

GdR Feux, Marseille 6 et 7 juin 2019

Détermination expérimentale de l'origine virtuelle d'un panache massique non- Boussinesq

Problématique

Introduction

Partie 1 : Contexte

- 1. Problématique**
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

- ISI du désenfumage :
 - Modèle analytique,
 - Codes à zones avec modèle de panache simplifié.
- Travaux précédents :
 - Thèse M. Koutaïba (AMU, 2016),
- Approcher une solution réelle : décalage de l'origine réelle assimilée à un point source (origine virtuelle, position notée z_v).

Panache turbulent

Introduction

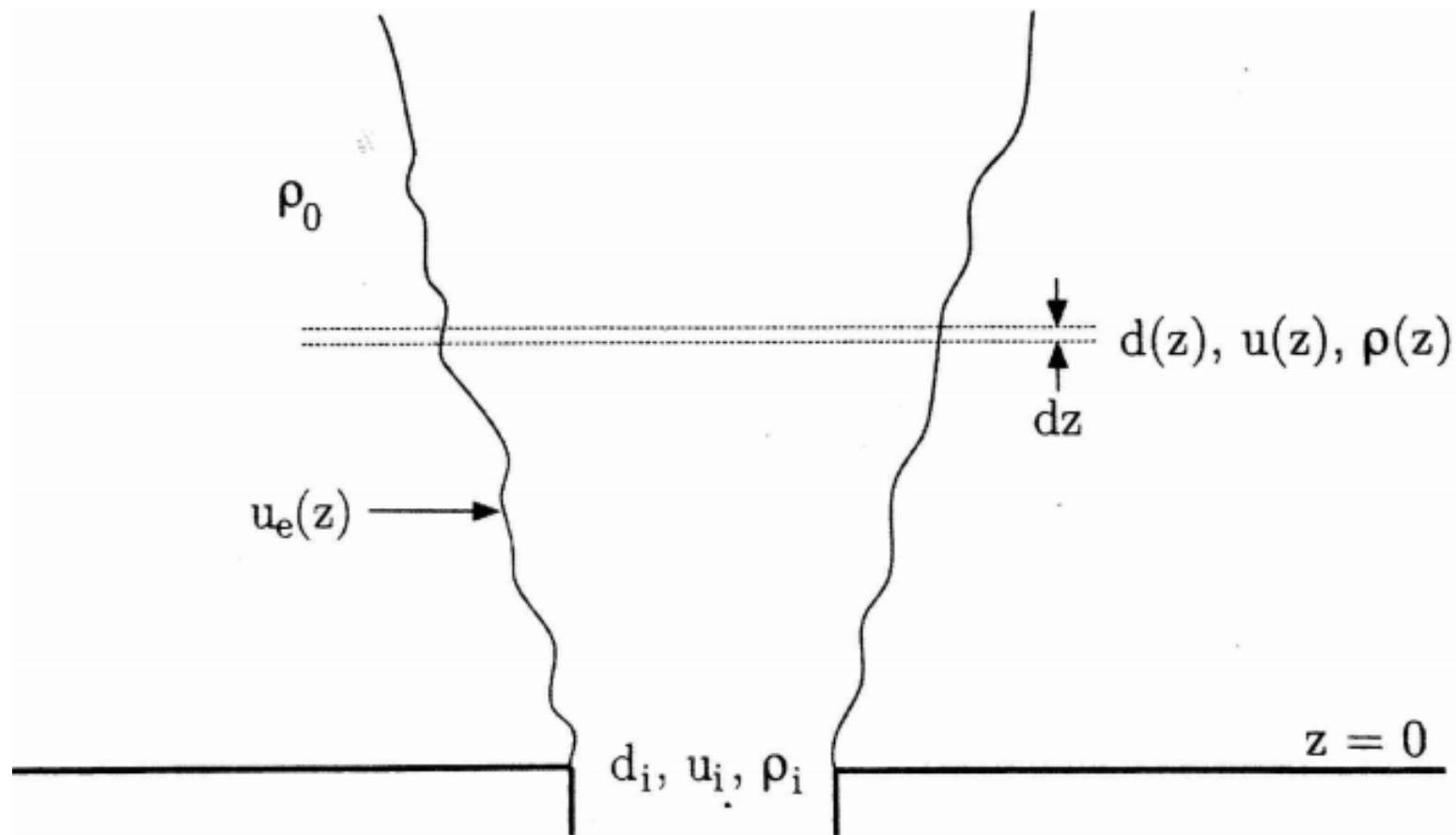
Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. **Modélisation d'un panache**
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion



Equations de conservation

Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. **Modélisation d'un panache**
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

- Conservation du débit massique dans le panache :

- $\frac{d}{dz} [\rho u d^2] = 4\alpha\rho_0 u d \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$

- Théorème de quantité de mouvement au volume fluide limité par le panache :

- $\frac{d}{dz} [\rho u^2 d^2] = \Delta\rho d^2 g$

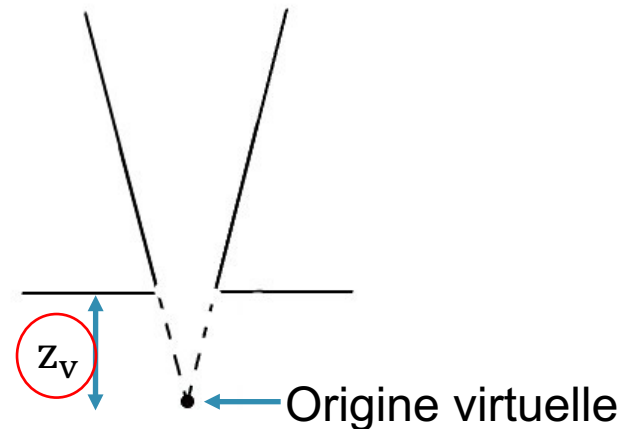
- Conservation de l'énergie pour le volume fluide limité par le panache :

- $\frac{d}{dz} [Q] = \frac{d}{dz} [\dot{m}C_p\Delta T] = \frac{d}{dz} [\Delta\rho u d^2] = 0$

Solutions auto-similaires

➤ Heskestad (1984)

Modèle non-Boussinesq		
$u(z) \propto z^a$	$d(z) \propto z^b$	$\frac{\Delta\rho^*(z)}{\rho} \propto z^c$
$u(z) \propto z^{-1/3}$	$d(z) \propto z$	$\frac{\Delta\rho^*(z)}{\rho} \propto z^{-5/3}$
$u(z) \propto (z - z_v)^{-1/3}$	$d(z) \propto (z - z_v)$	$\frac{\Delta\rho^*(z)}{\rho} \propto (z - z_v)^{-5/3}$



Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. **Modélisation d'un panache**
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

Modèle « Emptying-filling »

