

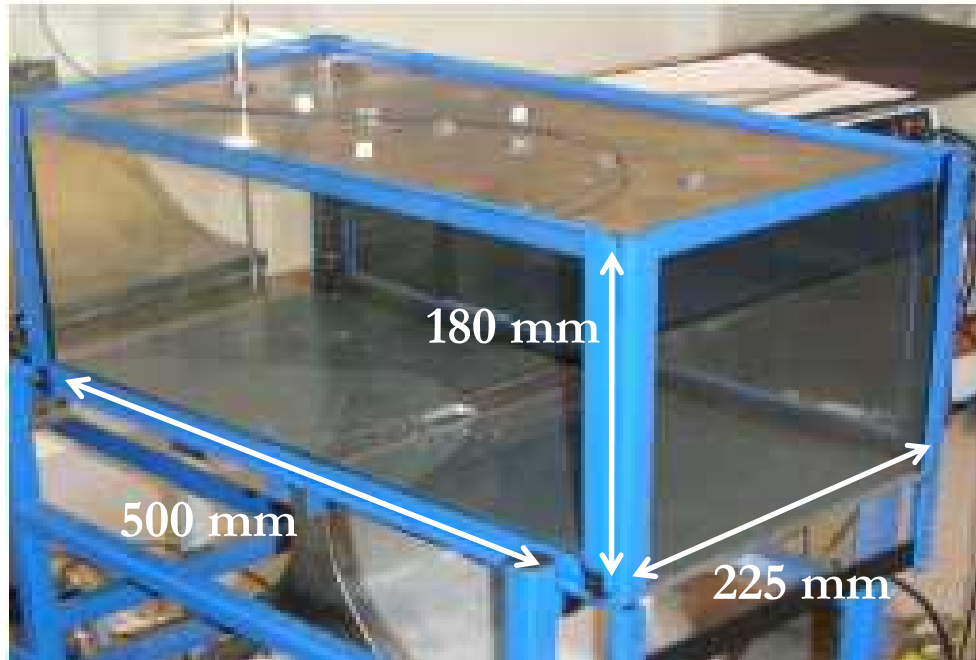
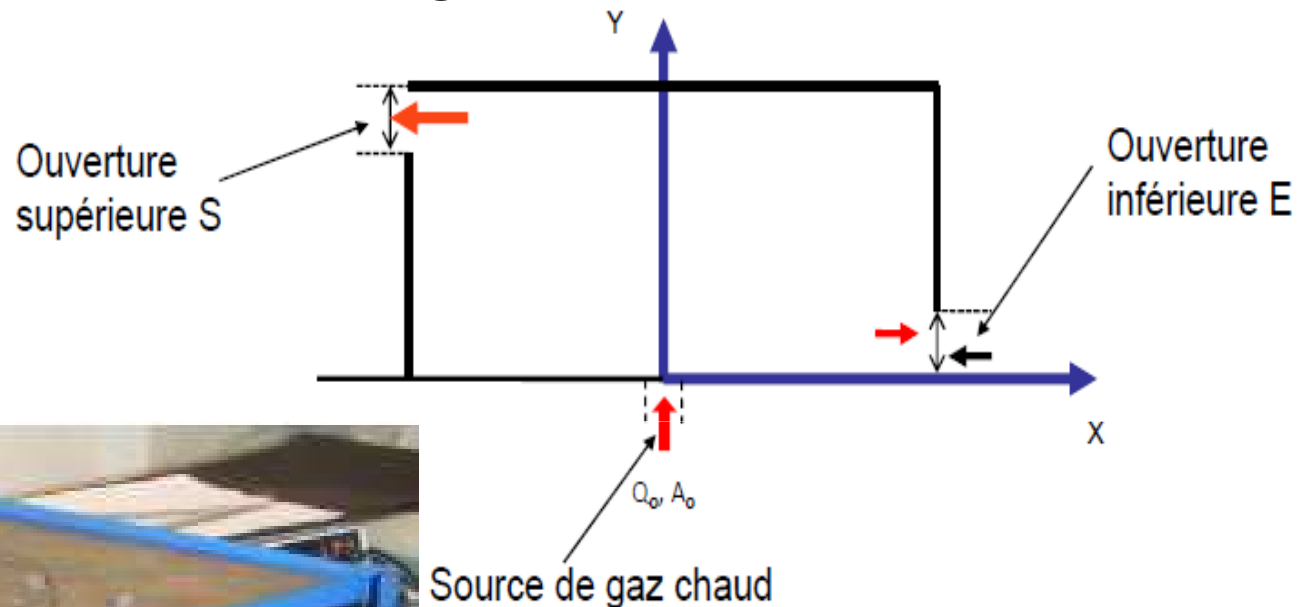
Benchmarks du GDR incendie

