

Ecoulements générés dans une enceinte ventilée et soumise à une injection de gaz chauds

- **Amélie Danlos, Daniel Allano, Béatrice Patte-Rouland, Michel Gonzalez, Pierre Paranthoën**
- **LTH Coria UMR 6614 CNRS**

Remerciements à Christopher Finet, Florian Robiche, Justin Duhamel

Sommaire

- Objectifs et démarche
- Le problème étudié, grandeurs caractéristiques
- Dispositif expérimental
- Méthodes de mesures
- Résultats
- Conclusion

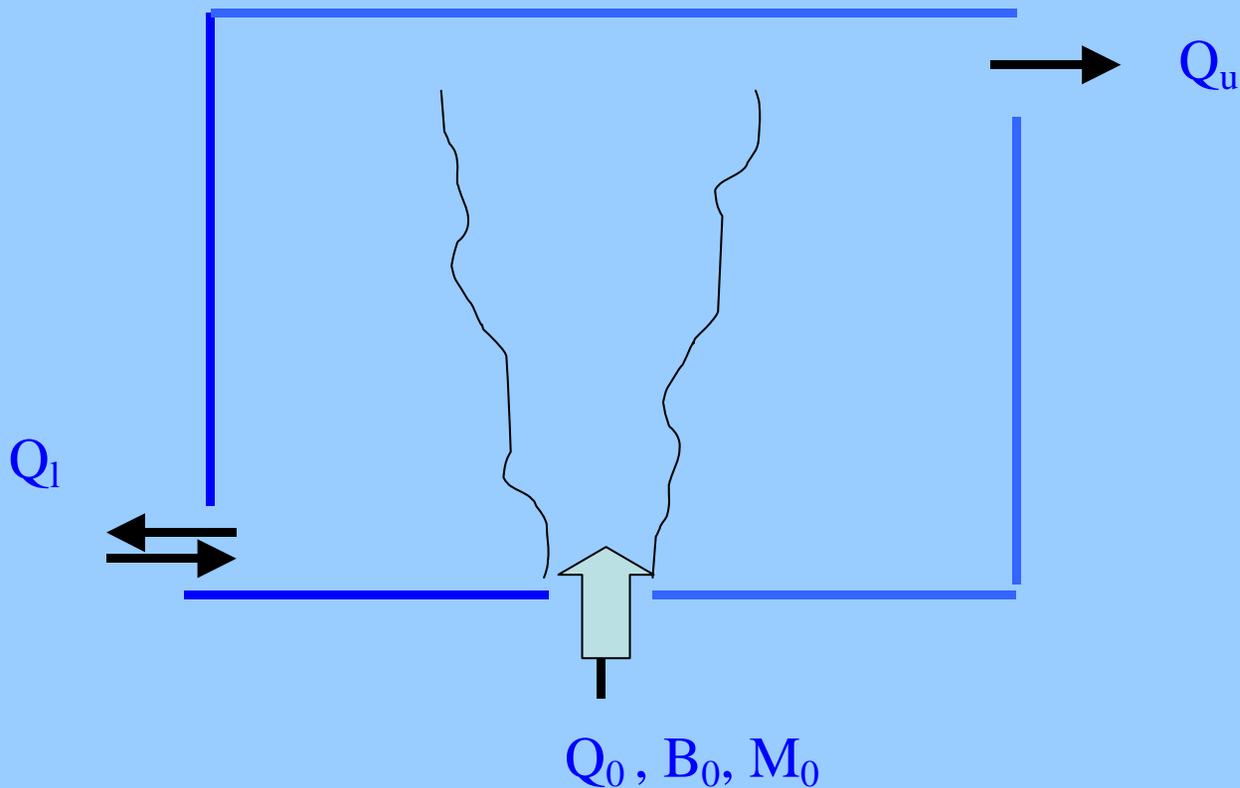
Objectifs et démarche

- Amélioration des connaissances sur l'utilisation de la Ventilation positive en situation d'incendie» (en liaison avec les travaux réalisés au Havre par M.Lebey).
- De manière plus générale, mieux comprendre l'interaction jet extérieur-écoulements réactifs ou non, présents dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures.
- Complexité : aspects instationnaires, à la fois pour l'écoulement interne et l'écoulement extérieur mis en action à un instant t . Couplages avec la thermique....
- En raison de cette complexité, démarche en plusieurs étapes.

Première étape :

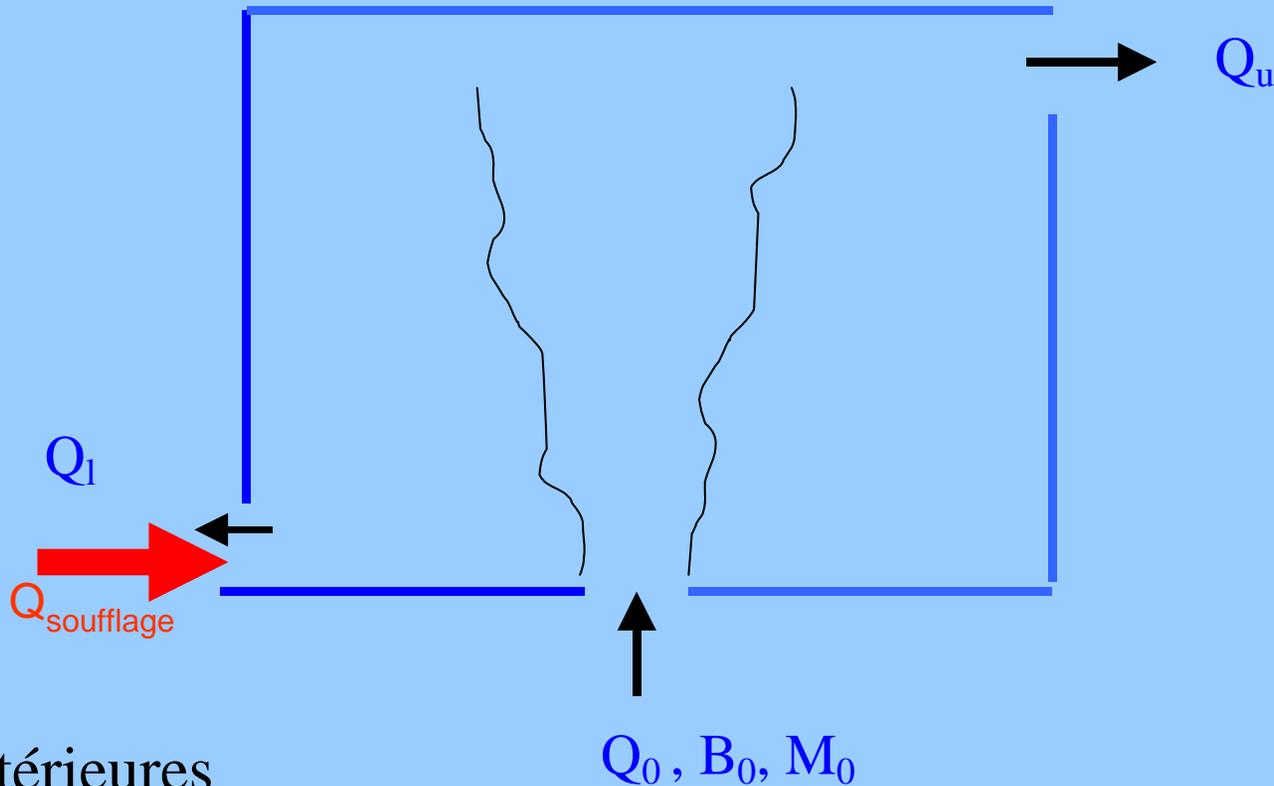
Etudier les écoulements générés à l'intérieur d'une enceinte par une source de masse Q_0 , de quantité de mouvement M_0 et de flottabilité B_0 , enceinte ventilée par 2 ouvertures (débits Q_1 et Q_u entrant ou sortant) .