Introduction

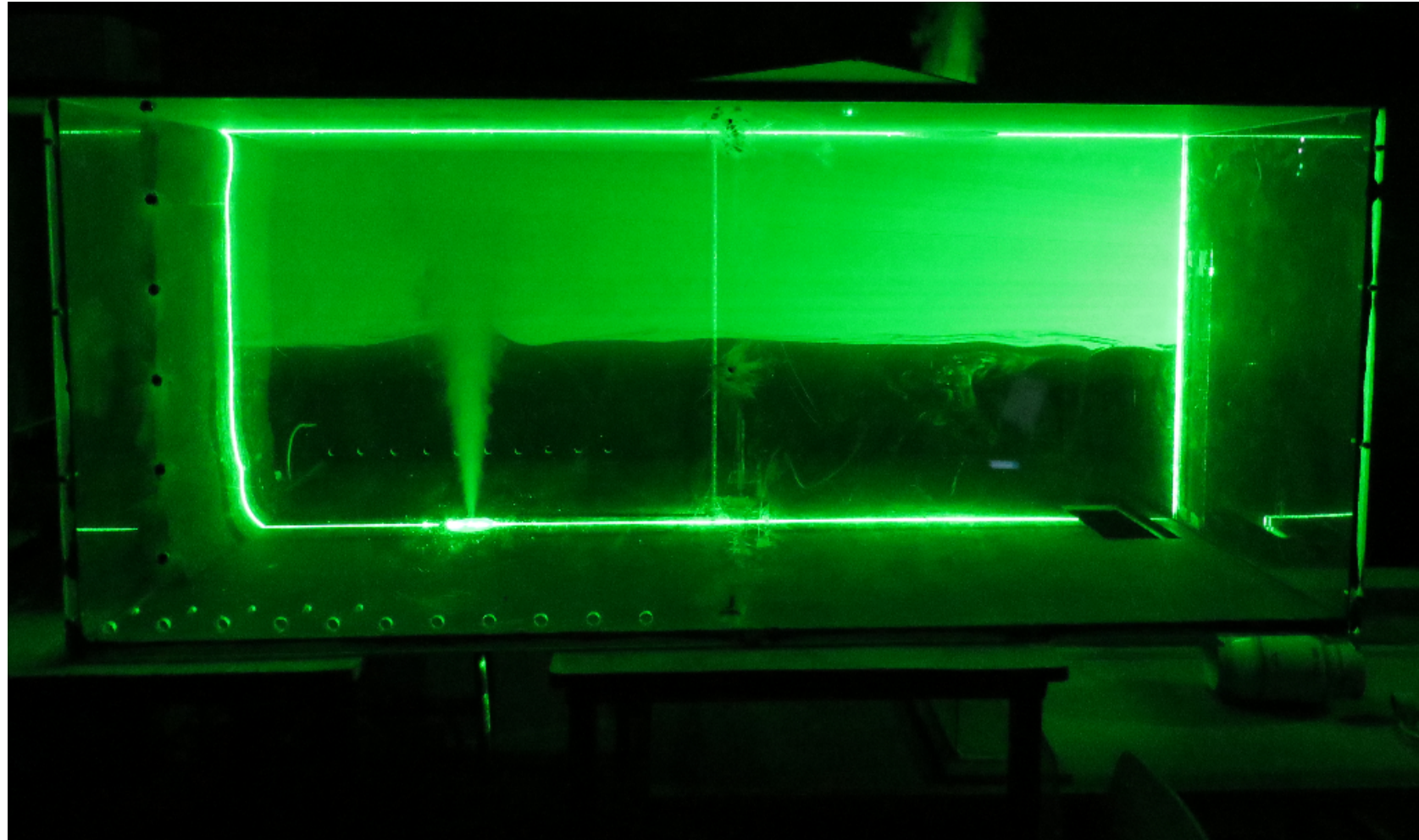
Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. **Modèle théorique**

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion



Mise en place des équations

Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. **Modèle théorique**

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

- Conservation débit volumique

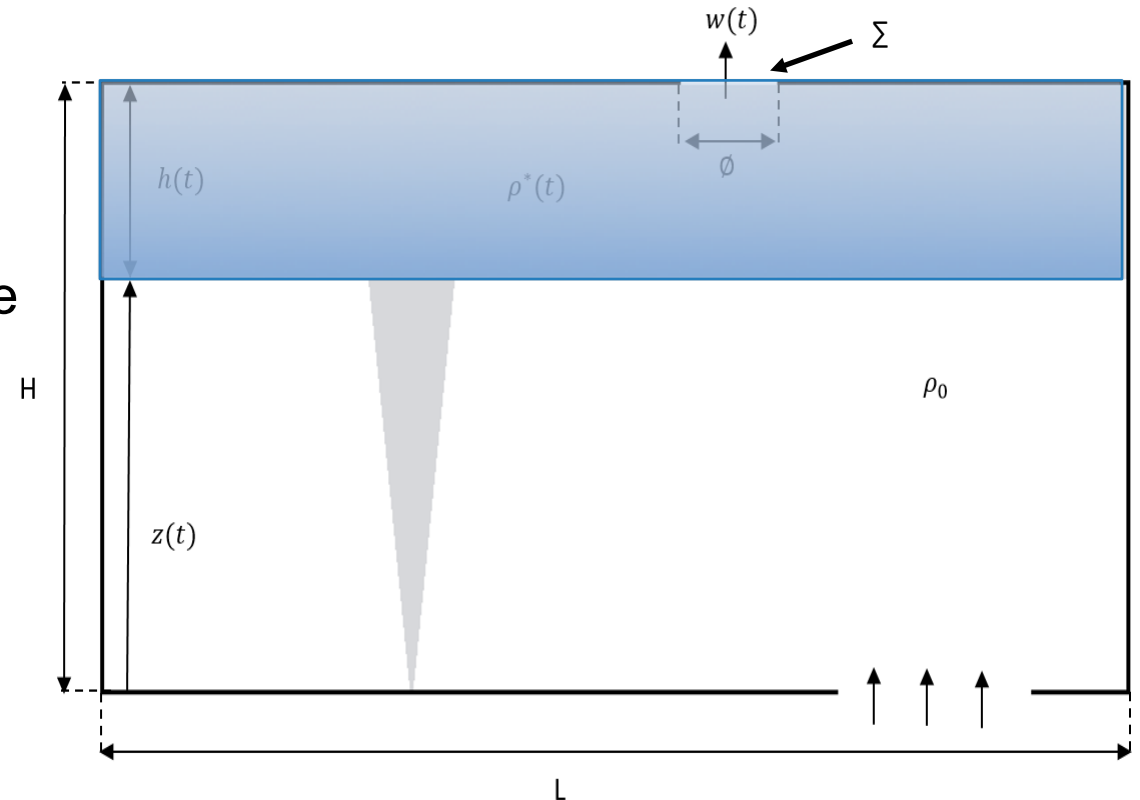
$$S \frac{dh}{dt} = Q_v - w\Sigma$$

- Conservation du débit massique

$$S \frac{d\rho^*h}{dt} = Q_m - \rho^*w\Sigma$$

- Bernoulli

$$P + \rho^*gh + \frac{1}{2C_d^2}\rho^*w^2 = Cste$$



Origine virtuelle et fonction panache

Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. **Modèle théorique**

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

- Fonction panache permet de caractériser le type de panache :
 - $\Gamma_i < 1$: panache forcé \longrightarrow inertie dominante,
 - $\Gamma_i = 1$: jet pur,
 - $\Gamma_i \rightarrow \infty$: panache paresseux \longrightarrow flottabilité dominante.