**Benchmark 1 « sans combustion » :
Maquette thermique (P. Paranthoën, CORIA)**

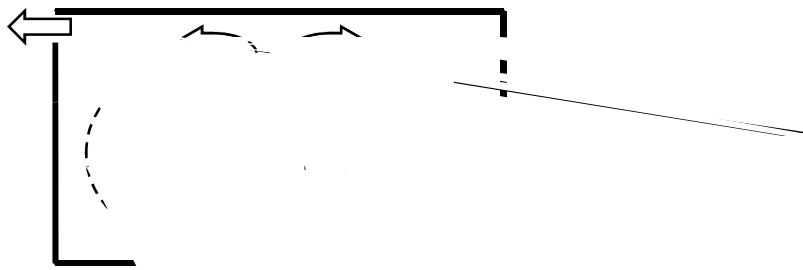
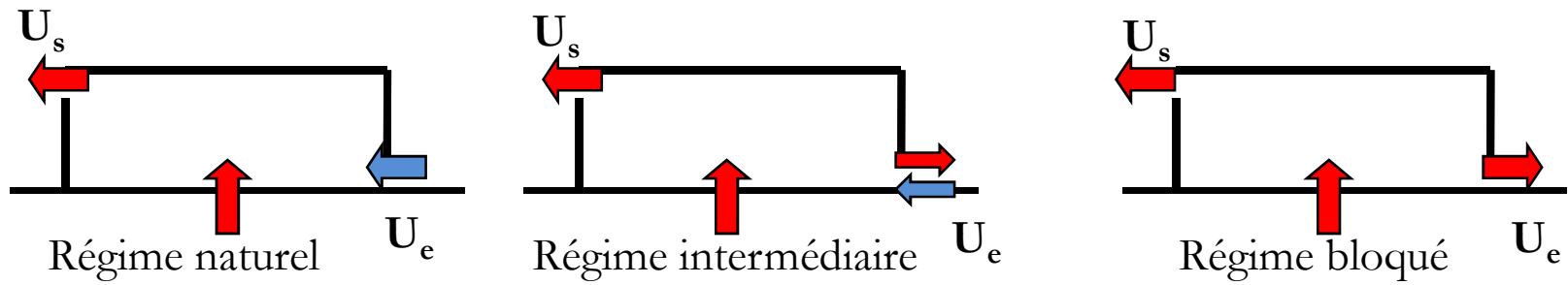
Benchmark 2 : « avec combustion » (proposition)

Benchmark 1 « sans combustion » : maquette thermique (P. Paranthoën, CORIA)

Régimes d'écoulements dans une enceinte ventilée en présence d'une source continue de gaz chauds



Rappel concernant les 3 régimes d'écoulements Selon le débit d'injection et le ΔT