Ventilation naturelle.



Deuxième étape :

Contrôle de l'écoulement interne par un soufflage extérieur



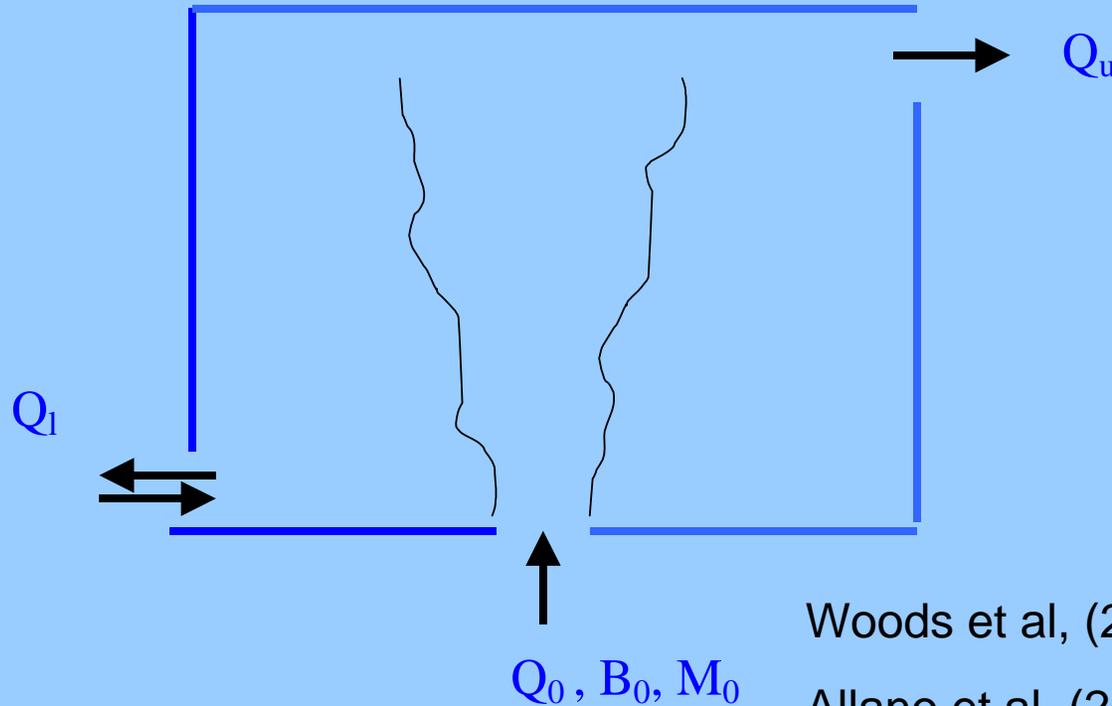
.....

étapes ultérieures

Etudes stationnaire puis instationnaire, 2D puis 3D, pour des niveaux de température de plus en plus importants.

Limites de la démarche (similitude), privilégier la compréhension de la physique, mécanique des fluides.

Le problème étudié



Woods et al, (2003) J.Fluid Mech

Allano et al, (2008) Congrès SFT

grandeurs caractéristiques ?

Conditions initiales de cet écoulement :

$$Q_0 = U_0 A_0$$

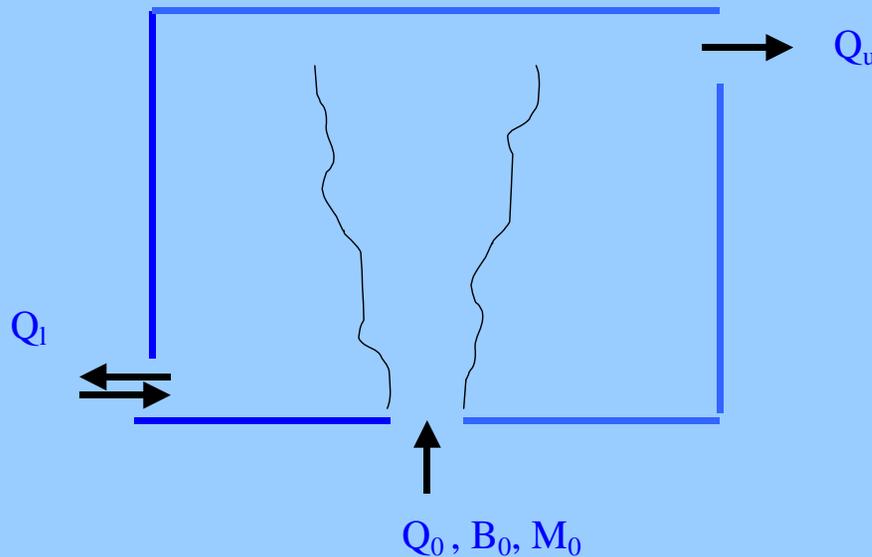
Débit volumique

$$M_0 = U_0^2 A_0$$

Flux de quantité de mouvement

$$B_0 = U_0 g \frac{\Delta\rho}{\rho_0} A_0$$

Flux de flottabilité



L_j : Longueur de jet , Morton (1959)

Longueur sur laquelle les forces de quantité de mouvement dominant les forces de flottabilité

$$L_j = \frac{M_0^{3/4}}{B_0^{1/2}}$$

Le rapport L_j/H donne une information sur la nature de l'écoulement avant son impact sur le plafond.

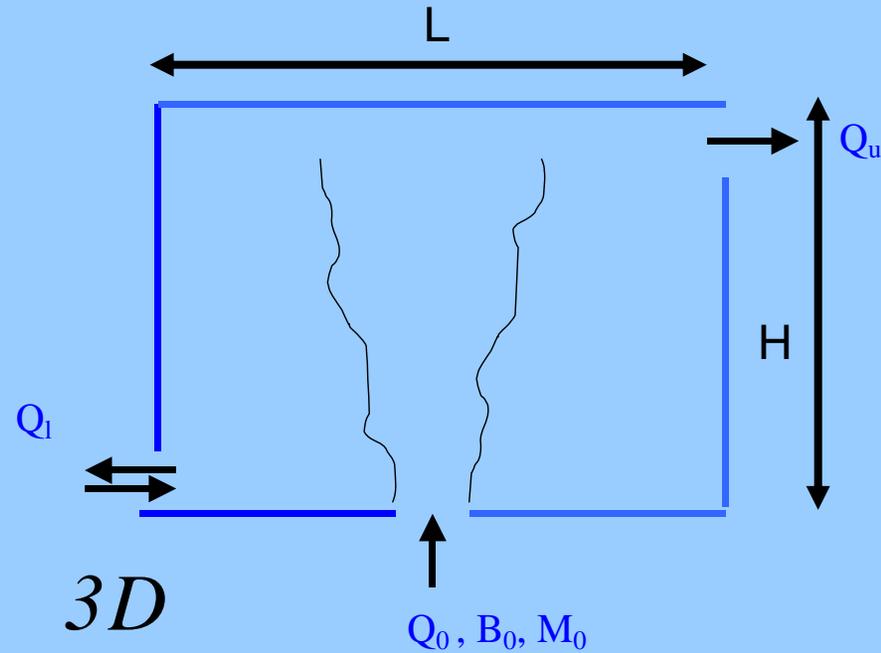
$$\frac{L_j}{H} \rightarrow \infty \quad \textit{jet pur}$$

$$\frac{L_j}{H} \rightarrow 0 \quad \textit{panache}$$

Rapports d'aspect :