- $$\Gamma_i = \frac{5}{16\alpha} \frac{\Delta\rho_i}{\sqrt{\rho_0\rho}} \frac{d_i}{u_i^2} g :$$

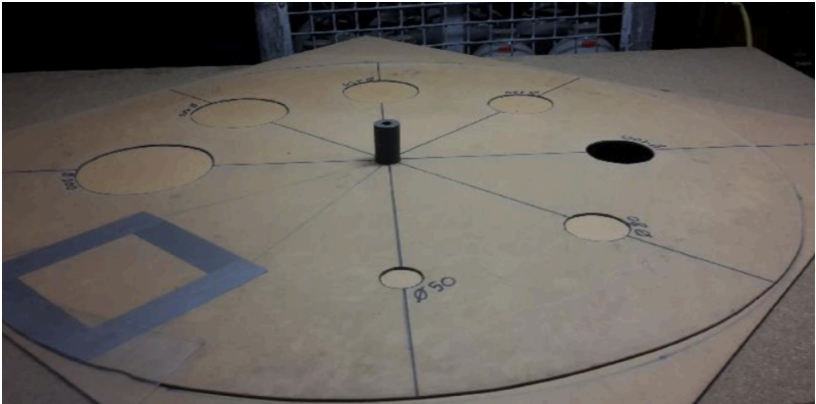
- $10^{-4} < \Gamma_i < 10^{-3}$

- Exprimer la position de l'origine virtuelle z_v en fonction de la fonction panache Γ_i :

- $z_v \propto \Gamma_i^n$

Présentation du banc d'essais

- Boîte rectangulaire (1,2 × 2 × 0,8 m)



0,1 m	0,12 m	0,15 m	0,17 m	0,2 m
-------	--------	--------	--------	-------

Hélium

Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

Grille d'essais

Introduction

Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

Essais	Propriétés				
	Fluide	d_{Σ} (m)	Q_i (l/min)	Re	Γ_i
1	Mélange 75% Air – 25% Hélium	0,1 → 0,2	20	2 200	$4 \cdot 10^{-3}$
2			40	4 400	$9 \cdot 10^{-4}$
3			60	6 600	$4 \cdot 10^{-4}$
4			80	8 800	$2 \cdot 10^{-4}$
5	Hélium pur	0,1 → 0,2	75	1 500	$3 \cdot 10^{-3}$
6			100	1 900	$2 \cdot 10^{-3}$
7			125	2 400	$1 \cdot 10^{-3}$
8			150	2 900	$7 \cdot 10^{-4}$
9			175	3 400	$5 \cdot 10^{-4}$

Mesure de la hauteur libre sous fumée

Introduction

Partie 1 : Contexte

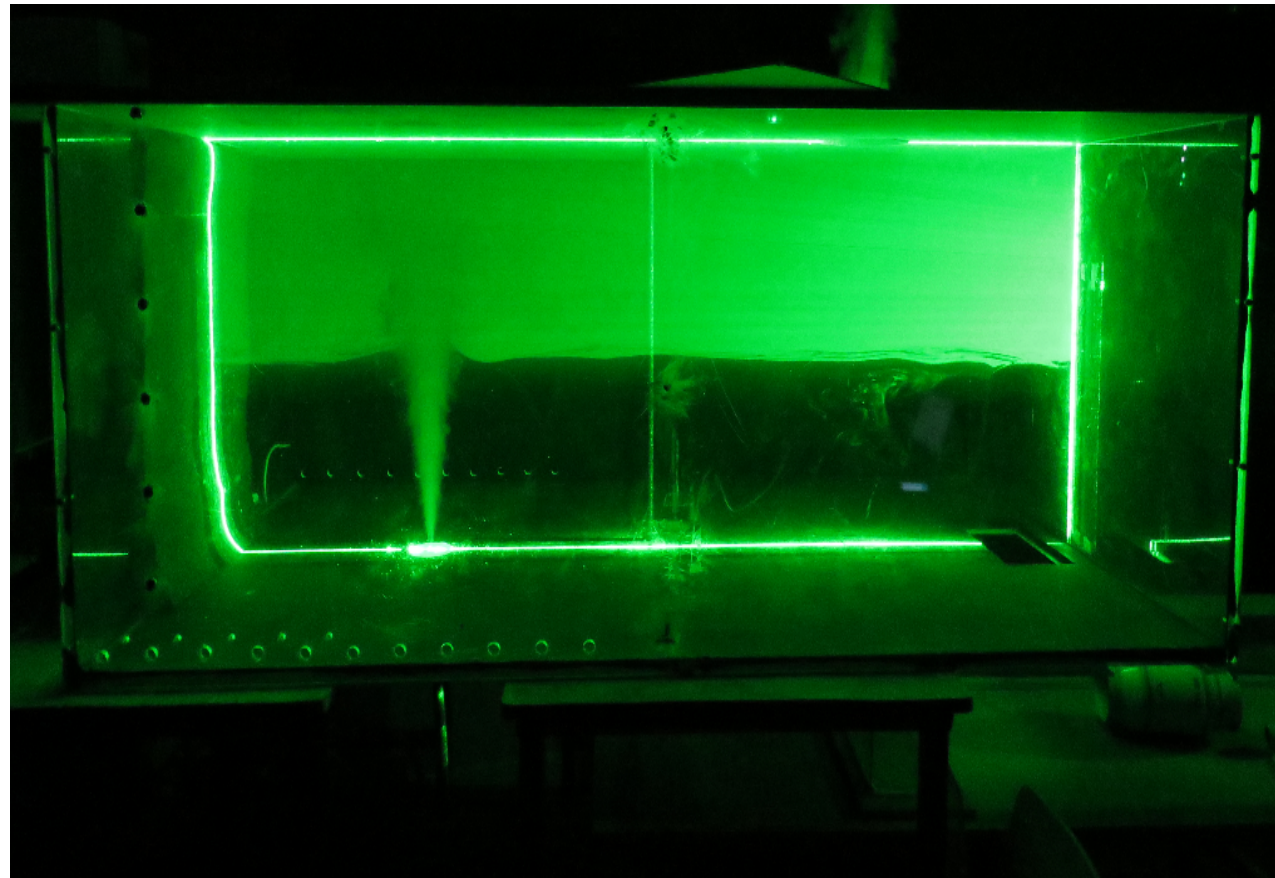
1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. **Présentation des essais**
2. Résultats

Conclusion

- Hauteur libre sous fumée \longrightarrow déterminer la valeur de z_v .



Résultats

Introduction

Partie 1 : Contexte

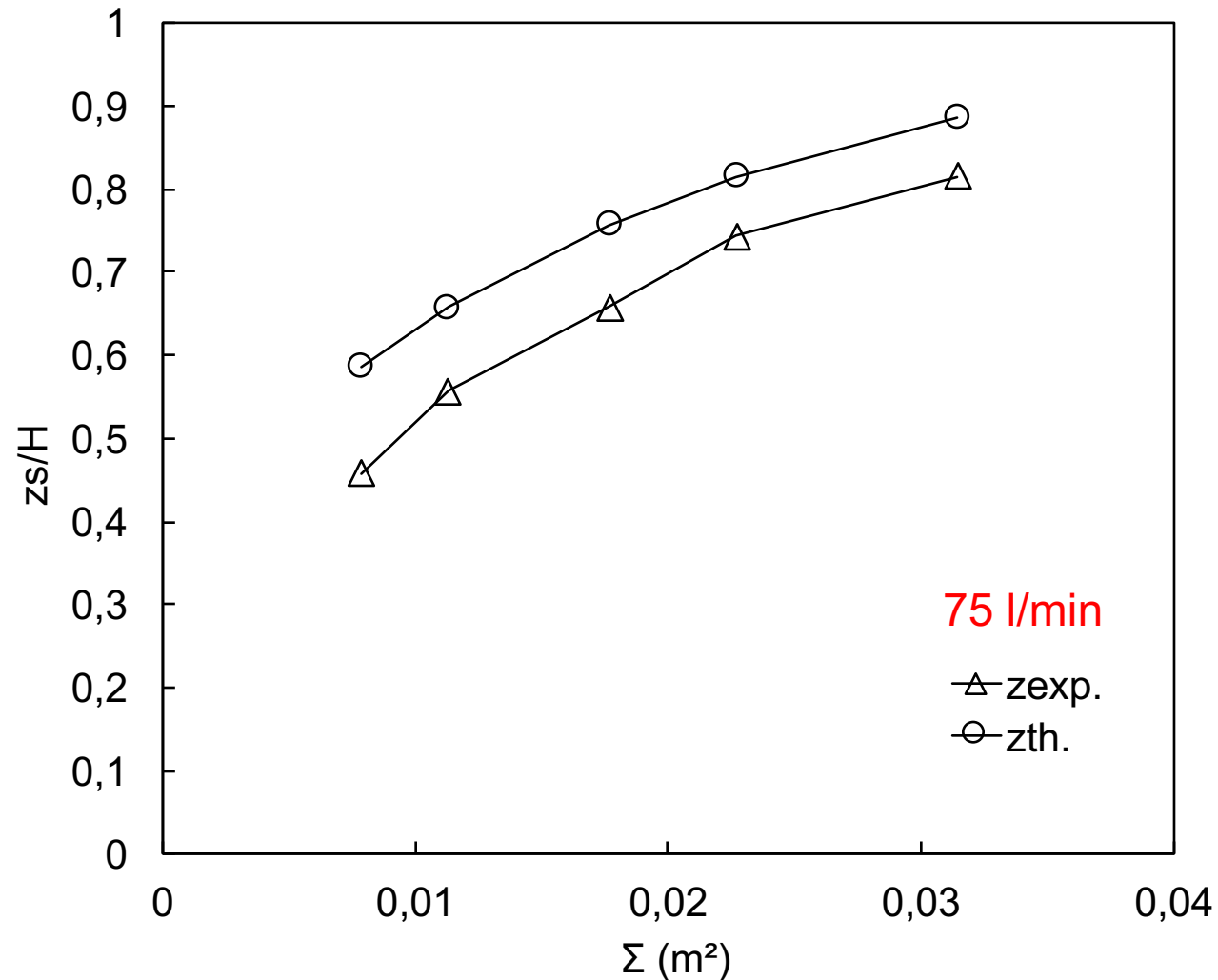
1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