Rappel du Cahier des charges

Dimensions intérieures de la maquette parallélépipédique

Longueur $L=500\text{mm}$ Largeur $l=225\text{mm}$
Hauteur $H=180\text{mm}$

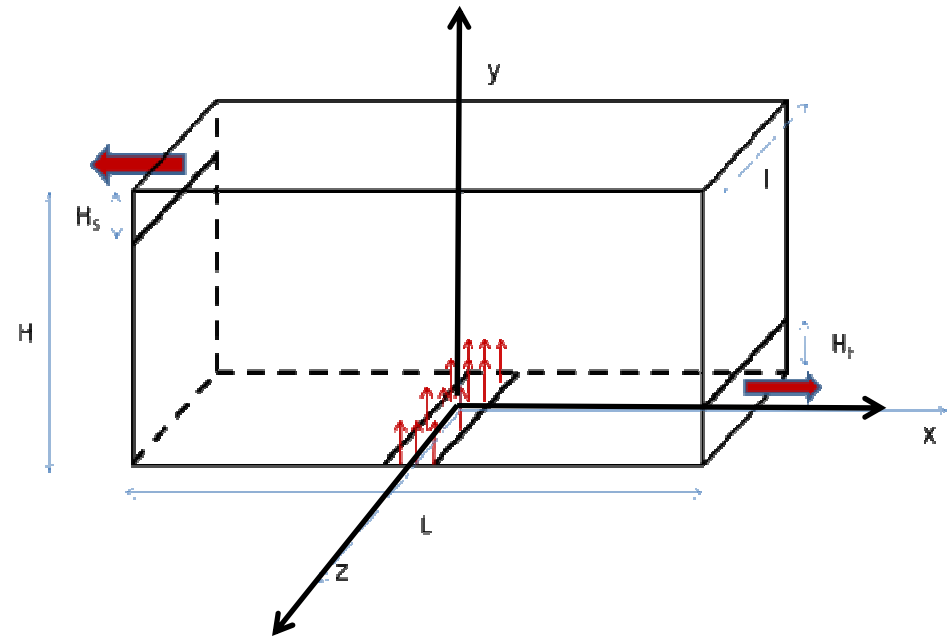
Ouvertures

en partie basse : Largeur : 225mm et Hauteur :
 $H_E = 36\text{ mm}$

en partie haute : Largeur : 225mm et Hauteur :
 $H_S = 22\text{ mm}$

Epaisseurs des parois

Plancher	PVC	28 mm
Plafond	plexiglass Bayer	14 mm
Parois latérales	plexiglass Bayer	8 mm
Parois latérales E	plexiglass Bayer	5 mm
Parois latérales S	plexiglass Bayer	5 mm



Propriétés thermo-physiques des parois (plexiglass) et du plancher (PVC):

- Conductivité thermique : $\lambda_{\text{PLEXIGLASS}}$ et λ_{PVC}
- Masse volumique : $\rho_{\text{PLEXIGLASS}}$ et ρ_{PVC}
- Chaleur spécifique : c_p PLEXIGLASS' PVC

Rappel du Cahier des charges

Injection d'air chaud

Buse : Longueur : 30 mm et largeur : 225mm

La validation portera sur les 3 configurations suivantes :

Config. 1:	$Q_0 = 106 \text{ L/mn,}$	$\Delta T_0 = 70 \text{ K}$
Config. 2 :	$Q_0 = 160 \text{ L/mn,}$	$\Delta T_0 = 51,8\text{K}$
Config. 3 :	$Q_0 = 240 \text{ L/mn,}$	$\Delta T_0 = 40,2\text{K}$

Données : profils de vitesse à l'injection (3 plans)

Options de modélisation:

- Ecoulement laminaire ou turbulent.
- Ecoulement 2D ou 3D
- Coefficient d'échange thermique par convection avec l'extérieur : $h_{\text{ext}} = 8 \text{ W/m}^2/\text{K}$

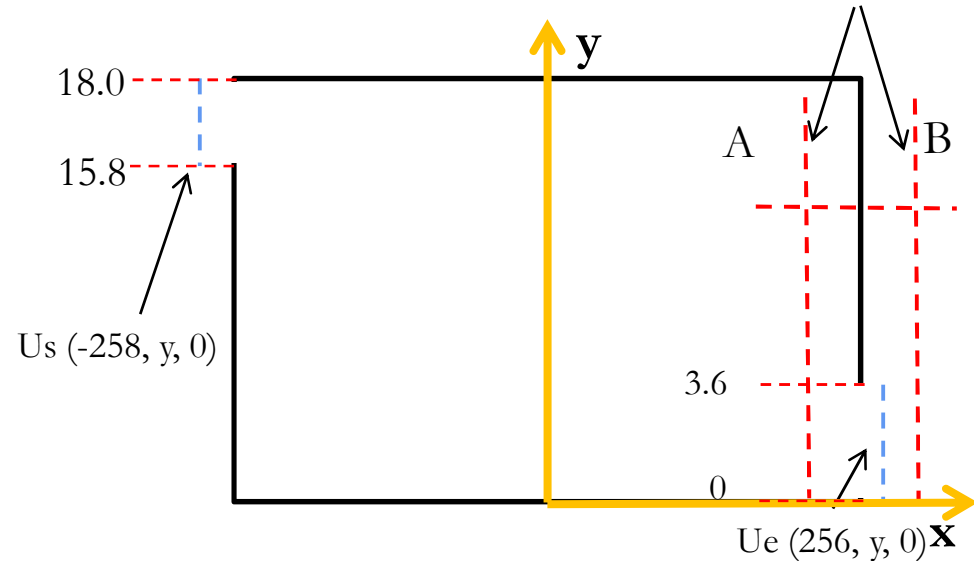
Hypothèses:

- Rayonnement négligeable
- Propriétés thermo-physiques de l'air et des parois constantes

Présentation des résultats

Comparaison des résultats numériques et expérimentaux :

- Profils de vitesse aux ouvertures le long de la verticale $y(U_e, U_s)$
- Valeur et position du Max. de vitesse aux ouvertures
- Pourcentage d'erreur relative sur les valeurs et positions des max de vitesse aux ouvertures



$$\text{Erreur}(\%) = \frac{\text{Valeur_expérimentale} - \text{Valeur_calculée}}{\text{Valeur_expérimentale}} \times 100$$

- Profil de pression différentielle le long de la verticale entre les points A et B (ΔP_{AB})
- Débits volumiques totaux aux ouvertures (Q_e, Q_s) : $Q_v = 0.225 \times \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} u_x(y) dy$
- Pourcentage d'erreur relative sur les valeurs des débits volumiques totaux.

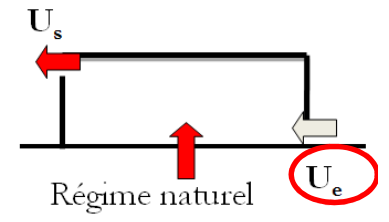
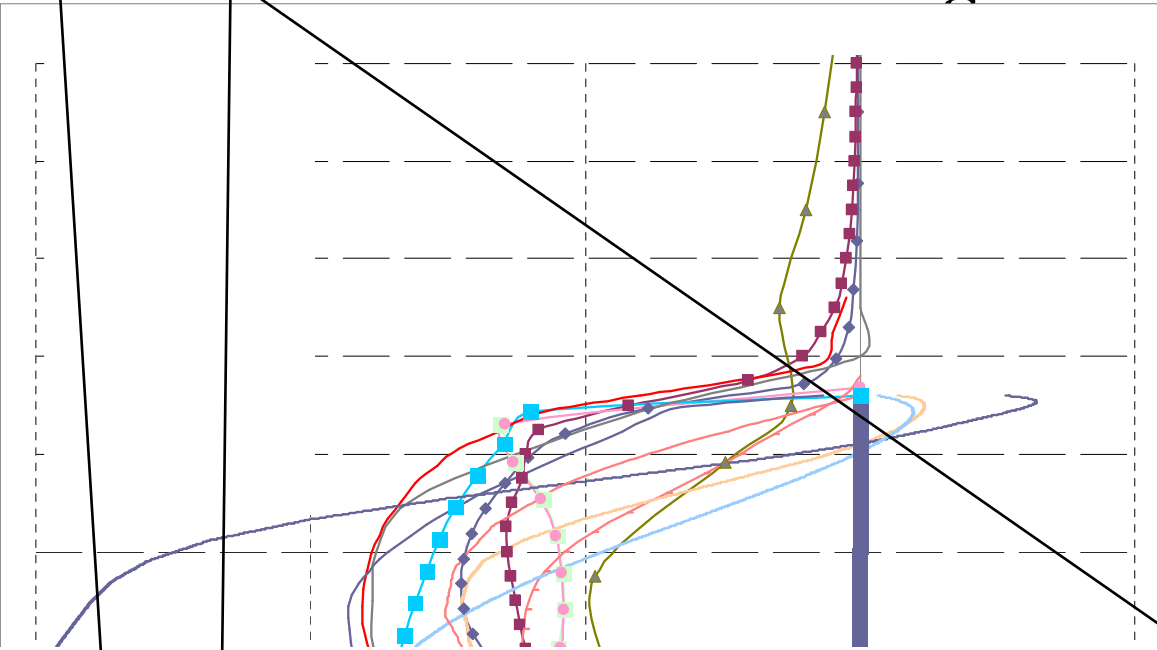
Logiciels et modèles de turbulence