$$\Phi_1 = \frac{2H}{L} \text{ en } 2D$$

$$\Phi_1 = \frac{2H}{L} \text{ et } \Phi_2 = \frac{2H}{l} \text{ en } 3D$$



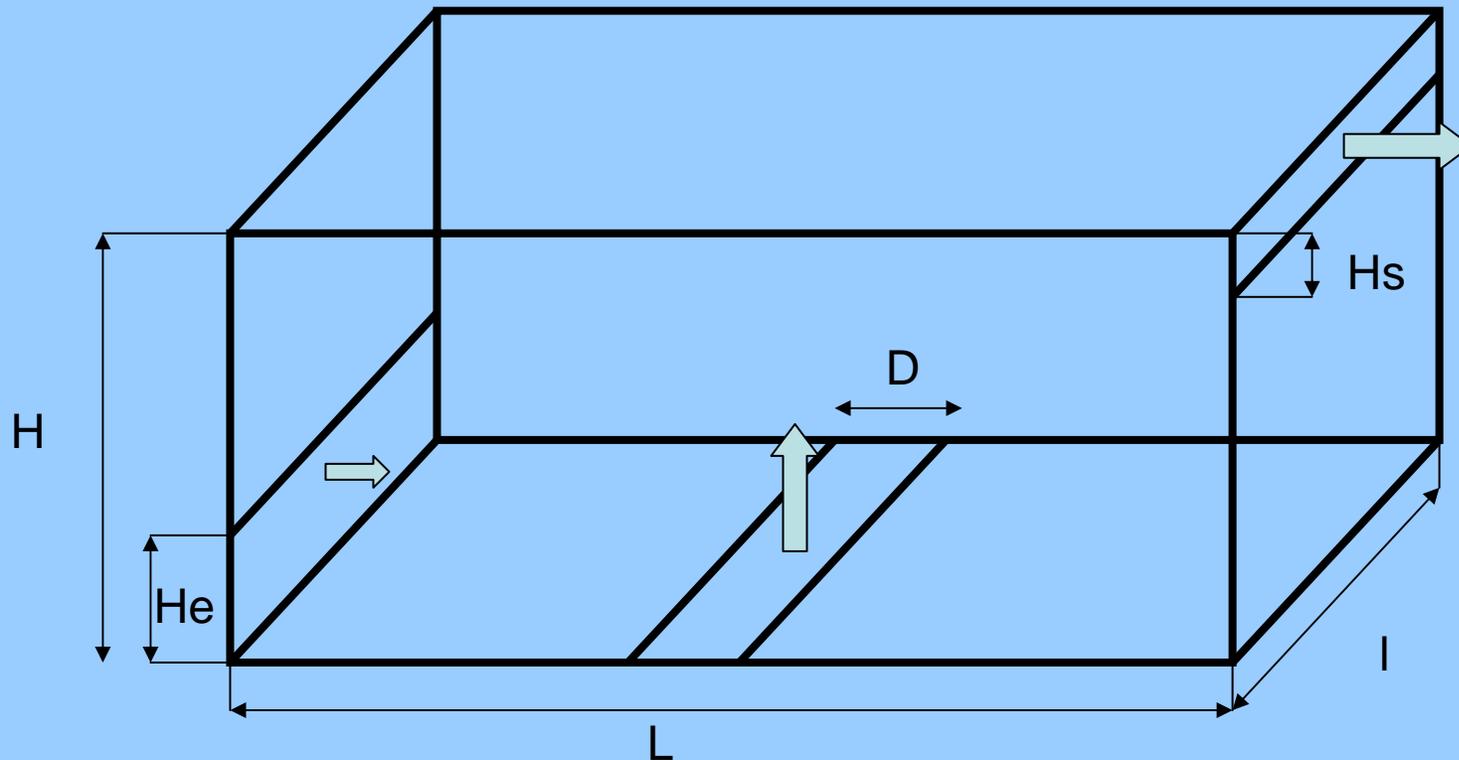
Nombre de Froude :

$$Fr = \frac{U_0^2}{g \frac{\Delta\rho}{\rho_a} H}$$

Dispositif expérimental



Vue globale de la maquette M1



Dimensions : $L=500\text{mm}$, $l=250\text{mm}$, $H=200\text{mm}$.

Rapport d'aspect $\Phi_1=L/2H=1,25$

$0 < H_s < 46\text{mm}$ $0 < H_e < 46\text{mm}$ $D=30\text{mm}$

Panache forcé:

$$U_0=0,8\text{m/s}, \Delta\theta_0=45\text{K}, L_j/H=0,9, Fr=2$$

Jet de flottabilité:

$$0,15\text{m/s} < U_0 < 0,6\text{m/s}, 0 < \Delta\theta_0 < 100\text{K}, \\ 0,7 < L_j/H < \infty, 0,2 < Fr < \infty$$

$$0 < Q_0 < 240\text{l/mn}, \quad 0 < P < 300\text{W}$$

Méthodes de mesures

Visualisations

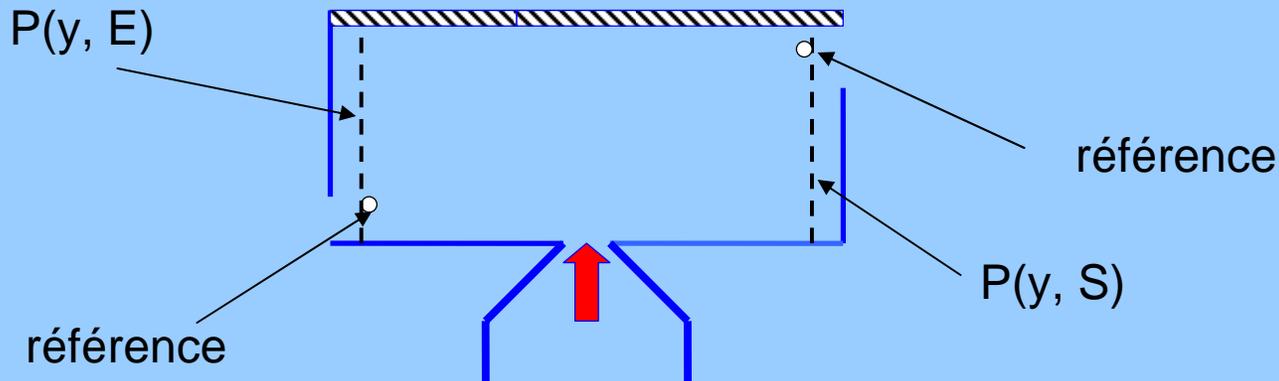
- Visualisations de l'écoulement (nappe laser de 1mm d'épaisseur, encens ou huile) .
- Images enregistrées (caméra CCD 1280x1024 pixels et centrale d'acquisition R&D Vision).

Mesures de vitesse

- PIV standard ($f = 8\text{Hz}$, $\Delta t = 600\mu\text{s}$, mailles adaptatives de 64×64 à 32×32 avec recouvrement de 50%).
- Champ limité à une moitié de l'enceinte. 100 champs PIV enregistrés. Contrôle du débit d'ensemencement.

