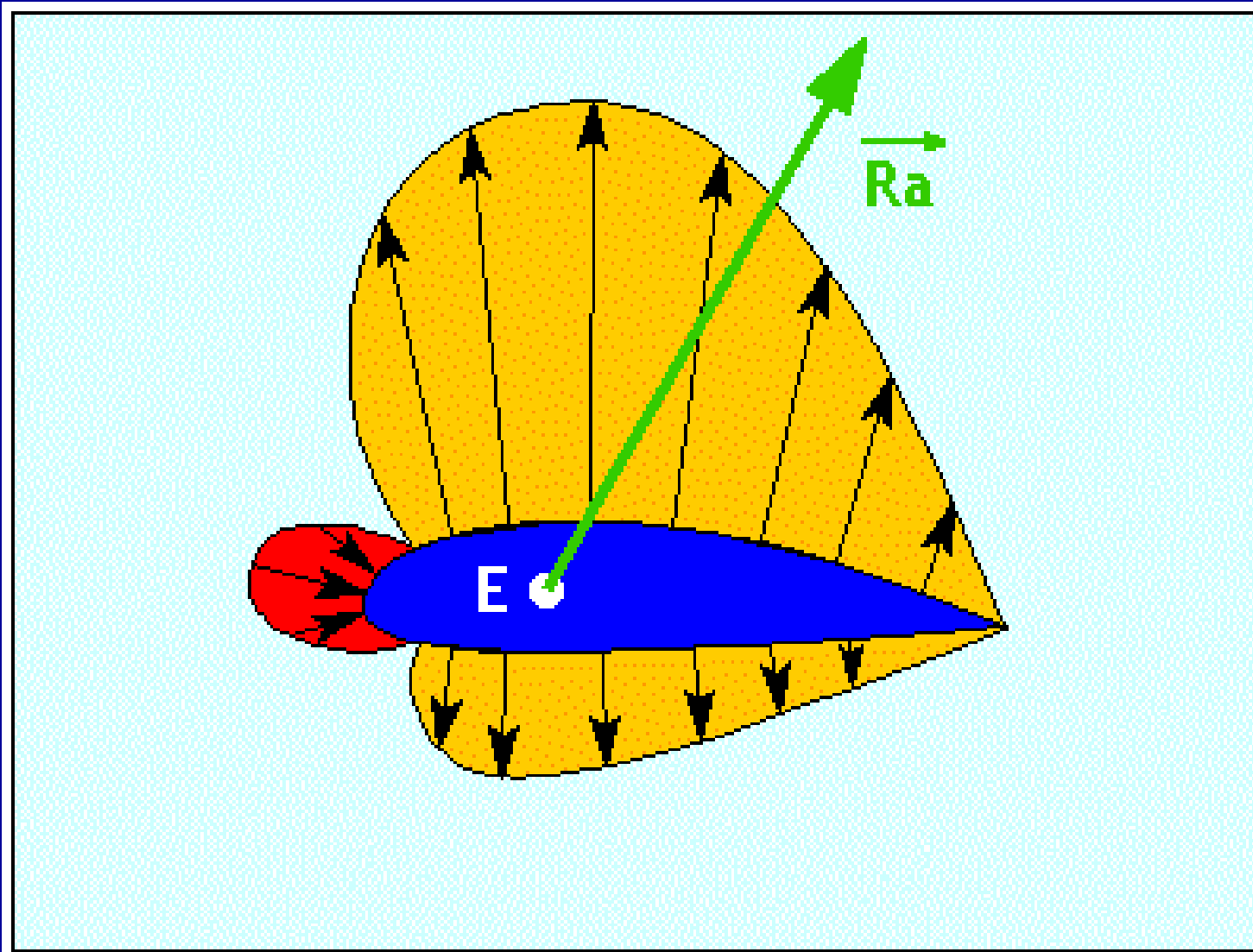
ρV^2 = Pression dynamique

ρH = Pression statique

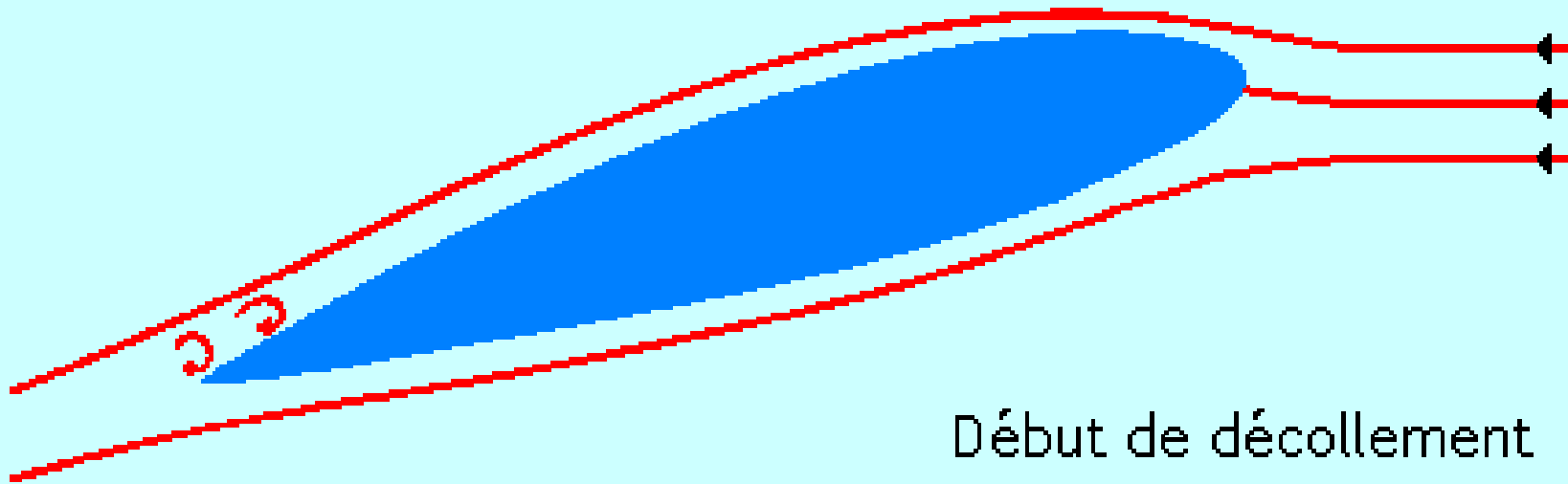
Effet Venturi



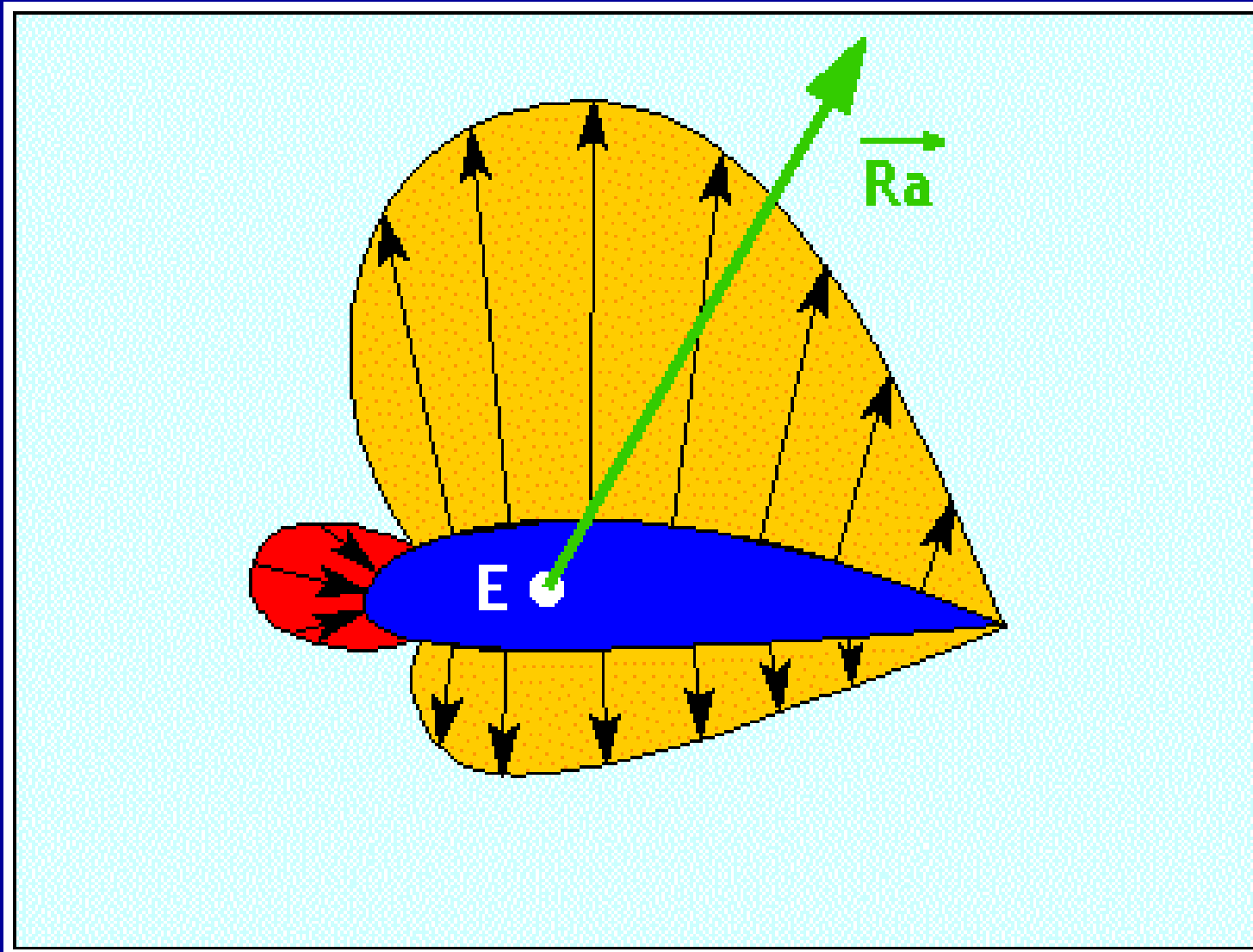
Répartition des pressions autour du profil