- Modèles LES
 - FDS 5 : Univ. Ulster, X, FluidAlp et Ligeron
 - Smagorinsky : 3D en séquentiel
 - FDS 6 ((FluidAlp) : Smagorinsky dynamique modèle germano + loi de paroi : 2D
// openmp
- Modèles RANS
 - ISIS (IRSN/ETiC) : k - ϵ , 3D, //
 - SATURNE (EDF) : k - ϵ , 3D, //
 - OpenFoam (P' et CORIA) : SST k - ω , 2D, //
 - PHOENICS 2007 (FluidAlp) : HR4 (k - ϵ , variance des fluctuations de température et son taux de dissipation), 2D, // MPI
 - SAFIR (IUSTI/ETiC et DGA Tn) : k - ϵ , 3D, séquentiel
 - CFX (TECHNOVA) : 3 modèles de turbulence testés (k - ϵ , SST, BSL), 3D Séquentiel

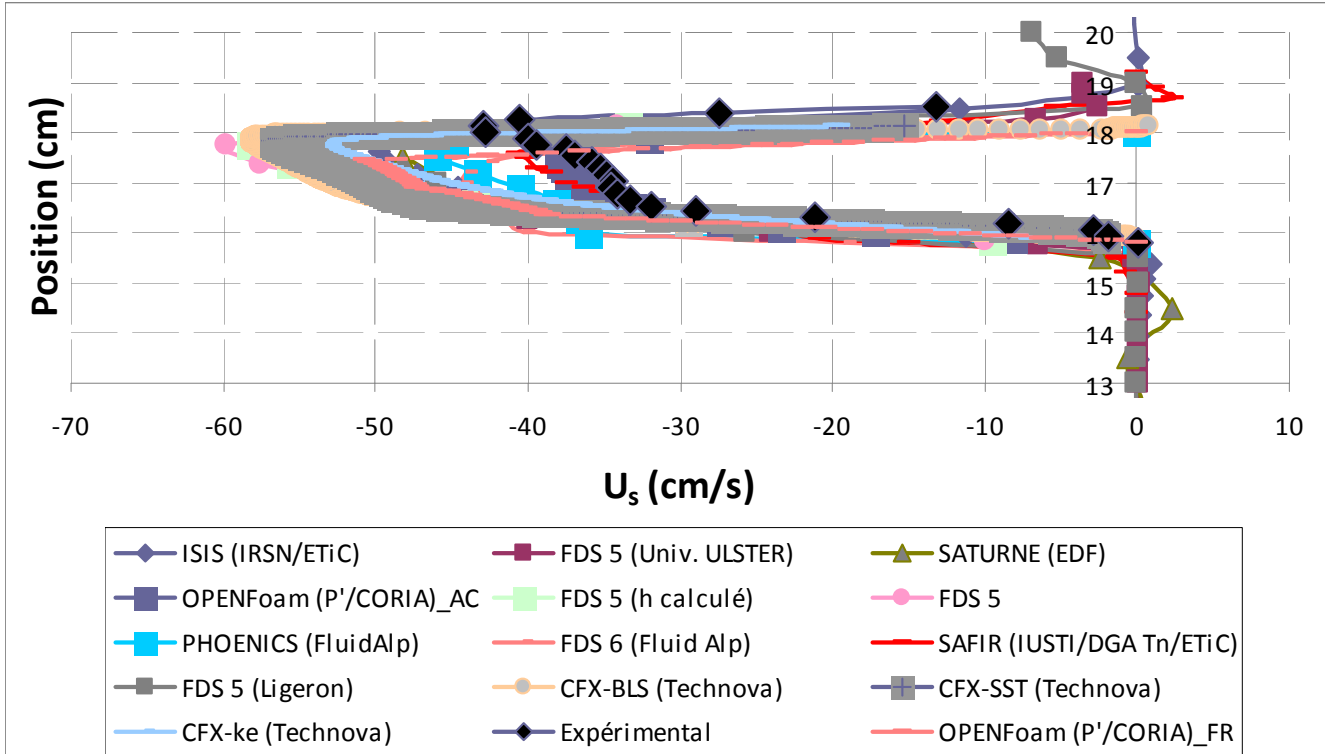
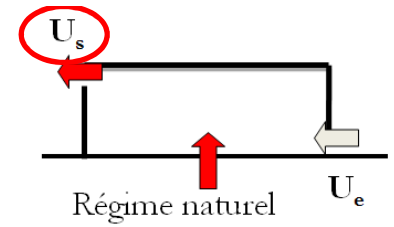
Tableau récapitulatif