Mesures de pression pariétale

- Mesures pariétales à différentes hauteurs
- Référence à l'extérieur à une hauteur constante
- Micro manomètre Furness control FC14



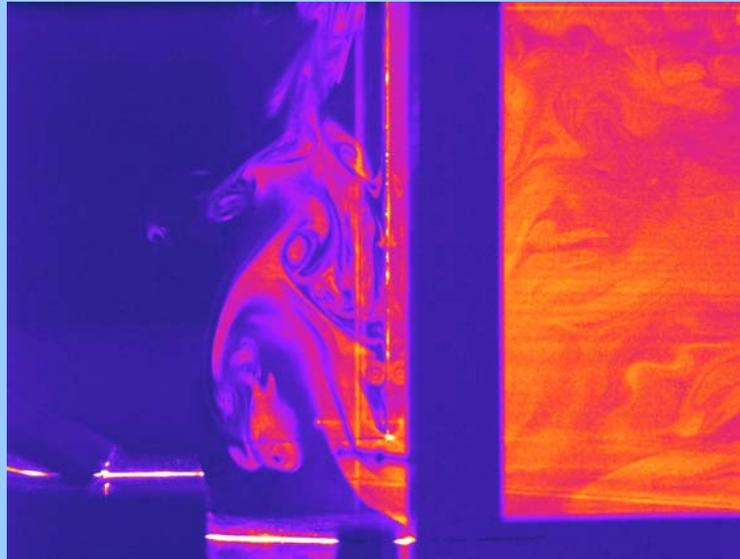
Résultats expérimentaux

- En régime stationnaire, influence des ouvertures (H_e et H_s) et des conditions d'injection sur différents régimes d'écoulements.
- Visualisations
- Mesures des champs de pression
- Mesures des champs de vitesse

Visualisations

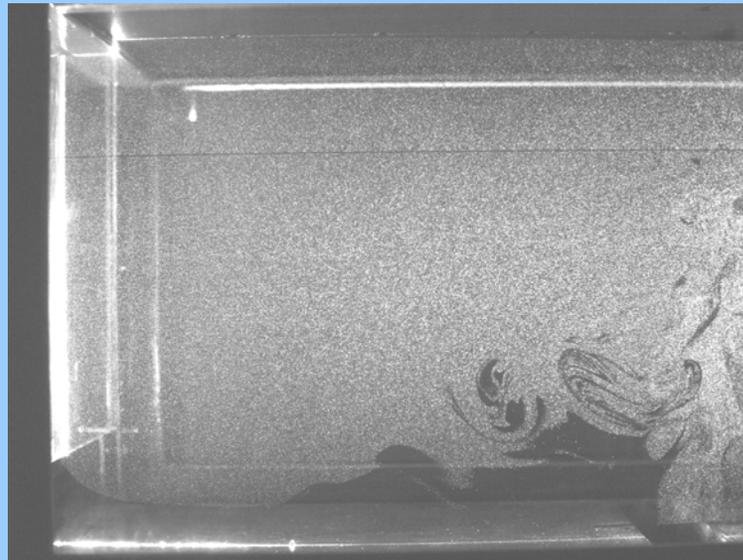
$U_0=0,8\text{m/s}$, $\Delta\theta_0=45\text{K}$ $Fr_0\sim 2$ $Lj/H\sim 0,9$ $He=36\text{mm}$

Pour H_s « faible », le fluide présent à l'intérieur de l'enceinte sort à la fois par l'ouverture supérieure S et l'ouverture inférieure E.



$H_s = 16\text{mm}$

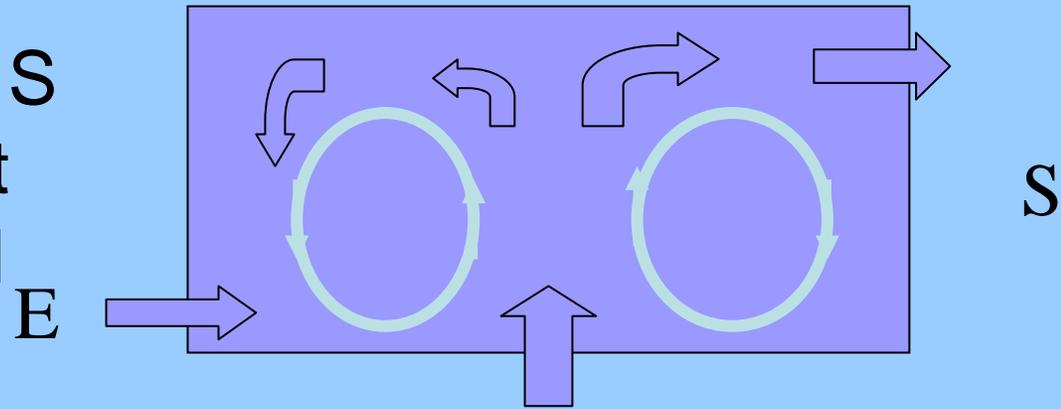
Pour H_s « grand », du fluide extérieur non ensemençé pénètre dans l'enceinte par l'entrée inférieure E.



