

## C14: Entrées d'Air\*

\*: Cours ENSMA pp51-66

J. Gressier

UF Energétique et Propulsion

[gressier@isae.fr](mailto:gressier@isae.fr)

# Entrées d'air



- Définitions des poussées
- Propriétés d'une entrée d'air
- Prise d'air subsonique
- Prise d'air supersonique
- Intégration, effets 3D et visqueux

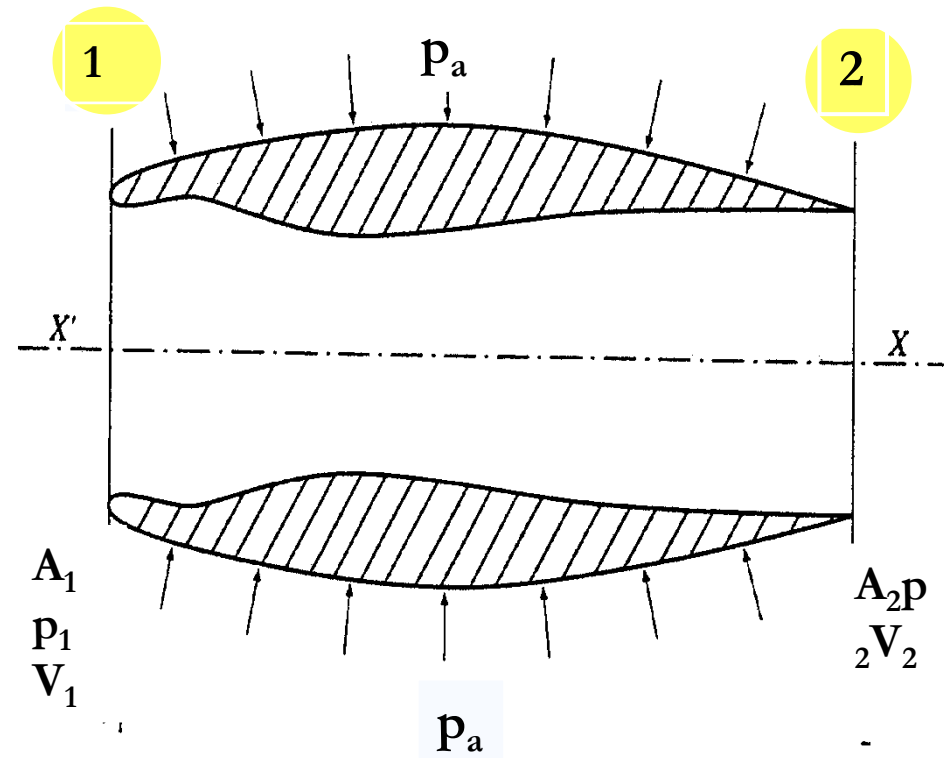
# Calcul de poussée d'une nacelle

★ poussée interne (dynalpie)

$$F_1^2 = (pA + q_m V)_2 - (pA + q_m V)_1$$

poussée de  
la tuyère

traînée de  
captation



★ poussée à la pression  $p_a$  (+ terme de carène)

$$\overline{F_1^2} = (pA + q_m V)_2 - (pA + q_m V)_1 - p_a (A_2 - A_1)$$

# Définitions de poussées

- Poussée interne  $F_{\text{int}} = D(V_{10} - V_1) + p_{10}A_{10} - p_1A_1$

- Résistance de captation (flux dynalpique)

