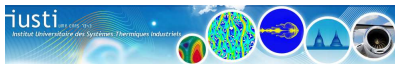


Panache turbulent en milieu stratifié

R. Mehaddi , O. Vauquelin and F. Candelier

Aix-Marseille Univ. - IUSTI (UMR CNRS 7343)
Rencontres du GdR Feux, Niort
23-24 Janvier 2014



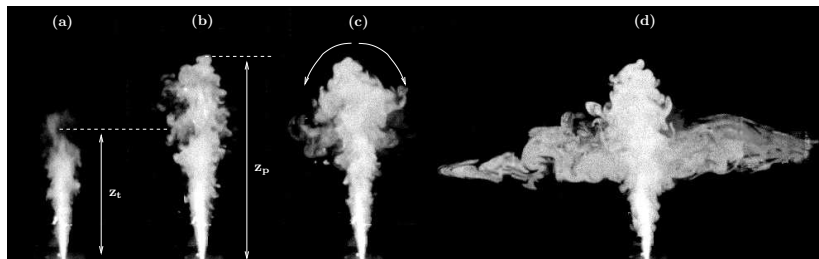


Figure: Développement d'un panache en milieu stratifié. Expérience Air-Helium réalisée à l'IUSTI.

- ▶ Hauteur de transition
- ▶ hauteur finale
- ▶ hauteur Courant de gravité radial



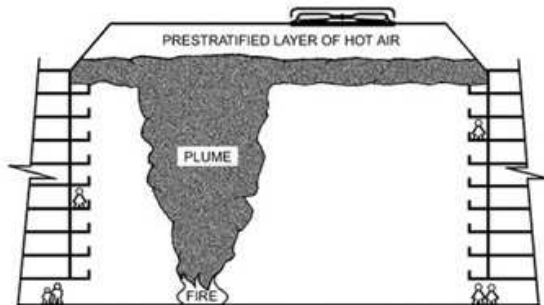
Hauteur du panache \rightarrow débit massique

Applications: Feux de forêt



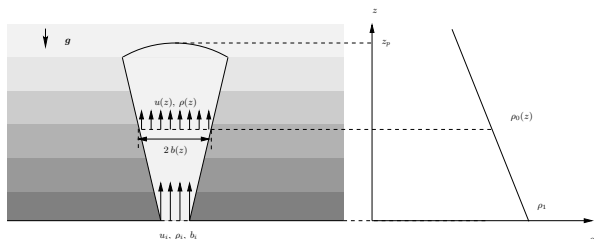
Hauteur du panache \rightarrow puissance convective du foyer

Applications: Thermoaéraulique



- ▶ détection au plafond
- ▶ désenfumage naturel

- ▶ Mettre en place un modèle 1D
- ▶ Rechercher des solutions analytiques (en particulier les hauteurs caractéristiques)
- ▶ Utiliser ces relations pour l'estimation du terme source



- ▶ Conservation du volume

$$\frac{d(ub^2)}{dz} = 2\alpha bu \quad (1)$$

- ▶ Conservation de la quantité de mouvement

$$\frac{d(u^2b^2)}{dz} = g\eta b^2 \quad (2)$$

- ▶ Conservation du débit de flottabilité

$$\frac{d(\eta ub^2)}{dz} = -b^2 u N^2 \quad (3)$$

$$\text{Avec } \eta = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_1}; \quad \text{et } gN^2 = -\frac{g}{\rho_1} \frac{d\rho_0}{dz}$$

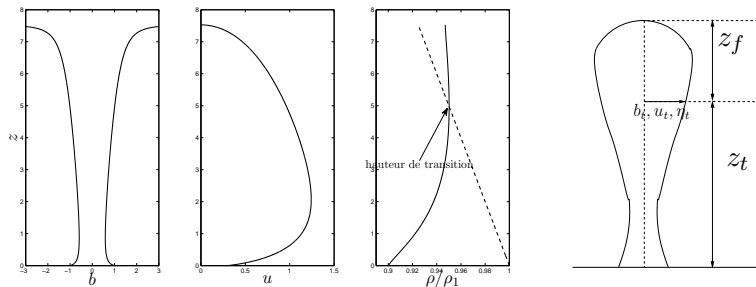


Figure: Solution numérique pour un panache turbulent en milieu stratifié avec $N^2 = 0.01m^{-1}$, $b_i = 1m$, $u_i = 0.3m/s$, $\eta_i = 0.1$.