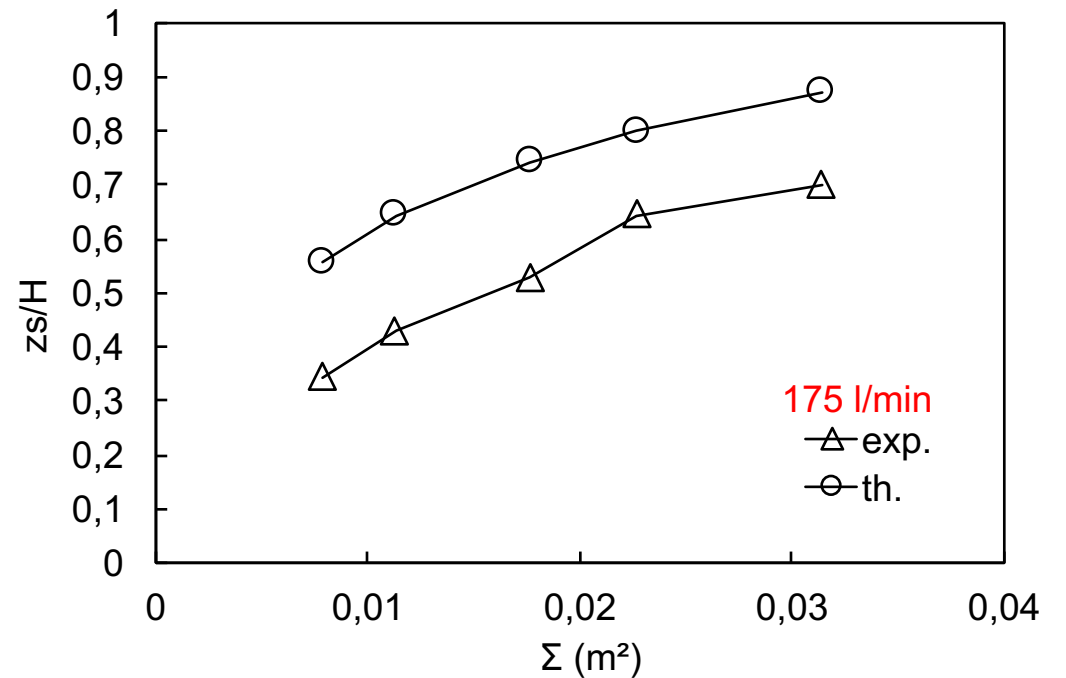
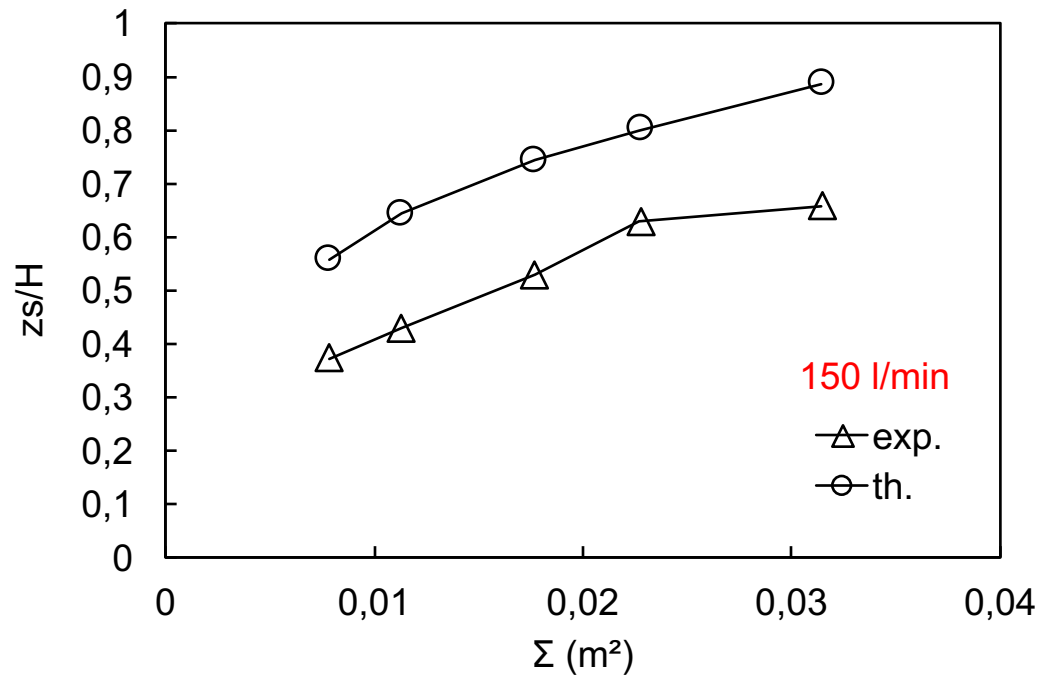
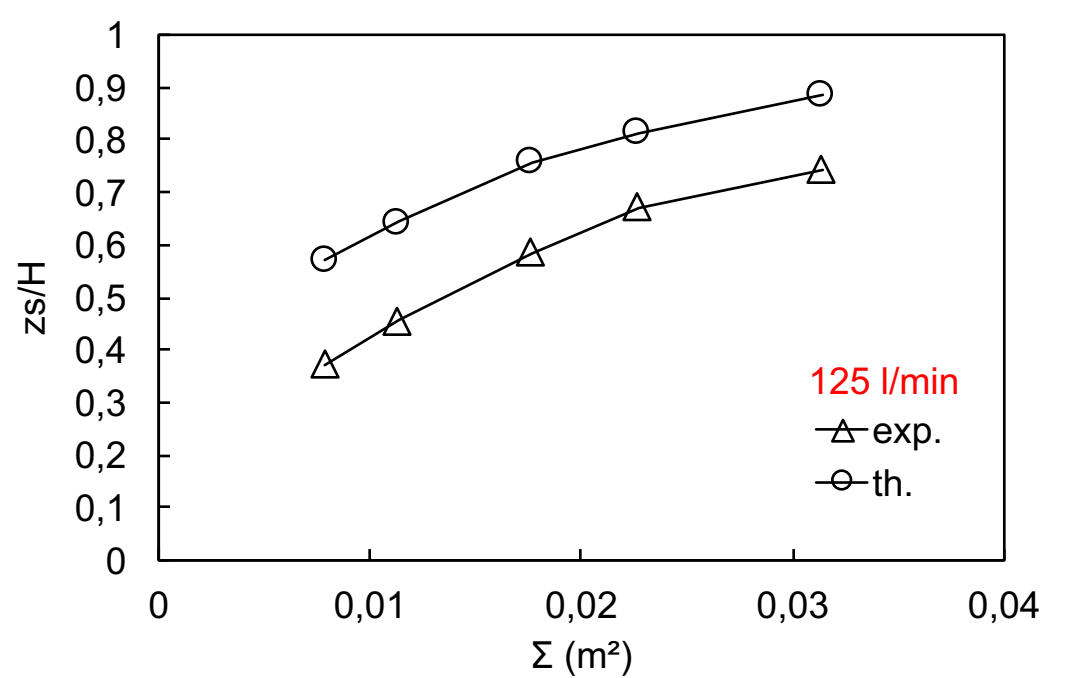
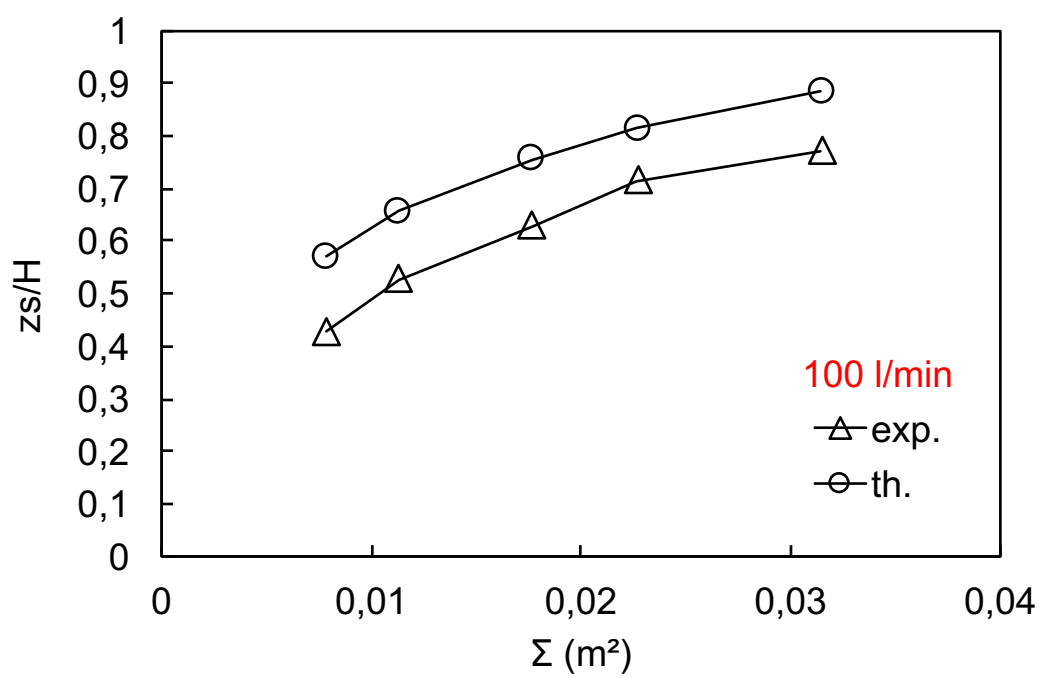
Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. Résultats