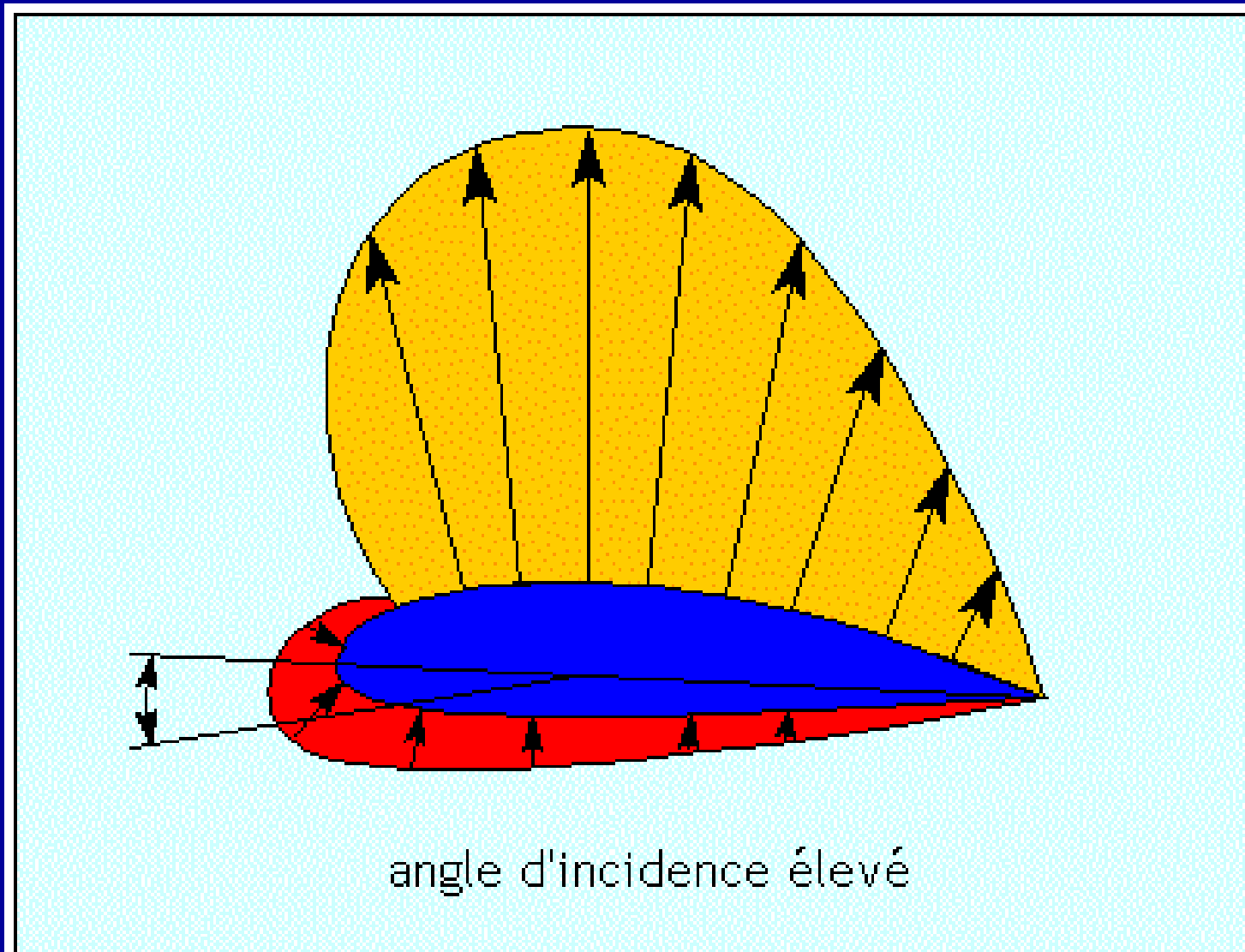
Couche limite



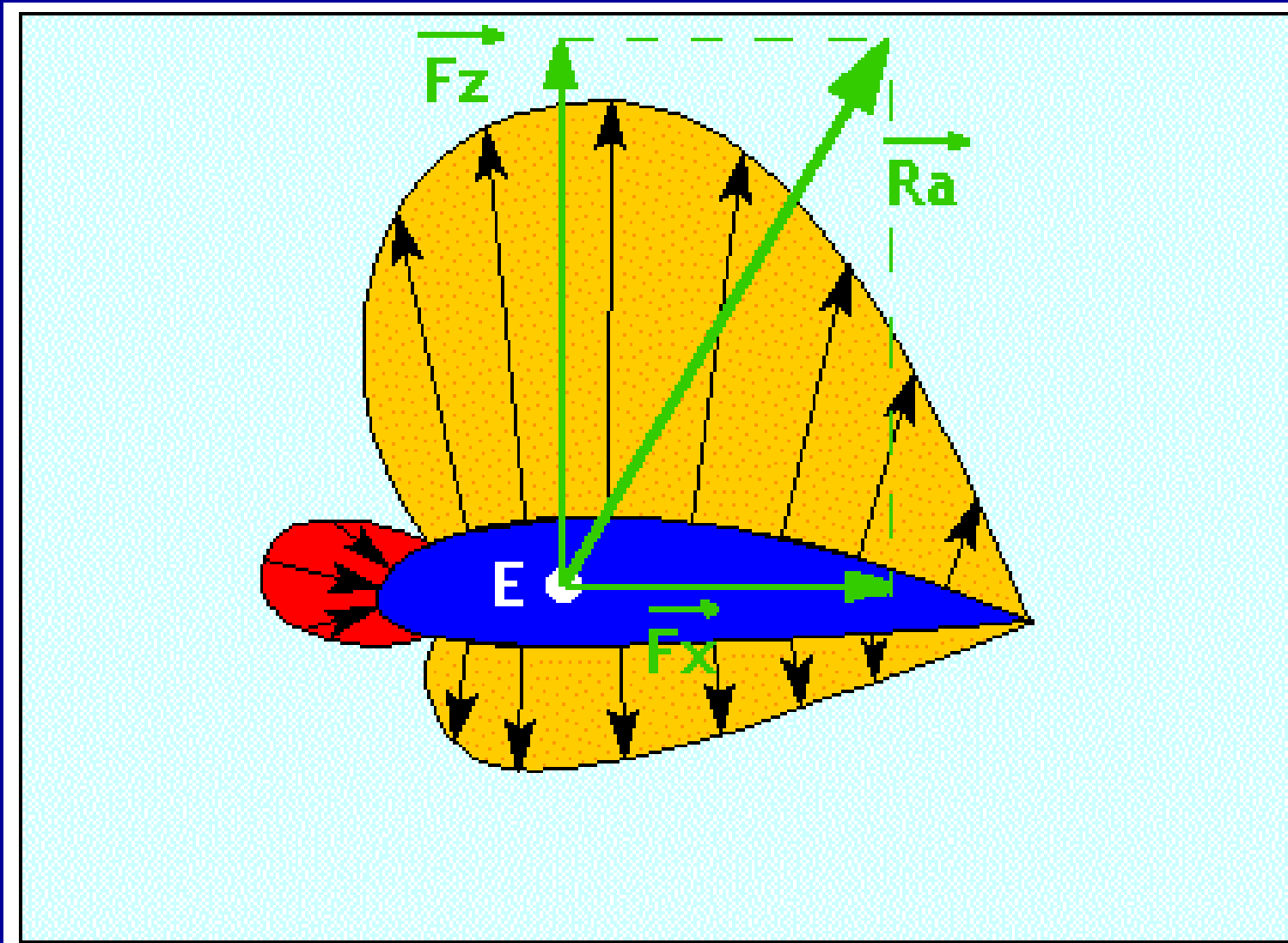
Influence de l'angle d'incidence