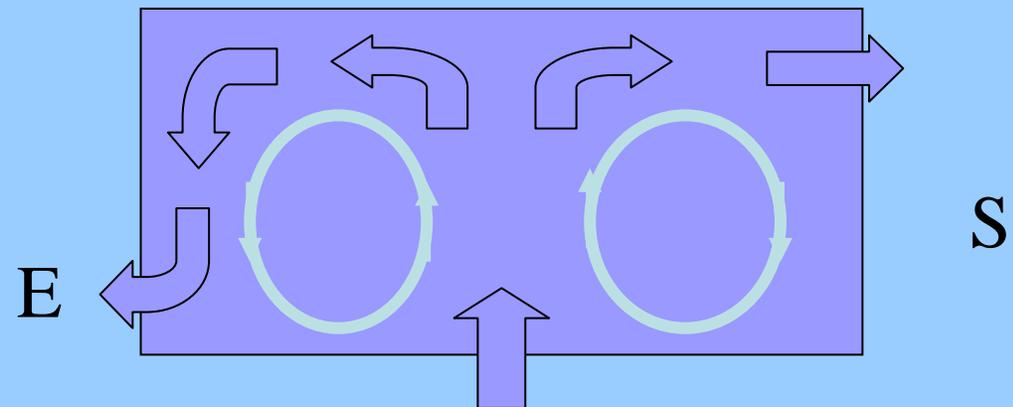
$H_s = 46\text{ mm}$

Mise en évidence deux régimes d'écoulement

Écoulement sortant par S
et écoulement entrant
par E : régime naturel



Deux écoulements
sortants : régime forcé

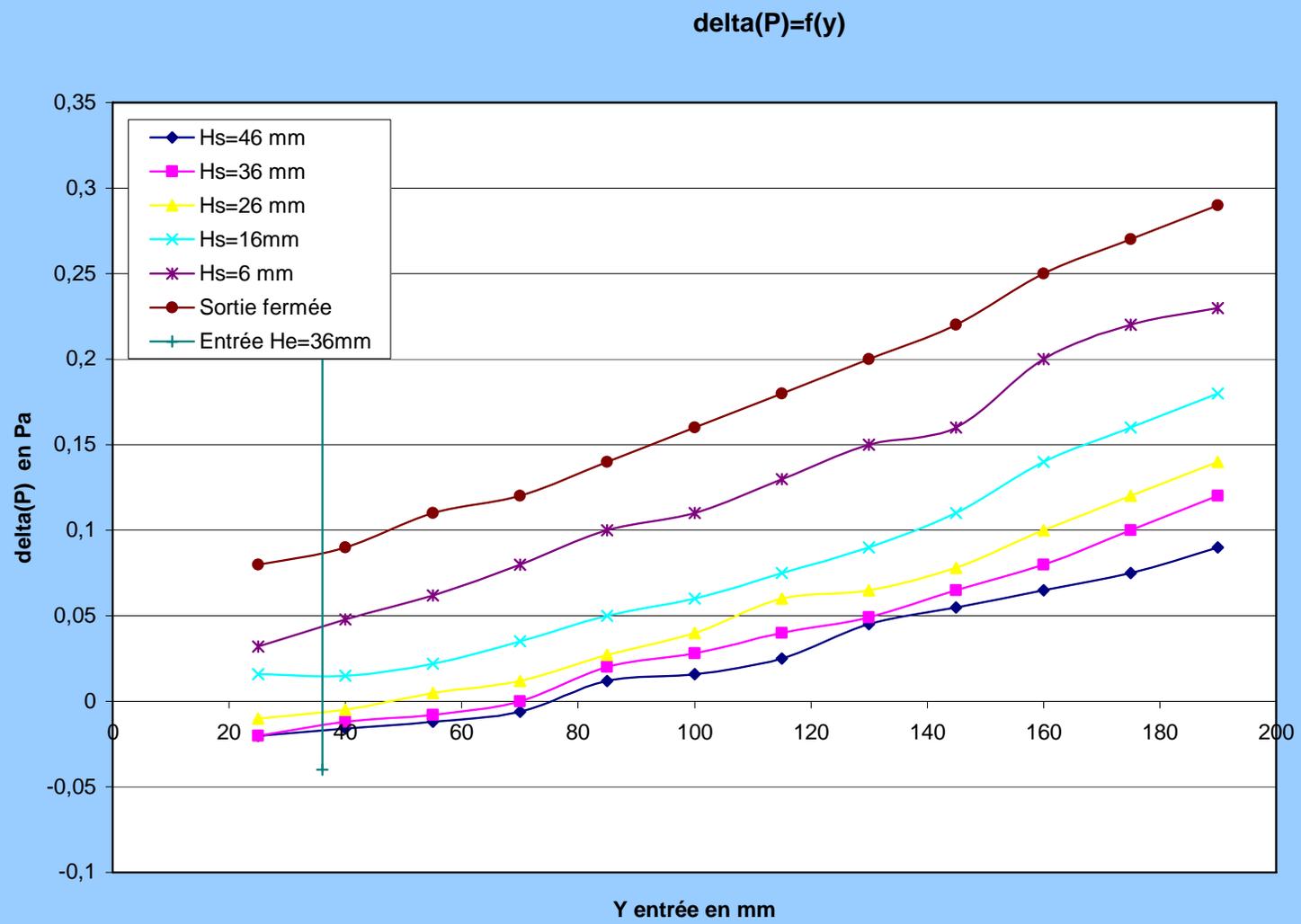


régime instable intermédiaire ?

Régimes contrôlés par la dimension H_s moins par H_e .

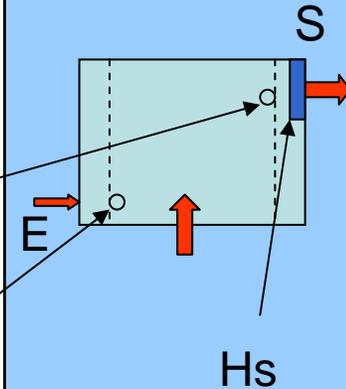
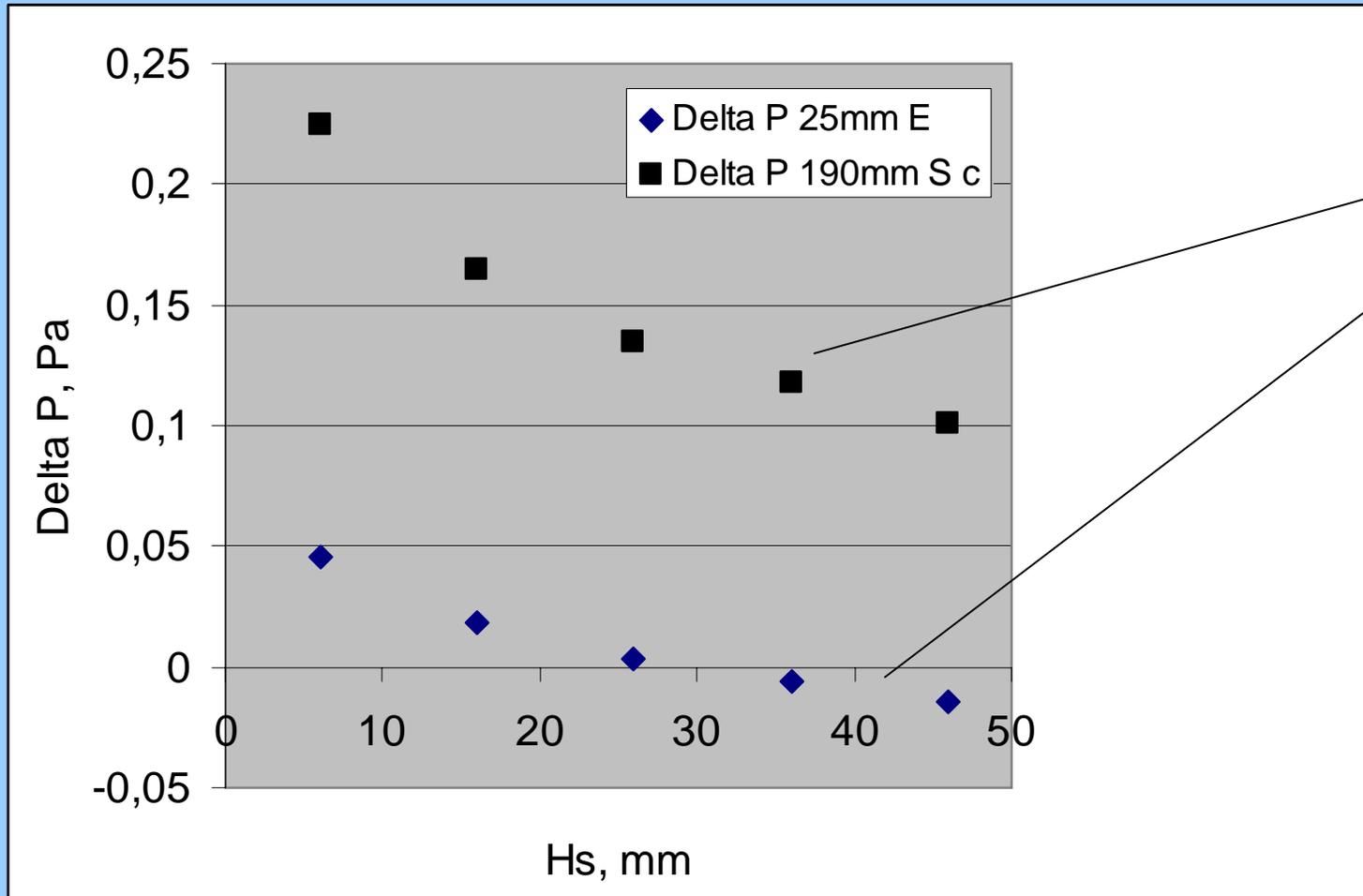
Mesures de pression différentielle

Variation de la pression différentielle sur une verticale située près de l'entrée E; $H_e=36\text{mm}$, $L_j/H=0,9$ et $Fr=2$