Conclusion

- Différence entre la hauteur libre théorique et expérimentale pour chaque débit (Hélium pur).





Décalage entre théorie et expériences

Introduction

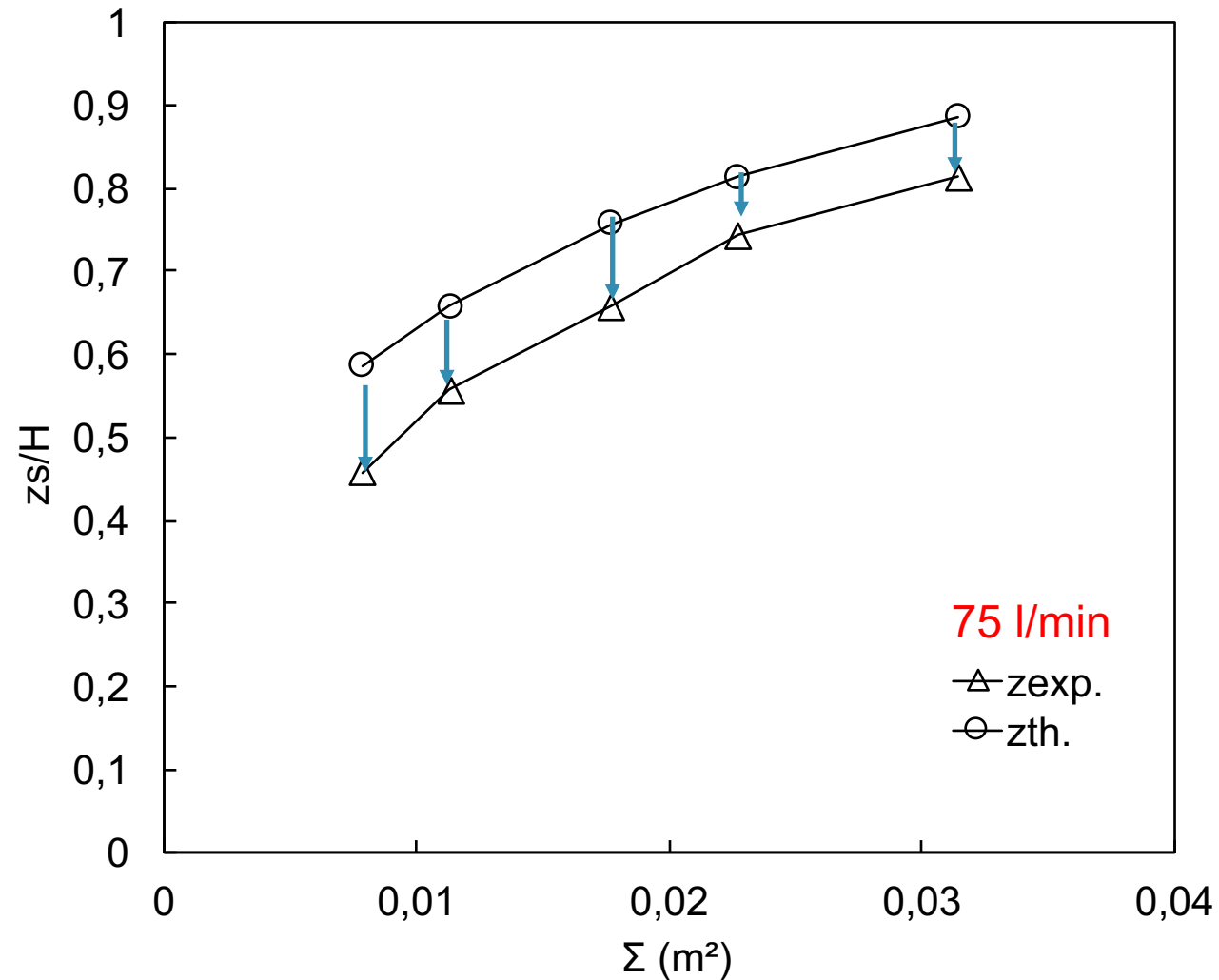
Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
- 2. Résultats**