Influence de l'angle d'incidence



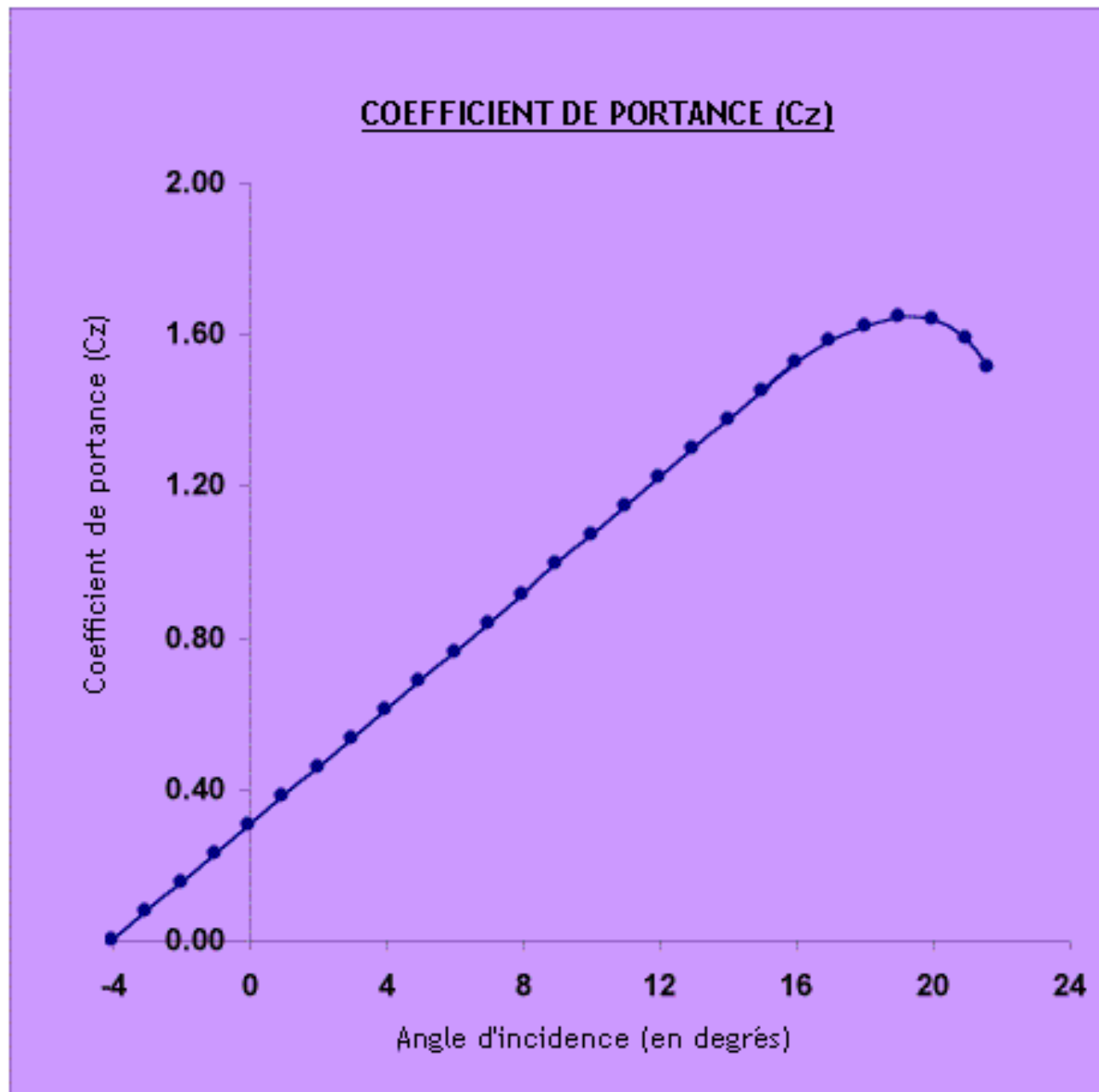
Les forces aérodynamiques



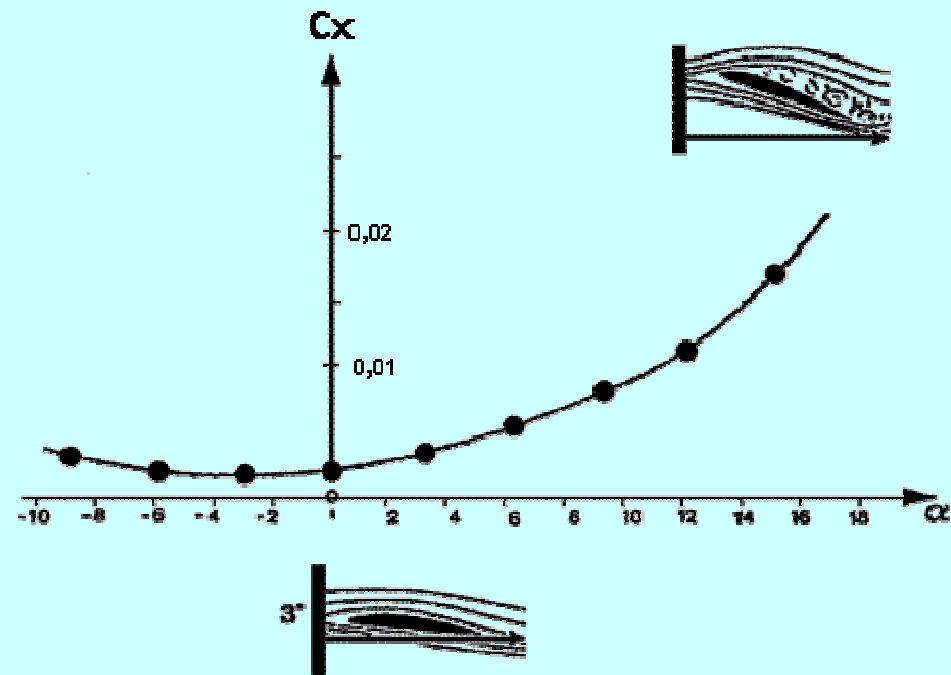