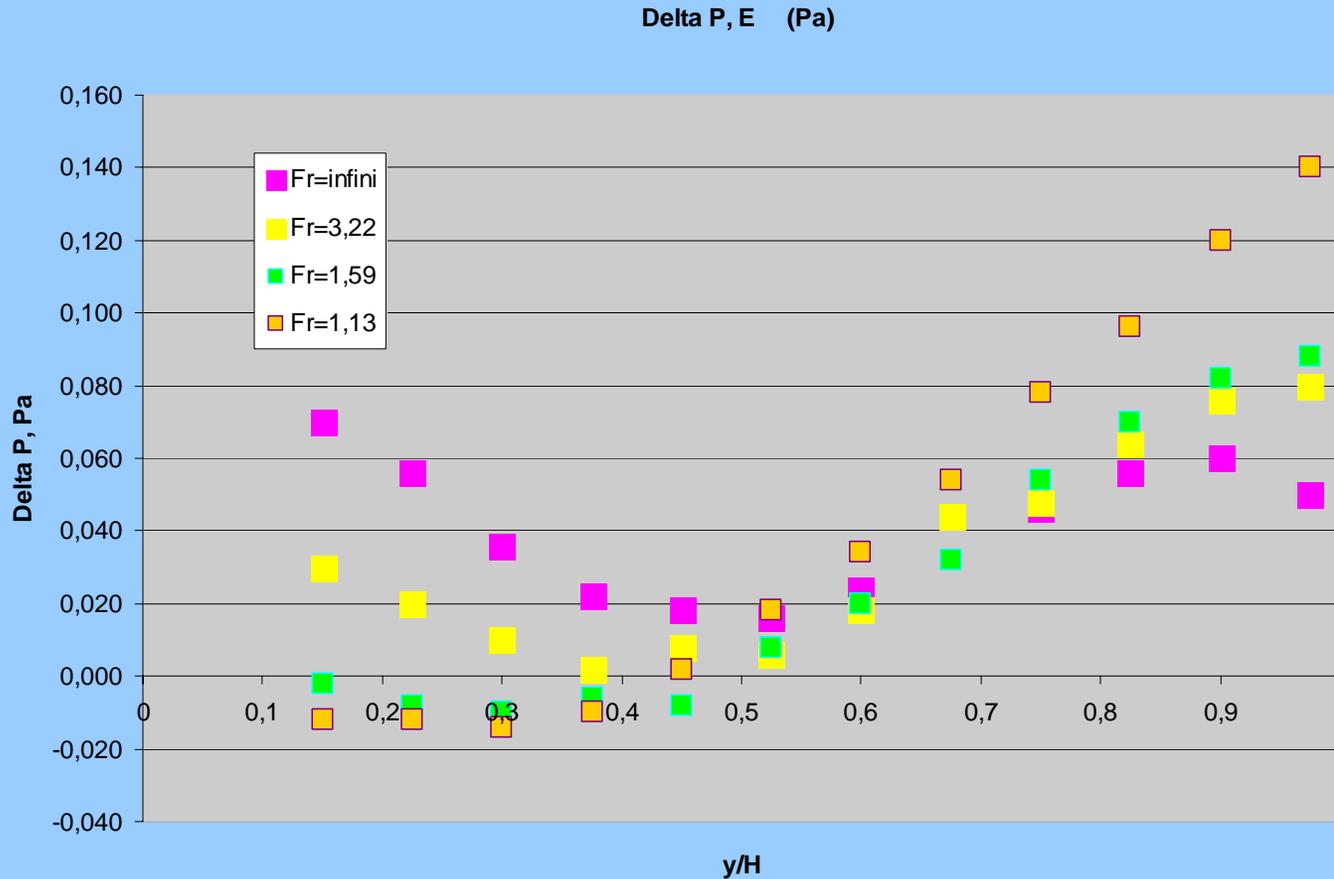


Hydrostatique?

Variation de la différence de pression de part et d'autre des ouvertures E et S en fonction de la hauteur de l'exutoire H_s . $H_e=36\text{mm}$, $L_j/H=0,9$ et $Fr=2$

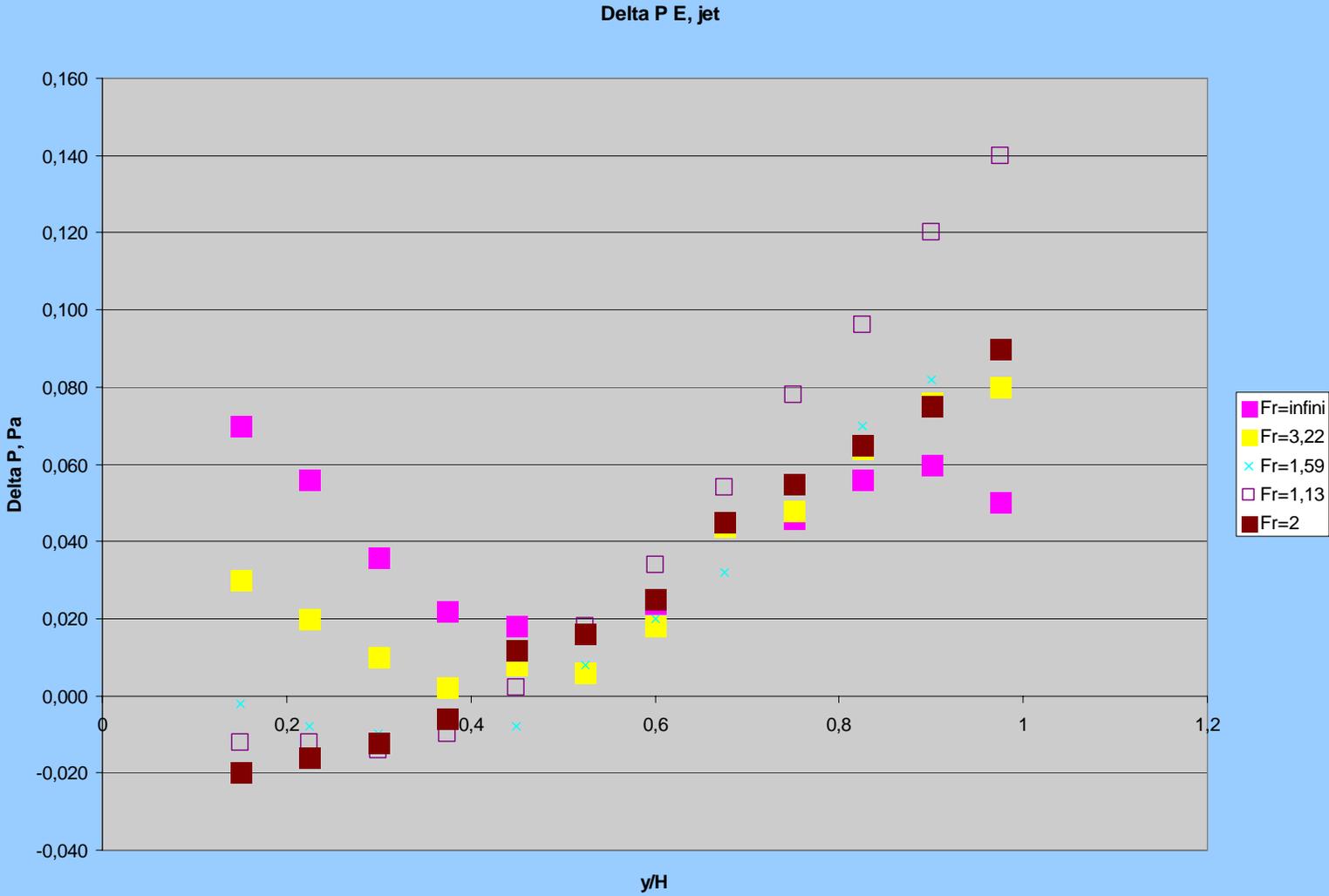


Variation de la pression différentielle sur une verticale située près de l'entrée E; $H_e=36\text{mm}$, $H_s=46\text{mm}$, jet chauffé ou non $Fr=1,13; 1,59; 3,22; \infty$