$$X = A_1 D_1^I = A_1(\rho_1 V_1^2 + p_1) = A_1 p_1 (1 + \gamma M_1^2)$$

- Traînée de captation : définition en pression relative

- Poussée nette du motoriste

$$F_{\text{net}} = D(V_{10} - V_0) + A_{10}(p_{10} - p_0)$$

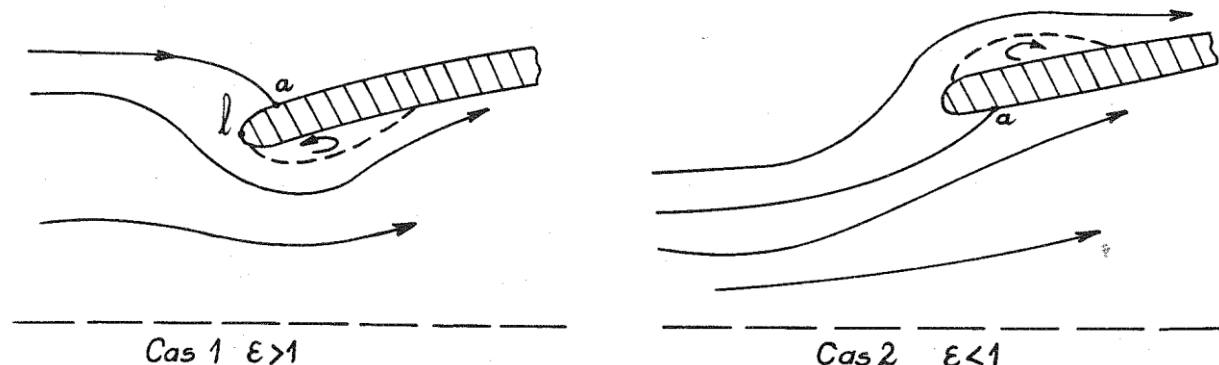
- ➔ Résistance additive de captation

$$X_a = X - A_0 D_0^I = A_1 D_1^I - A_0 D_0^I$$

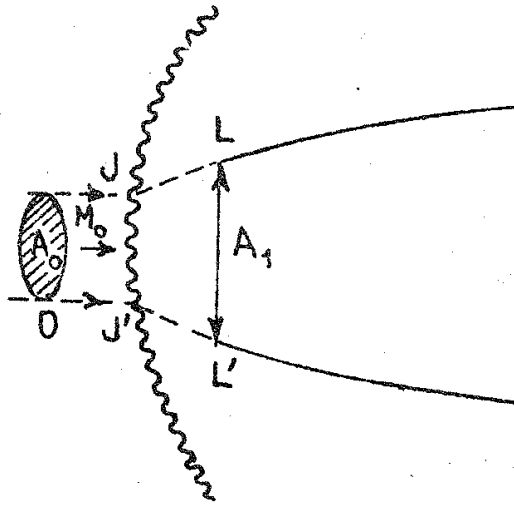
# Prise d'air Pitot : fonctionnement subsonique

- Coefficient de débit variable
  - en vol,  $< 1$
  - fonctionnement fortement désadapté au point fixe
- Divergent : compression / ralentissement
- Préparation de l'écoulement pour les fans/compresseurs
  - compression avec épaissement minimal des C.L.
  - éviter les décollements
  - assurer l'homogénéité de l'écoulement (distorsion)

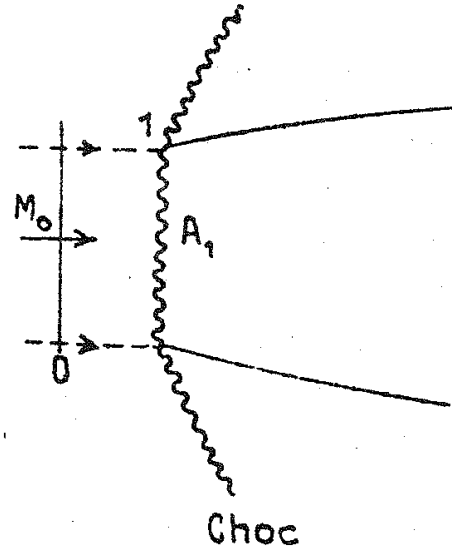
$$C_Q = \frac{Q}{Q_{\text{nom}}} = \frac{A_0}{A_1}$$



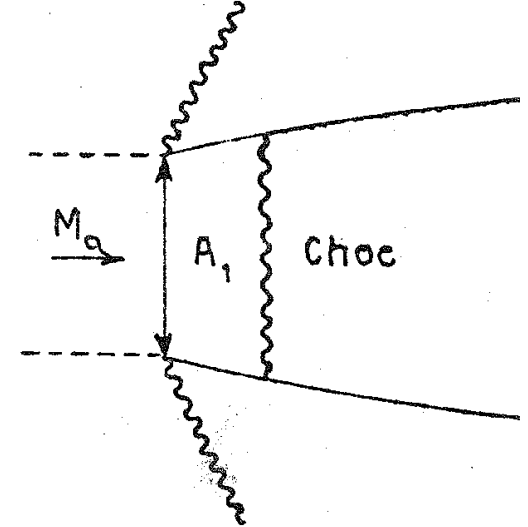
# Prise d'air Pitot : fonctionnement supersonique



Subcritique



Critique



Supercritique

- Efficacité rapidement décroissante avec Mach amont
- Débit bloqué en régimes critique et supercritique