Conclusion



Evolution de z_v en puissance de Γ_i

Introduction

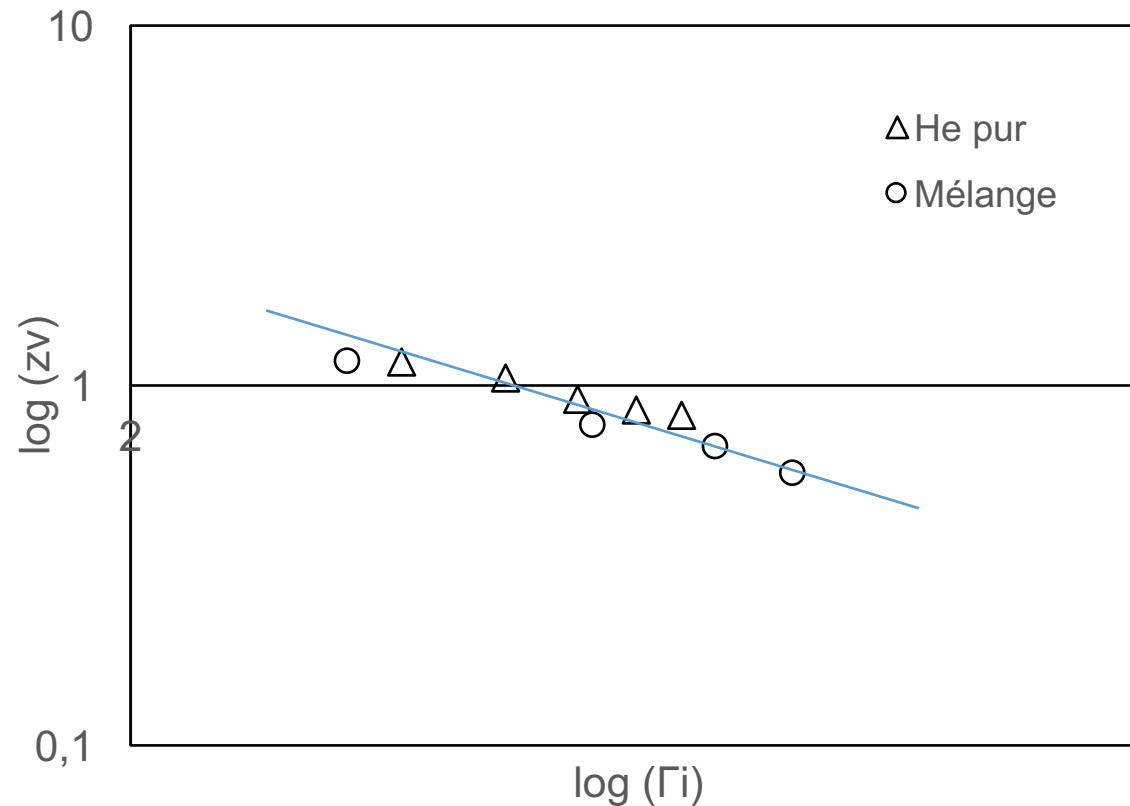
Partie 1 : Contexte

1. Problématique
2. Modélisation d'un panache
3. Modèle théorique

Partie 2 : Expériences et résultats

1. Présentation des essais
2. **Résultats**

Conclusion



- $z_v \propto \Gamma_i^n$ avec $n \sim -1/2$

- Position de l'origine virtuelle z_v en fonction de la fonction panache Γ_i en diagramme $\log-\log$. Les triangles représentant les points obtenus pour le cas de l'hélium pur et les cercles pour le mélange de 75% air et 25% hélium.

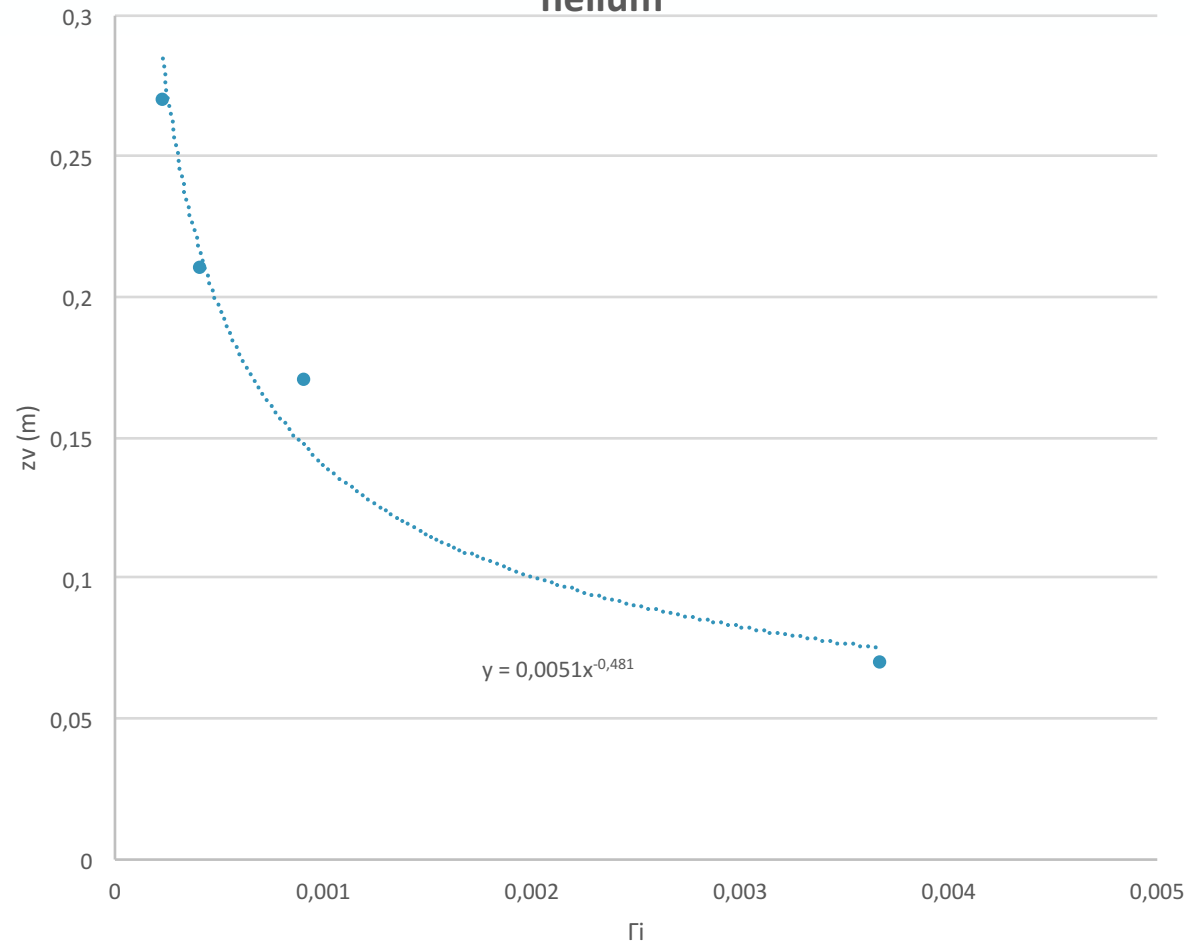
Conclusion

- Panache turbulent d'un modèle de remplissage-vidange.
- Méthode inverse : décalage de la hauteur libre sous fumées théorie et expérience.
- Evolution de l'origine virtuelle en fonction de la fonction panache : $z_v = f(\Gamma_i) \sim \Gamma_i^{-1/2}$.
- Perspective : Essais en régime paresseux ($\Gamma_i \rightarrow \infty$).