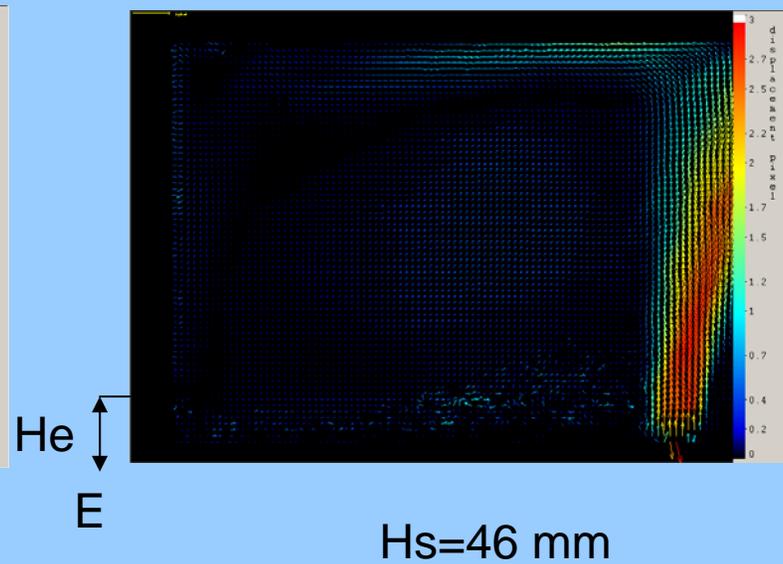
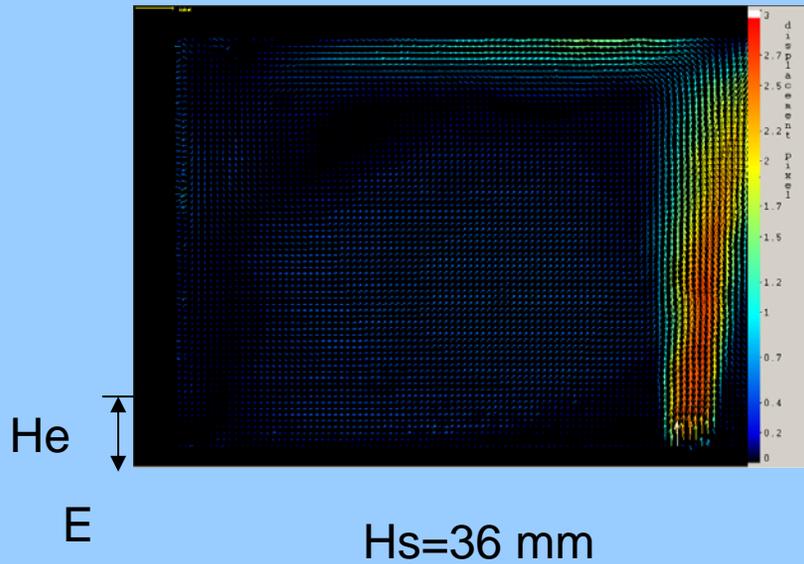
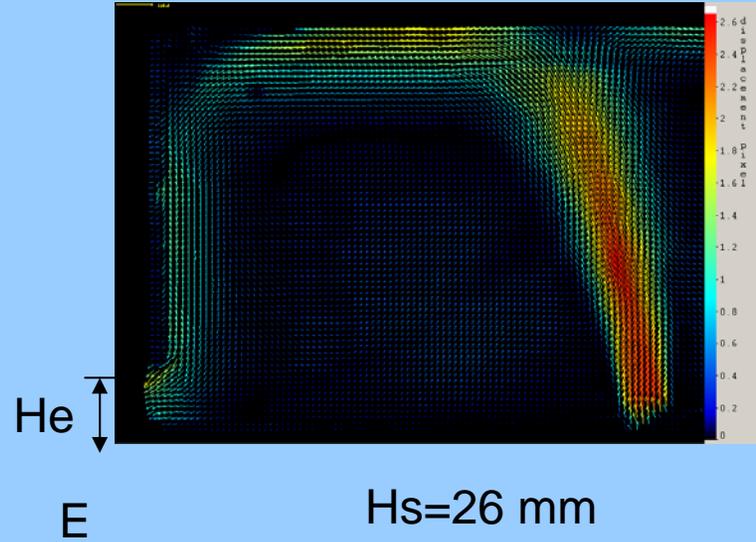
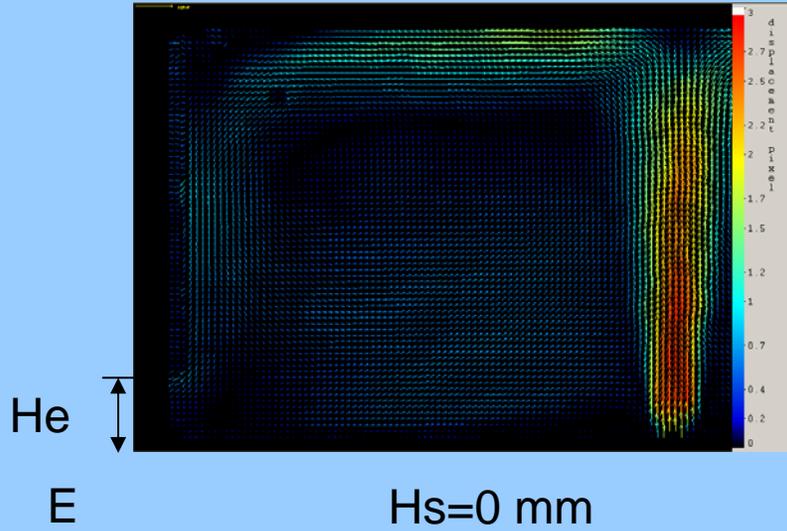
Variation de la pression différentielle sur une verticale située près de l'entrée E; He=36mm, Hs=46mm, jet chauffé