Formules de la Portance et de la Traînée

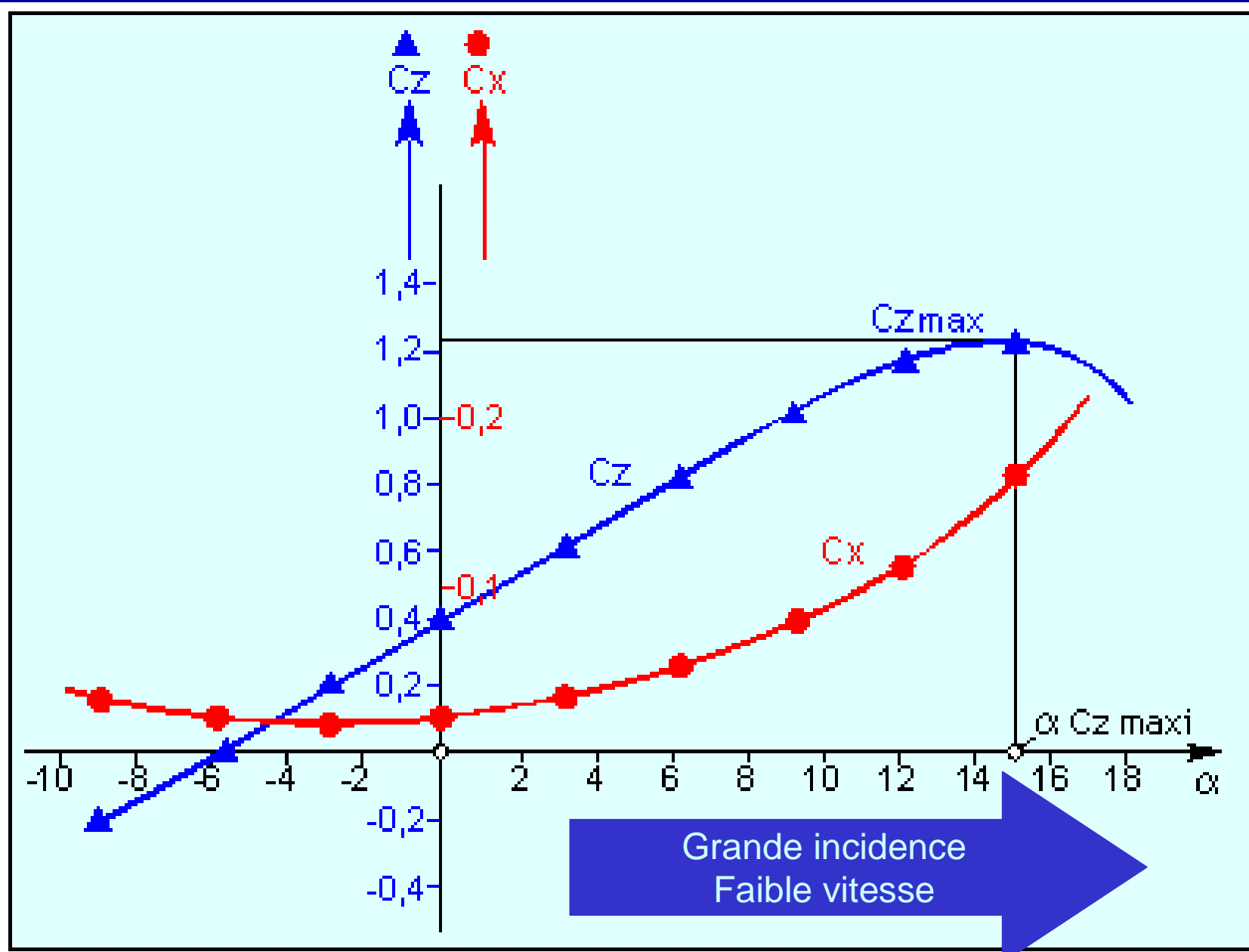
$$F_z = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z$$