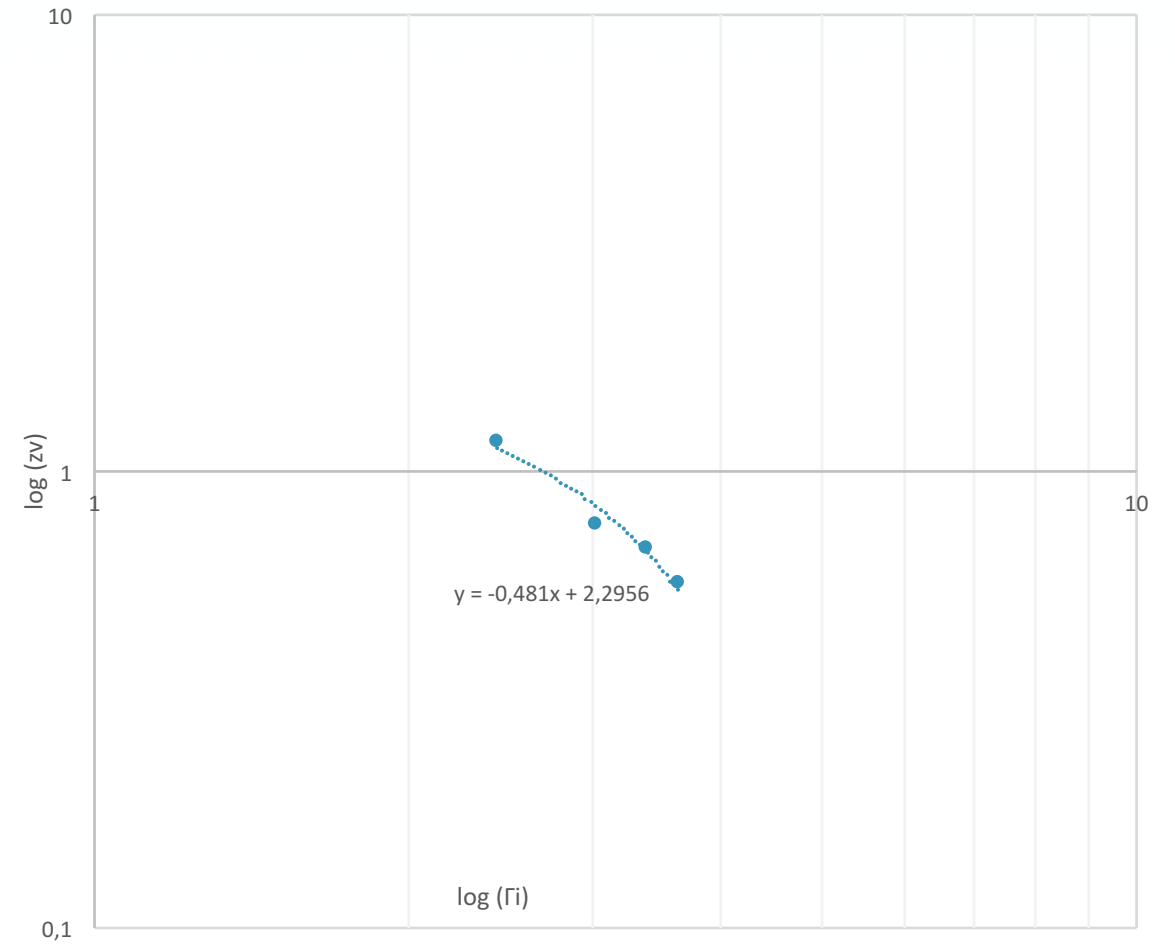
Merci de votre attention.