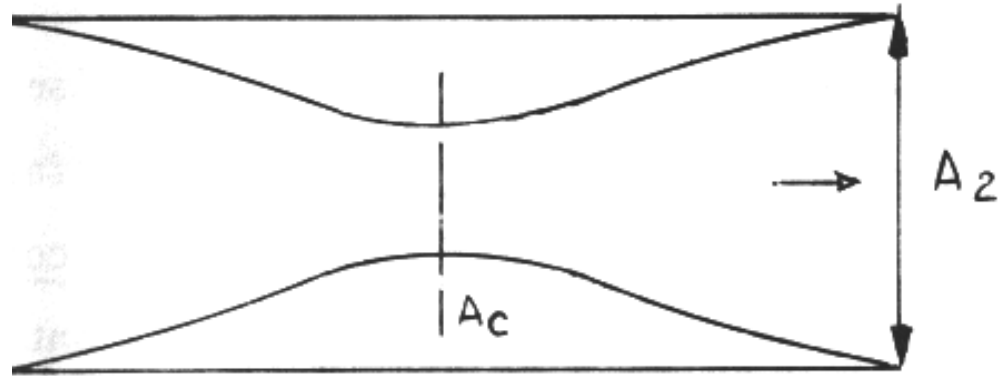
# Prise d'air supersonique

## Objectifs

Diminuation des pertes de pression totale par recompression quasi-isentropique

- Système à compression supersonique interne
- Système à compression supersonique externe
- Système mixte
- Amorçage ?

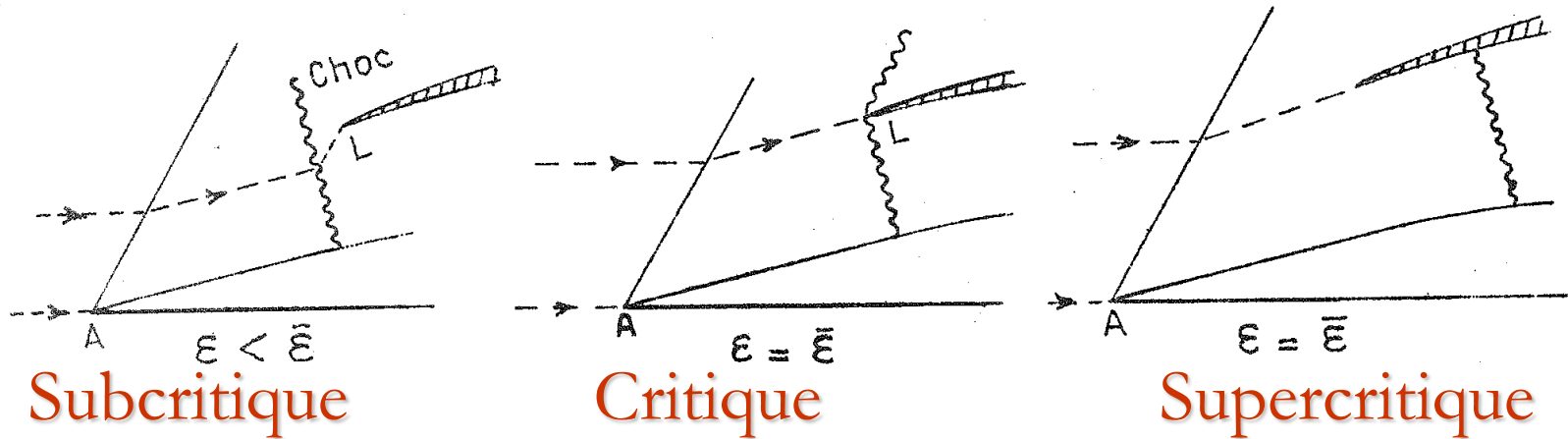
# Compression supersonique interne



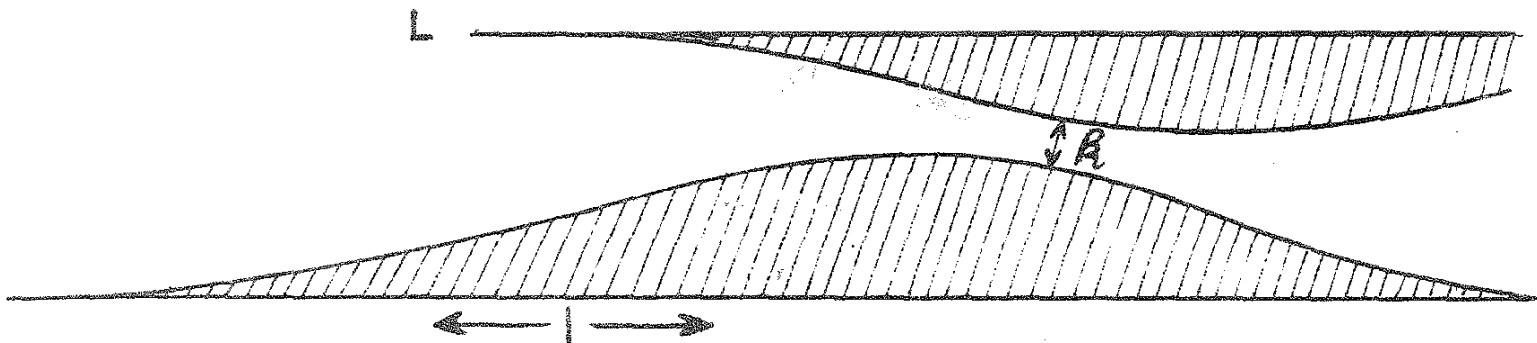
- Difficulté à amorcer
- Optimisé pour un Mach de vol
- Mauvais fonctionnement hors point nominal