$$F_x = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x$$



Coefficient de traînée (C_x)

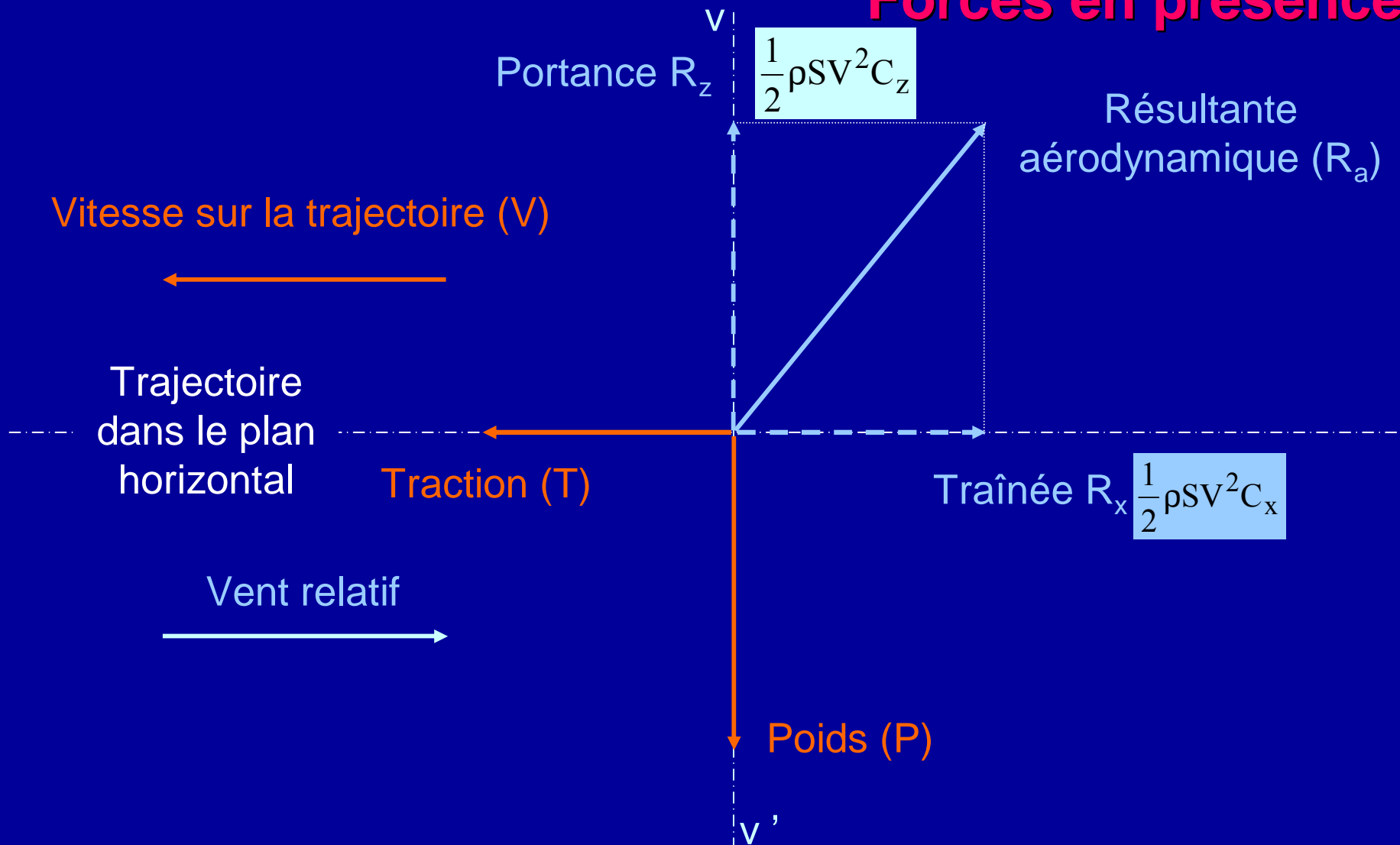




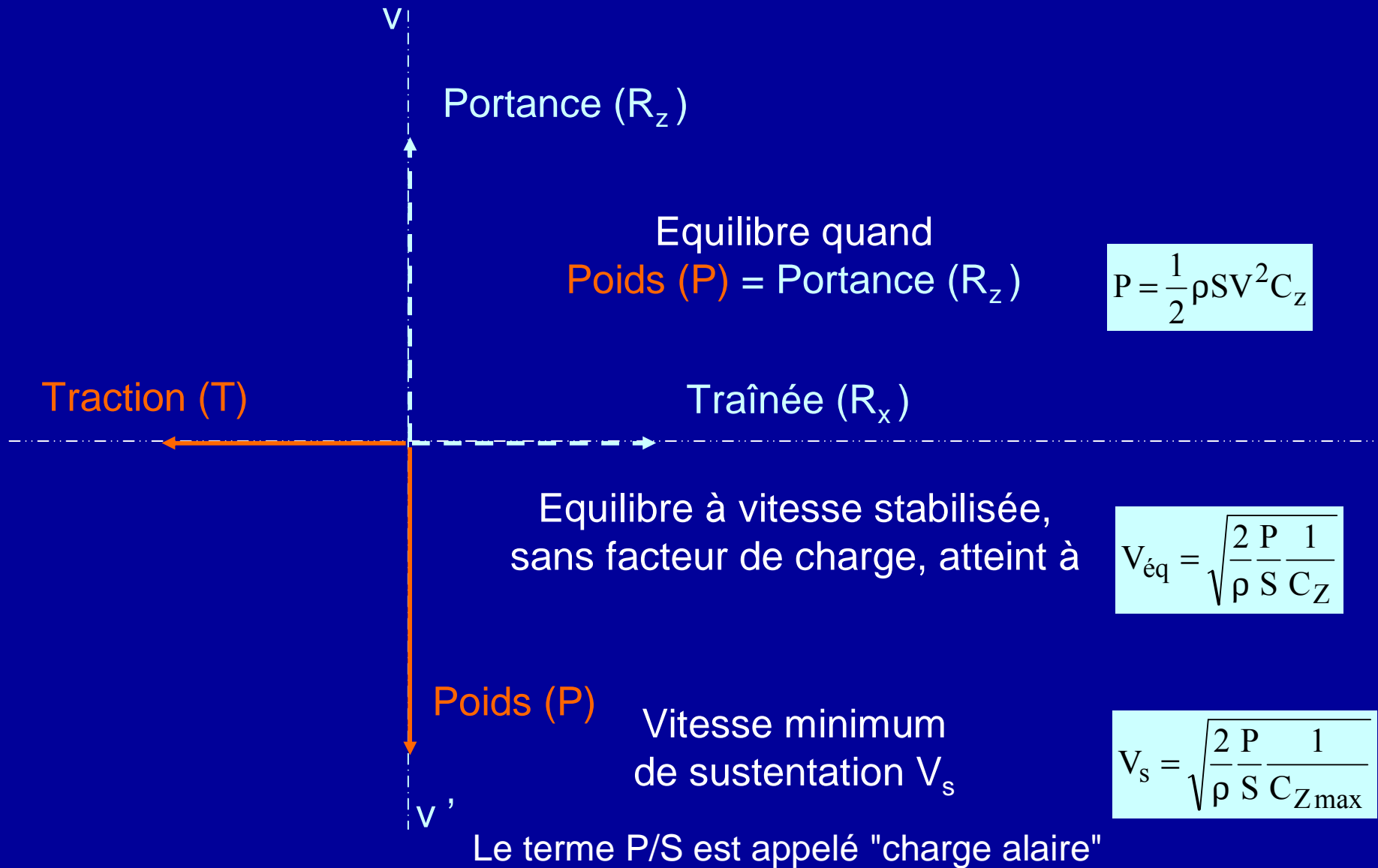
VOL RECTILIGNE EN PALIER

VOL EN PALIER

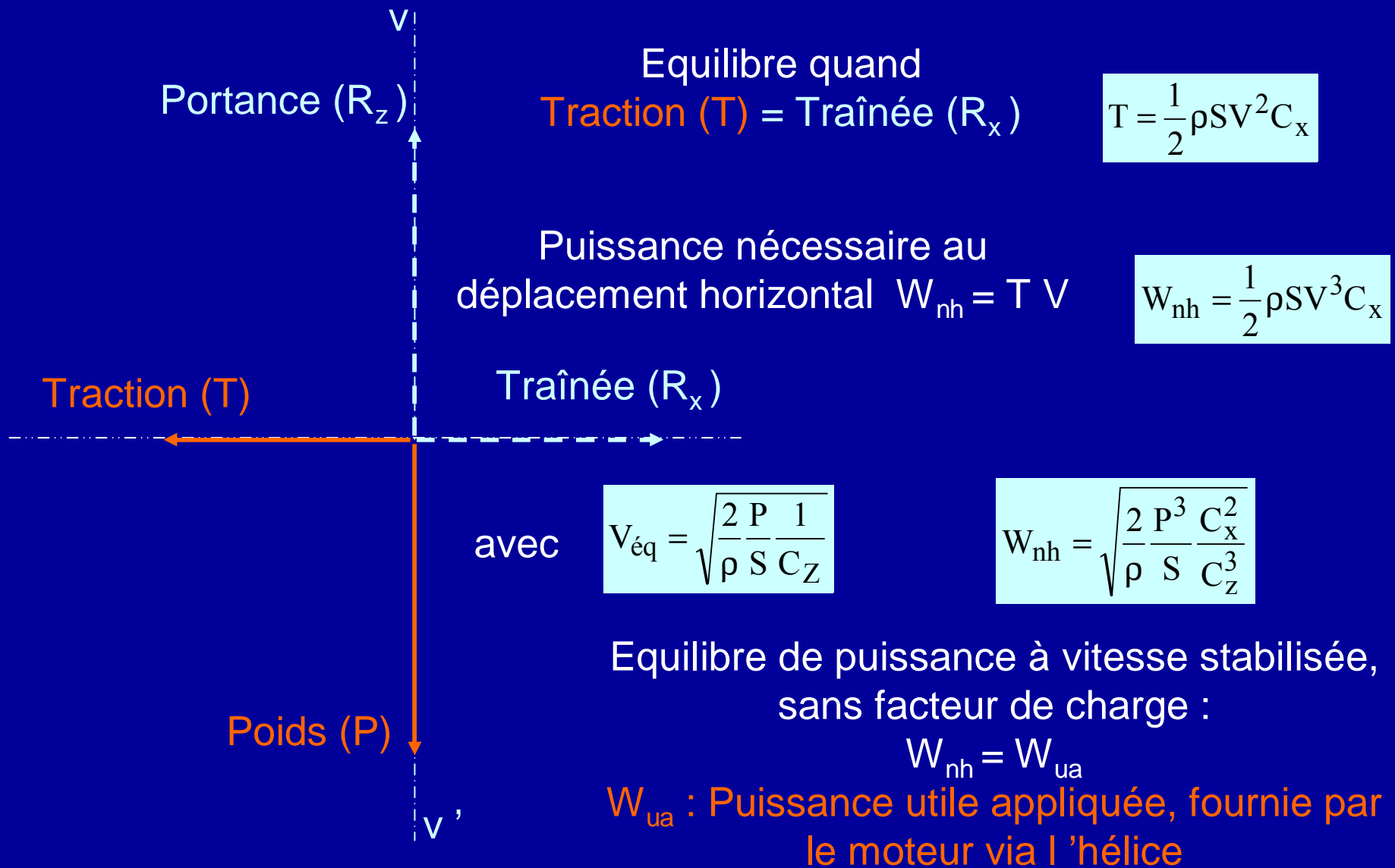
Forces en présence



VOL EN PALIER : équation de sustentation



VOL EN PALIER : équation de propulsion



VOL EN PALIER : autonomie maximum

Autonomie = temps de vol effectué avec l'énergie disponible

$$\text{Puissance} = \frac{\text{Energie}}{\text{Temps}}$$

$$\text{Temps} = \frac{\text{Energie}}{\text{Puissance}}$$

L'énergie disponible à bord est limitée : le temps de vol effectué sera maximum si la puissance nécessaire au vol est minimum

$$W_{nh} = \sqrt{\frac{2 P^3 C_x^2}{\rho S C_z^3}}$$

terme $\frac{2 P^3}{\rho S}$ constant, au délestage près

W_{nh} minimum si $\frac{C_x^2}{C_z^3}$ est minimum ; ce qui est obtenu à la vitesse "plafond"

L'autonomie est maximum en adoptant la vitesse "plafond"

VOL EN PALIER : rayon d'action maximum

Rayon d'action = déplacement effectué avec énergie disponible

L'énergie disponible E_{disp} est consommée pour fournir le travail moteur $T.d$ (travail de la traction T pendant son déplacement d)

$$d = \frac{E_{disp}}{T}$$

Rayon d'action d maximum si T minimum

En palier

$$T = R_x \text{ et } R_z = P$$

$$\text{Finesse } f = \frac{R_z}{R_x}$$

$$R_x = \frac{R_z}{f}$$

$$T = \frac{P}{f}$$

Traction minimum quand la Finesse est maximum.