Annexe

$Z_v = f(\Gamma_i)$ dans le cas du mélange 75% air – 25%
hélium

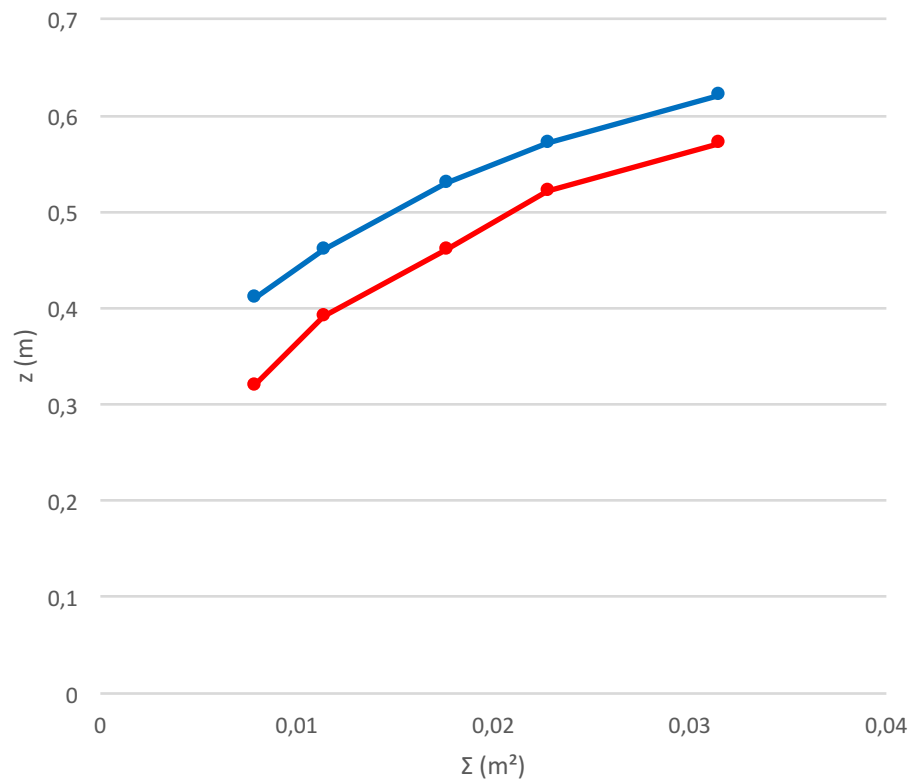


$\log(z_v) = f(\log(\Gamma_i))$

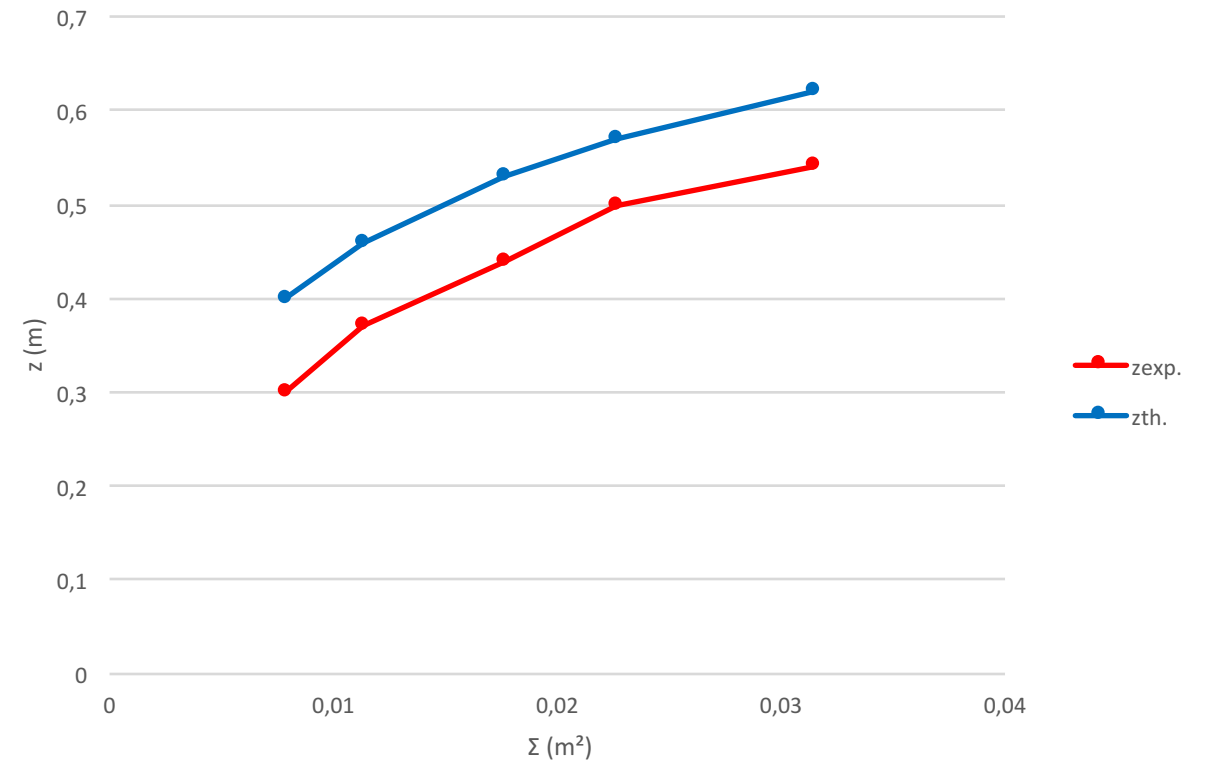


Annexe

$z = f(\Sigma)$ à $Q_v = 75$ l/min

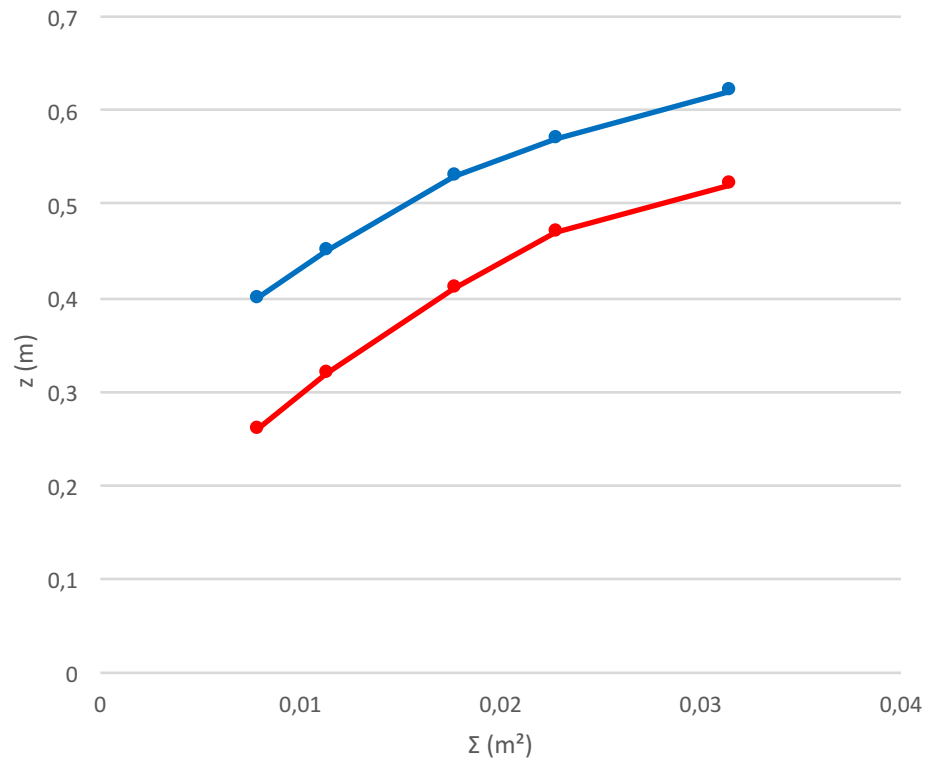


$z = f(\Sigma)$ à $Q_v = 100$ l/min

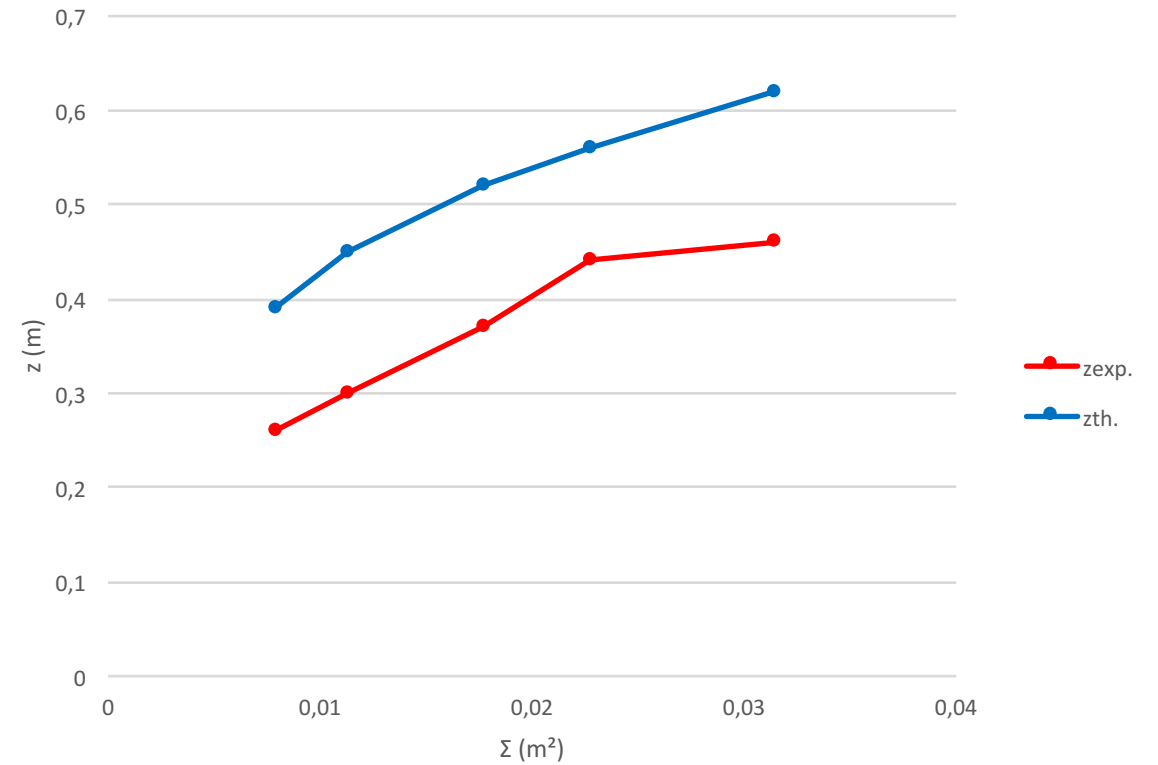


Annexe

$z = f(\Sigma)$ à $Q_v = 125$ l/min



$z = f(\Sigma)$ à $Q_v = 150$ l/min



Annexe

$z = f(\Sigma)$ à $Q_v = 175 \text{ l/min}$