# Compression supersonique externe



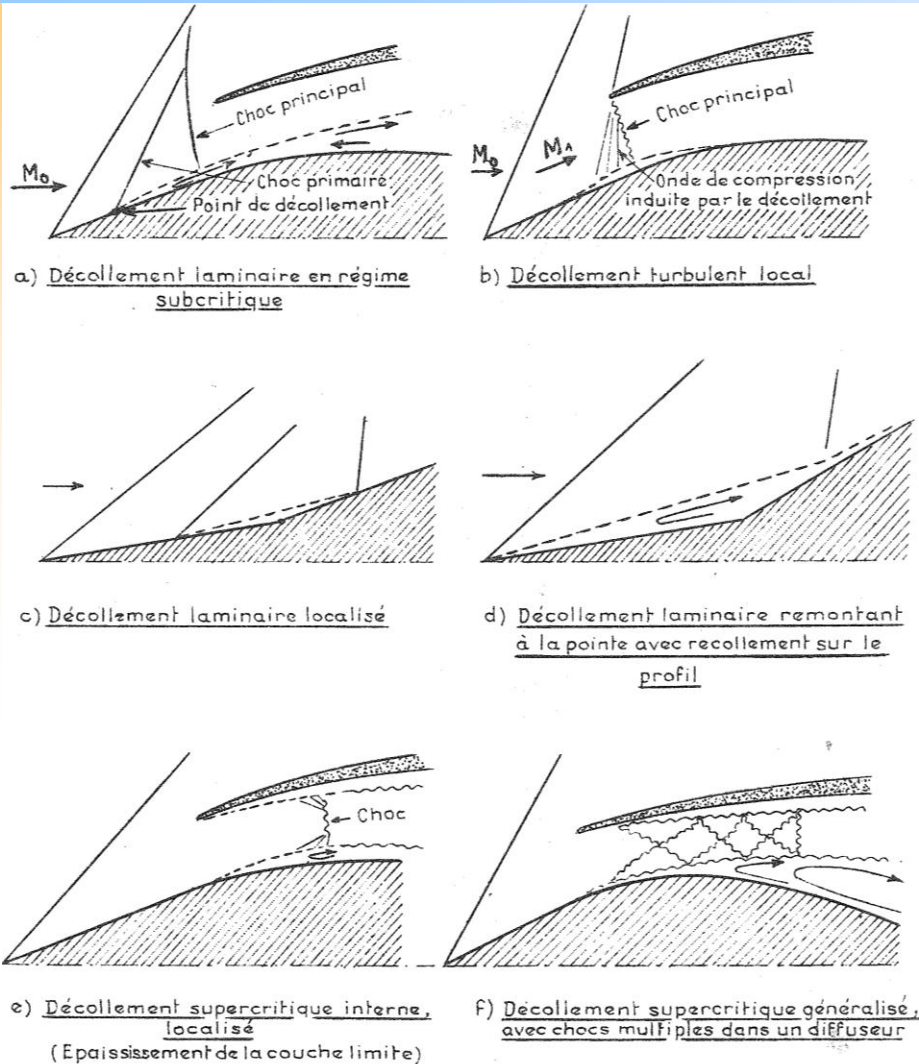
- Cas réel : compression mixte





**SR71 *Blackbird***

# Effets visqueux et 3D



- Couches limites = pertes
- Diffuseur = compression : sensibilité au décollement
- Interaction choc :
  - déplacement du choc
  - décollement
- Effets externes : incidence, distorsion due au fuselage
- Effets intrinsèques : faux 2D ou non axisymétrique
- Effets internes : distorsion due au compresseur