Rayon d'action maximum en adoptant la vitesse de finesse max.

VOL EN PALIER : quelques données chiffrées

Quelle traction faut-il exercer pour qu'un avion de 1000 kg et de finesse 10 vole à la vitesse de finesse max de 145 kmh?

$$T = \frac{P}{f}$$

$$T_{(\text{Newtons})} = 1000\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \div 10$$

$$T = 981 \text{ Newtons}$$

Quelle puissance faut-il fournir à l'avion dans ce cas ?

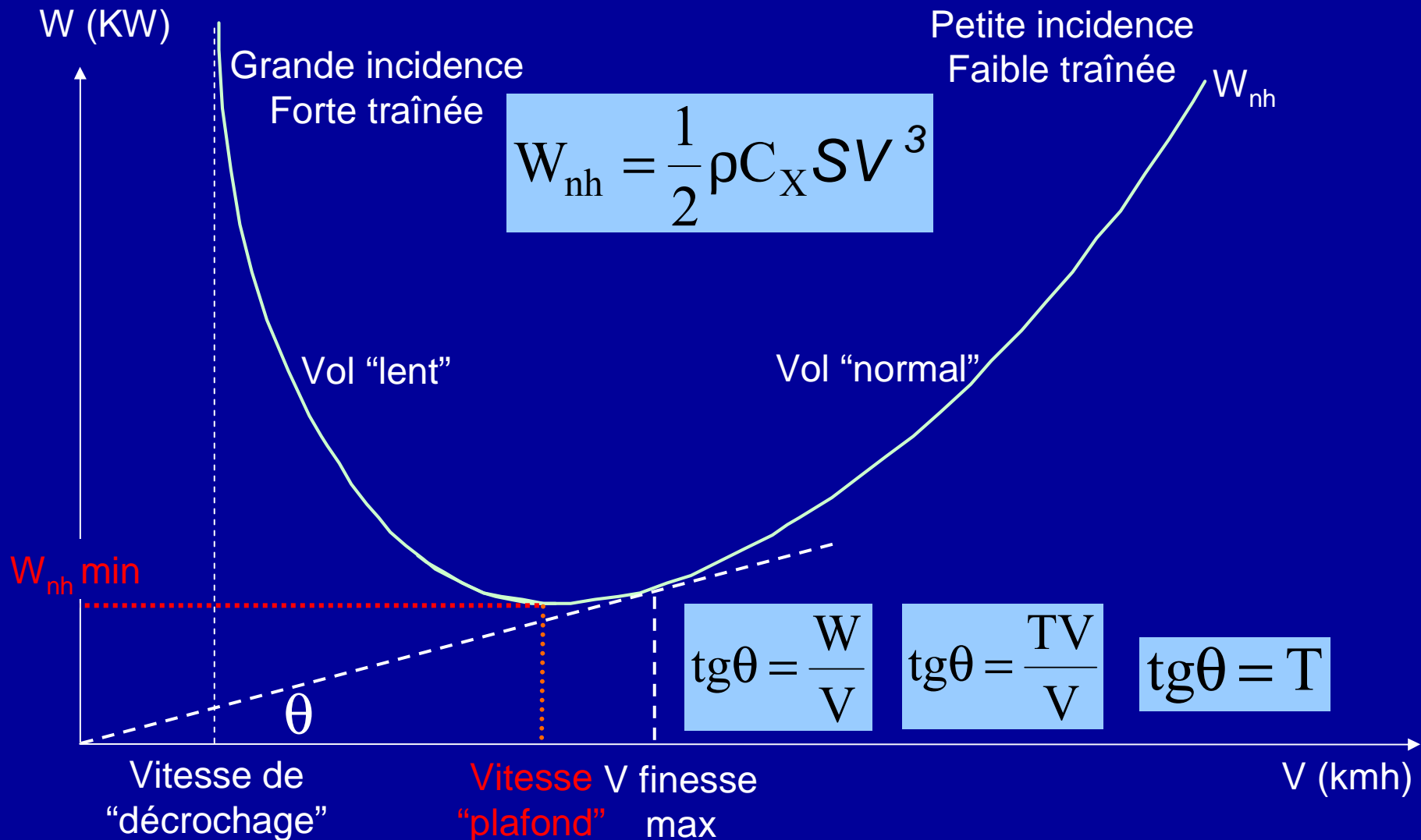
$$W_{nh} = T V$$

$$W_{nh (\text{Watts})} = T_{(\text{Newtons})} V_{(\text{m/s})}$$