$$\Gamma(z) = \frac{5g\eta(z)b(z)}{8\alpha u(z)^2} \quad \text{et} \quad \sigma(z) = \frac{N^2 u(z)^2}{g\eta(z)^2}.$$

$$\frac{b}{b_i} = \left(\frac{\Gamma}{\Gamma_i}\right)^{1/2} \left(\frac{\sigma}{\sigma_i}\right)^{3/8} \left(\frac{\sigma_i + 1}{\sigma + 1}\right)^{1/8},$$

$$\frac{u}{u_i} = \left(\frac{\Gamma_i}{\Gamma}\right)^{1/2} \left(\frac{\sigma_i}{\sigma}\right)^{1/8} \left(\frac{\sigma_i + 1}{\sigma + 1}\right)^{1/8},$$

$$\frac{\eta}{\eta_i} = \left(\frac{\Gamma_i}{\Gamma}\right)^{1/2} \left(\frac{\sigma_i}{\sigma}\right)^{5/8} \left(\frac{\sigma_i + 1}{\sigma + 1}\right)^{1/8},$$

$$\Gamma = \left[I(\sigma) - I(\sigma_i) + \frac{\Gamma_i \sigma_i^{5/4}}{(\sigma_i + 1)^{3/4}} \right] \frac{(\sigma + 1)^{3/4}}{\sigma^{5/4}}.$$

$$\frac{d\sigma}{dz} = \frac{\Lambda_i}{b_i} \left(I(\sigma) - I(\sigma_i) + \frac{\Gamma_i \sigma_i^{5/4}}{(\sigma_i + 1)^{3/4}} \right)^{1/2} (\sigma + 1)^{3/2},$$

- ▶ Hauteur de transition (zone à flotabilité positive)

$$\frac{z_t}{b_i} = \frac{1}{\Lambda_i} \int_{\sigma_i}^{\infty} \left(I(\sigma) - I(\sigma_i) + \frac{\Gamma_i \sigma_i^{5/4}}{(\sigma_i + 1)^{3/4}} \right)^{-1/2} (\sigma + 1)^{-3/2} d\sigma.$$

- ▶ Hauteur de la partie fontaine (zone à flotabilité négative):

$$\frac{z_f}{b_i} = \frac{1}{\Lambda_i} \int_0^{\infty} \left[\frac{5}{2} \beta \left[\frac{1}{2}, \frac{5}{4} \right] + \frac{\Gamma_i \sigma_i^{5/4}}{(\sigma_i + 1)^{3/4}} - I(\sigma) - I(\sigma_i) \right]^{-1/2} (\sigma + 1)^{-3/2} d\sigma.$$

- ▶ Hauteur du Panache

$$z_p = z_f + z_t$$

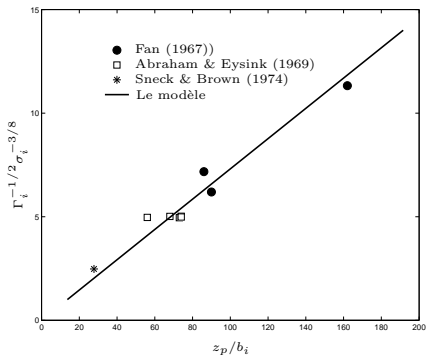


Figure: Comparaison entre des résultats expérimentaux et le modèle théorique

Pour plus de Détails voir la référence [1]

¹Rabah Mehaddi, Fabien Candelier & Olivier Vauquelin (2013) *Naturally bounded plumes.*, Journal of Fluid Mechanics, 717, 472-483.

Cas du panache produit par un incendie d'une puissance convective Q_c :

$$z_p = \frac{1}{4} \left(\frac{5}{2} \right)^{1/2} \left(\frac{A}{\alpha_p^{1/2}} + \frac{C\alpha_p^{1/2}}{\alpha_n} \right) B_i^{1/4} \left(g^{1/3} N^2 \right)^{-3/8} .$$

$$B_i = \frac{gQ_c}{\rho_0 T_0 C_p}$$

$$\alpha_p = 0.12 \quad \text{et} \quad \alpha_n = 0.07$$

$$Q_c = 8 \frac{\rho_0 T_0 C_p z_p^4 N^3}{g^{1/2}} \quad [Kw] \quad (4)$$

Merci de votre attention.