Fr=1,13; 1,59; 2; 3,22; ∞

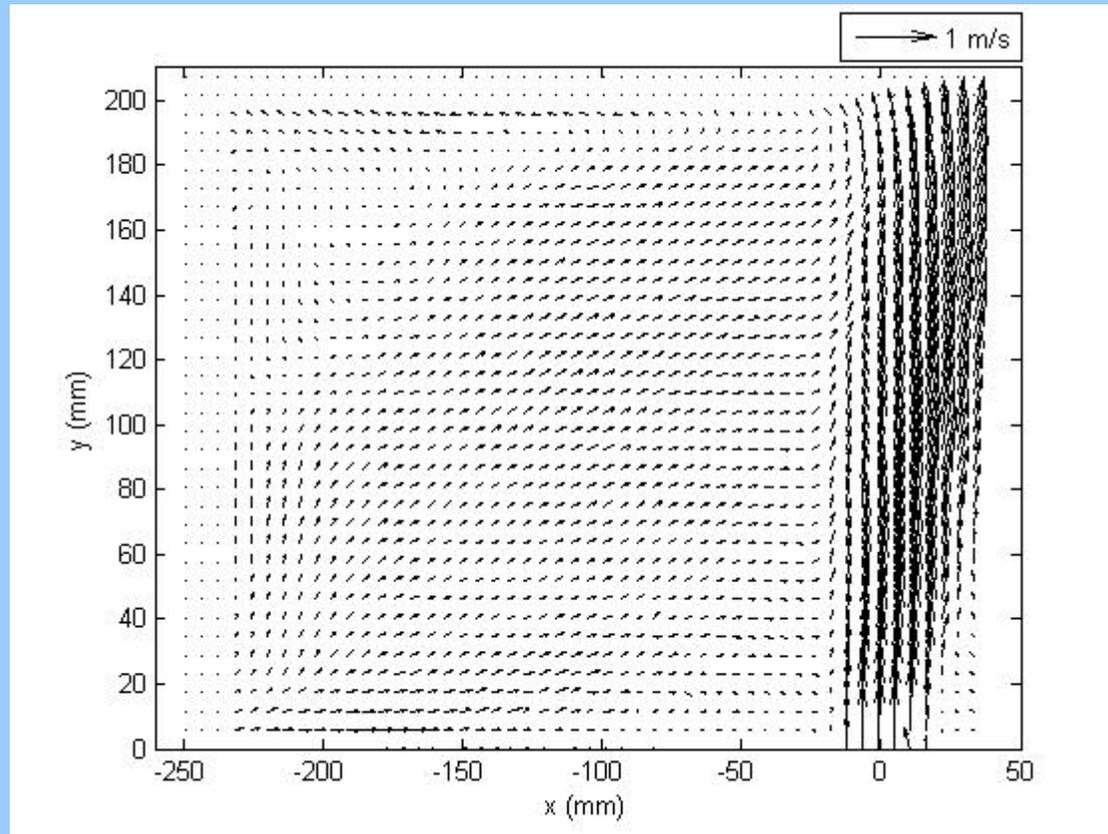


Mesures de vitesse

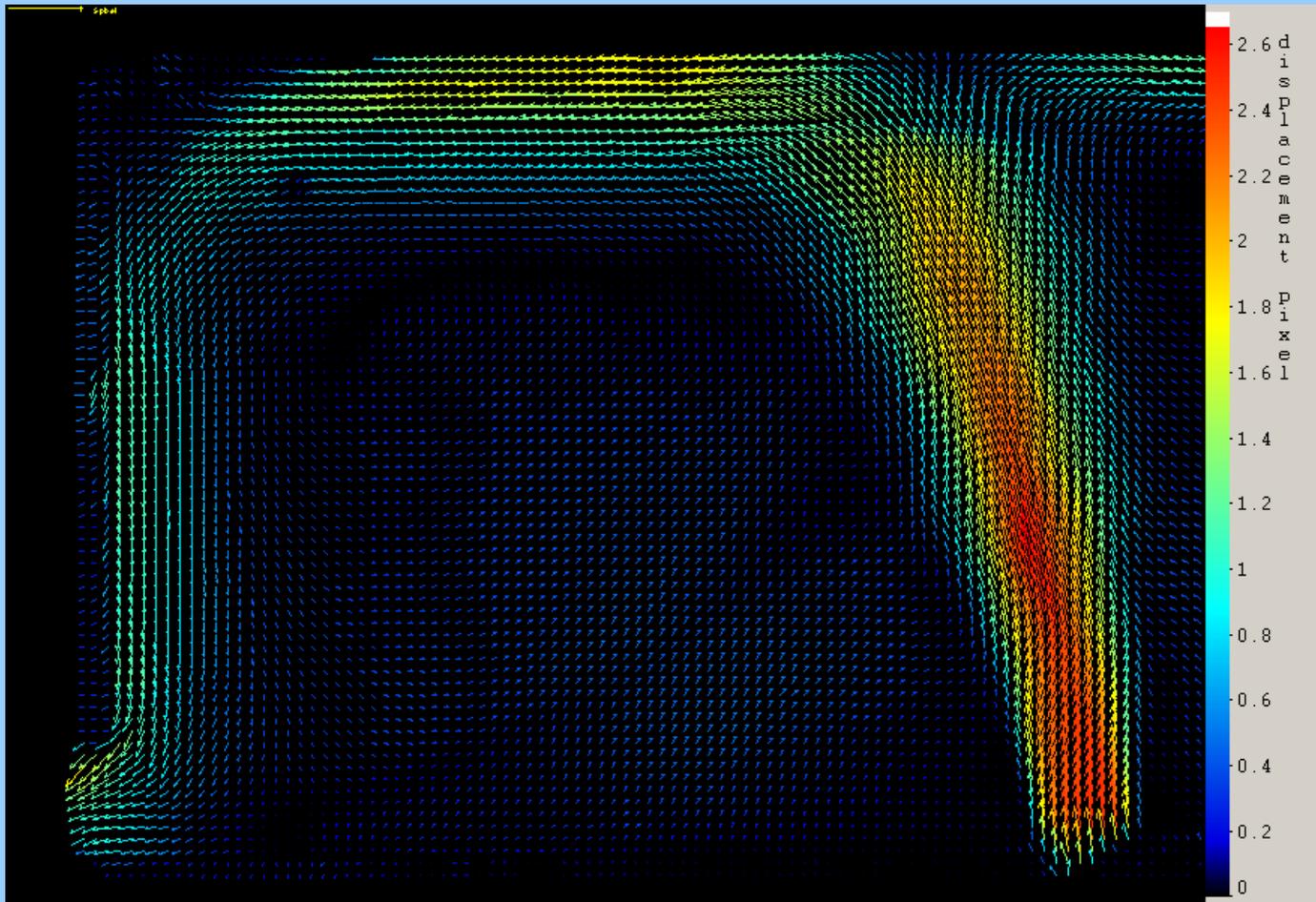
Champs de vitesse dans la moitié de l'enceinte située près de l'ouverture E; $H_e = 36\text{mm}$



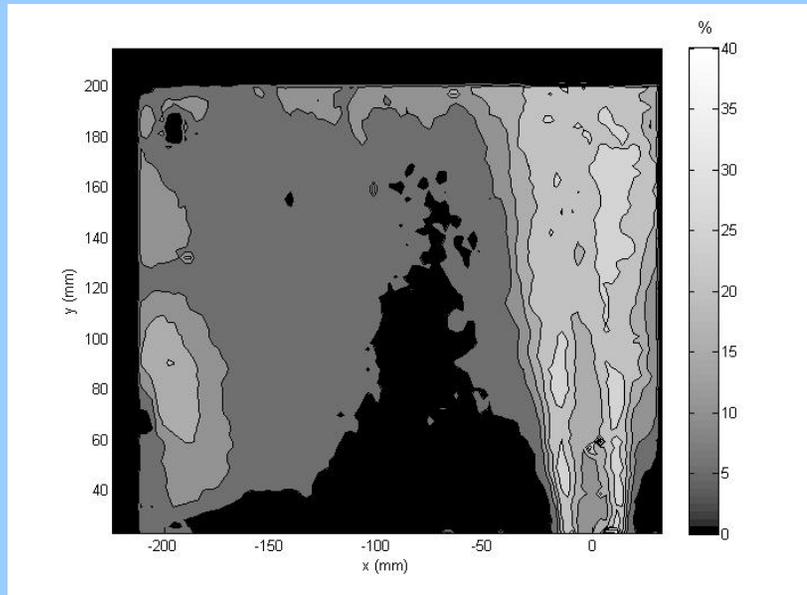
Champ de vitesse dans la moitié de l'enceinte située près de l'ouverture E; $H_e = 36\text{mm}$; $H_s = 46\text{mm}$



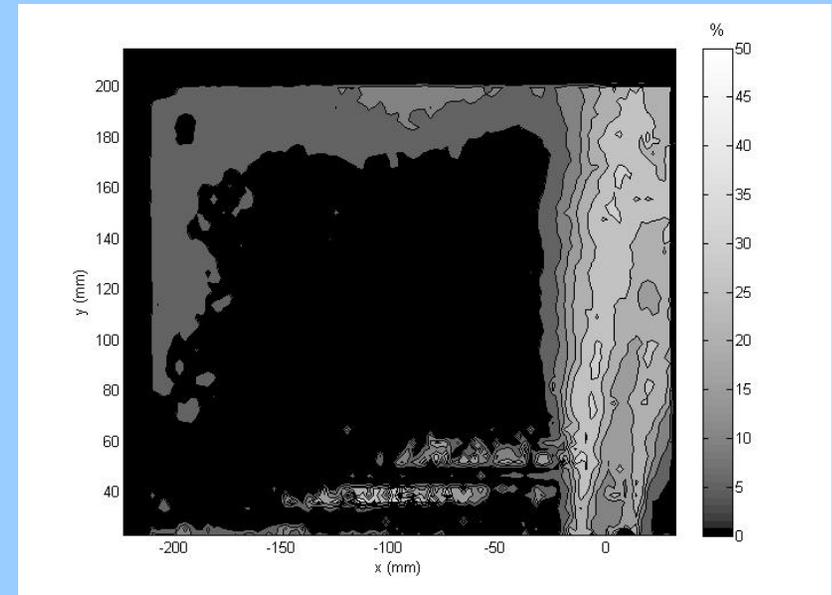
Champ de vitesse dans la moitié de l'enceinte située près de l'ouverture E; $H_s=26\text{mm}$; $H_e=36\text{ mm}$



*Intensité des fluctuations de vitesse longitudinale
dans la moitié de l'enceinte située près de l'ouverture
E; $H_e=36\text{mm}$;*



$H_s = 16\text{mm}$



$H_s = 46\text{mm}$

Conclusion

- Mise en évidence de deux régimes d'écoulement en fonction de la dimension de l'ouverture supérieure et de Fr .
- Champ de pression complexe à l'intérieur de l'enceinte très différent de l'hydrostatique. Δp de part et d'autre des ouvertures en accord avec les visualisations et Bernoulli.

Perspectives

Soufflage extérieur, 3D, Niveaux de température plus élevés.