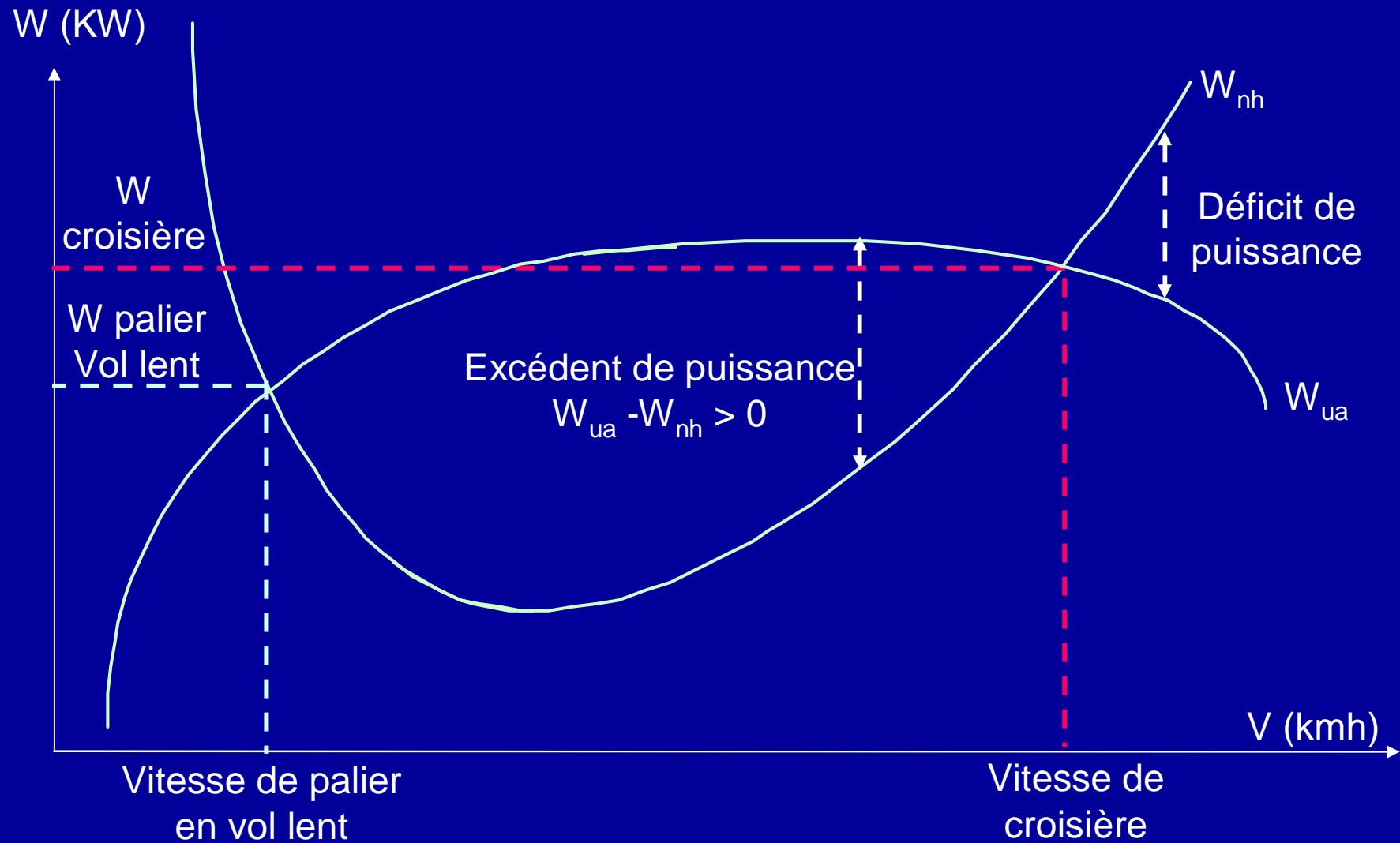
$$W_{nh (\text{Watts})} = 981 \cdot (80_{\text{kts}} \cdot 1/2)_{\text{m/s}}$$

$$W_{nh} = 39,25 \text{ KW} \\ (\text{environ } 53 \text{ CV})$$

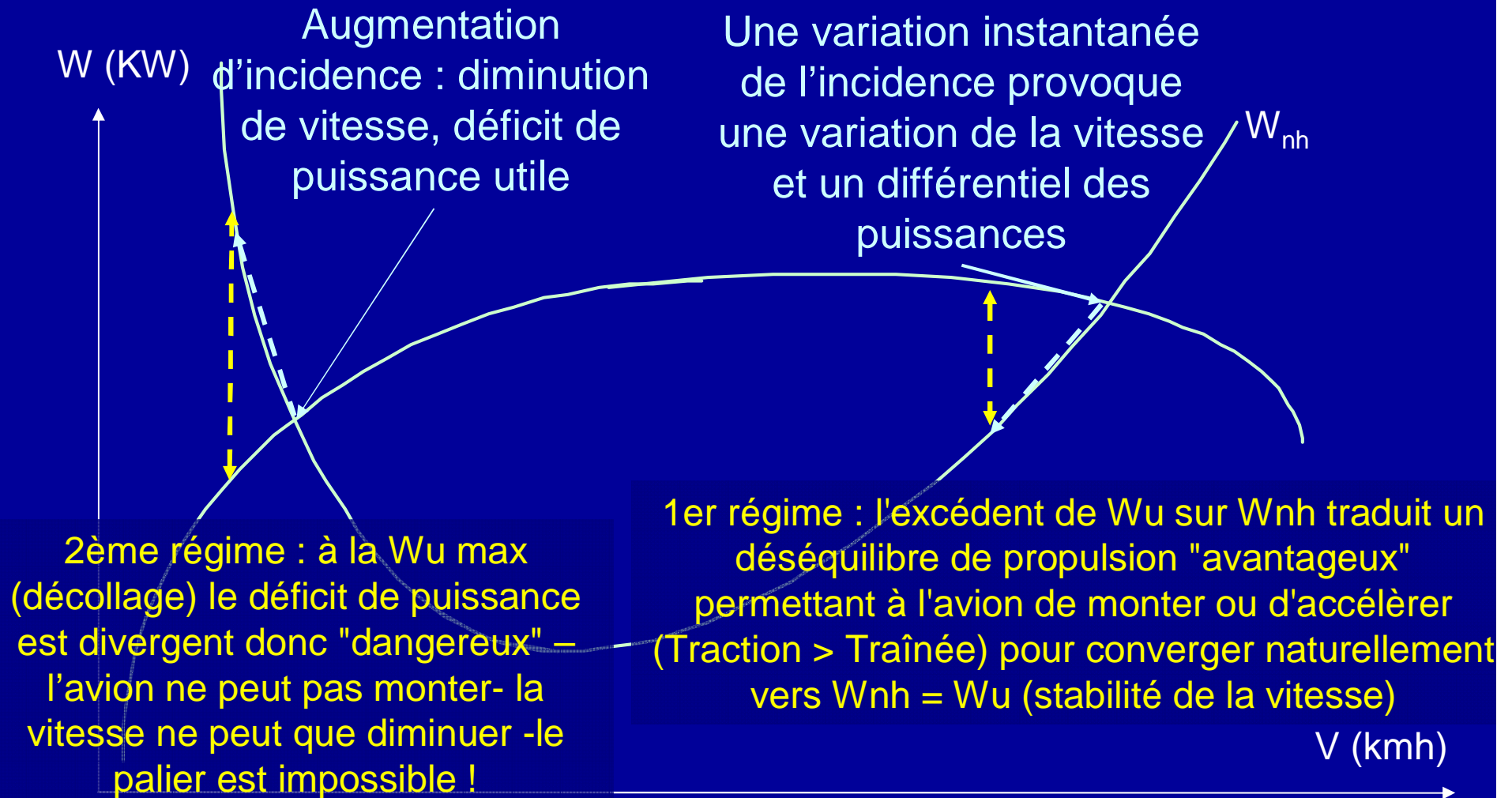
Variation de la Puissance nécessaire au vol horizontal selon la Vitesse d'équilibre



« Points de fonctionnement à l'équilibre en palier »



Notion de vol aux premier et second régimes



Variation de la Vitesse en palier selon la Puissance utile appliquée W_{ua} (régime moteur)