Code	ISIS	FDS 5	SATURNE	OPENFoam	CFX	PHOENICS 2007	FDS6	SAFIR	FDS 5
Domaine de calcul m ³	1×0,216×0,1125	0.6 x 0.5x 0.24	0,9x0,225x 0,28	0.910x0.39 4	0,90X0,52 X 0,50	0,18x0,225x 0,6 m 0,11x0,241x 0,222	0,222x0,241x 1.01	1x0.25x0.36	0,8x0,225x 0,2
Maillage uniforme	non	oui	non	oui	non	non	oui	non	oui
Nombre de mailles dans chaque direction	123x57x23		90x23x18	910x394	140X81X101	141x42x47	60x45x90	160x80x36	160x50x40
Taille de la plus petite maille (mm)	2,5 et 50	cube de 2.5 mm de coté	7 et 10 mm	1mm	0,025mm ³ et 324 mm ³	3,07et15,6	2 et 10	1, 40	cube de 5 mm de coté
Temps de calcul CPU	5 h	24.4 h	2500 s	3h	10h	10h	2h	7h (400s)	15h
Machine	8 procs Bi-pro quadri cœurs Intel Xeon , 2.83 GHz, 16Go de Ram	Intel Xeon 3.2 GHz	4 procs HP xw 6600	2 procs		1 processeur 4 cœurs 12 Mo cache	1 processeur 4 cœurs 12 Mo cache	Processeur AMD 2216 2400 MHz sous Linux ubuntu	INTEL CORE2QU AD

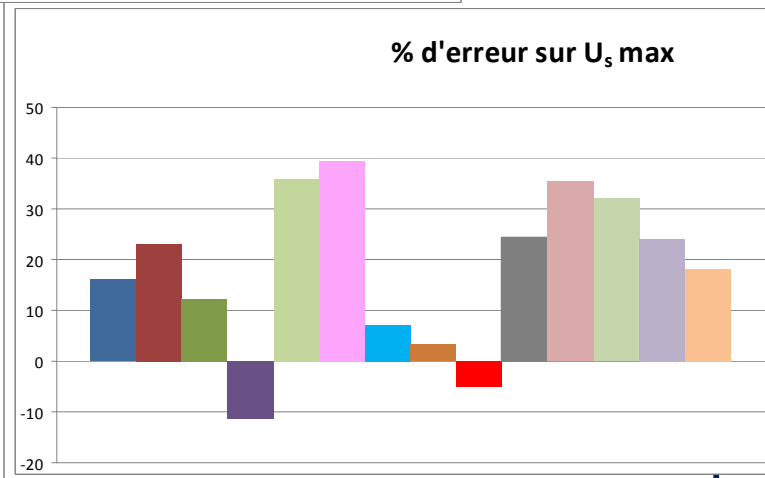
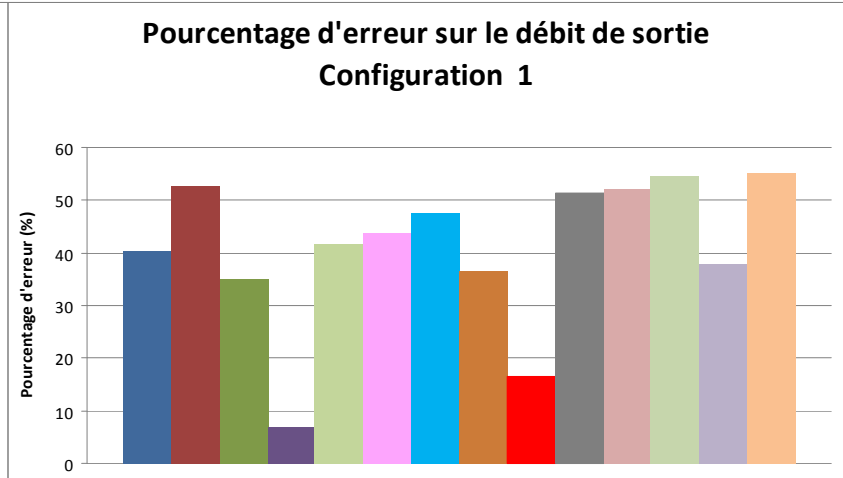
Résultats Configuration 1 : U_e



Résultats Configuration 1 : U_s

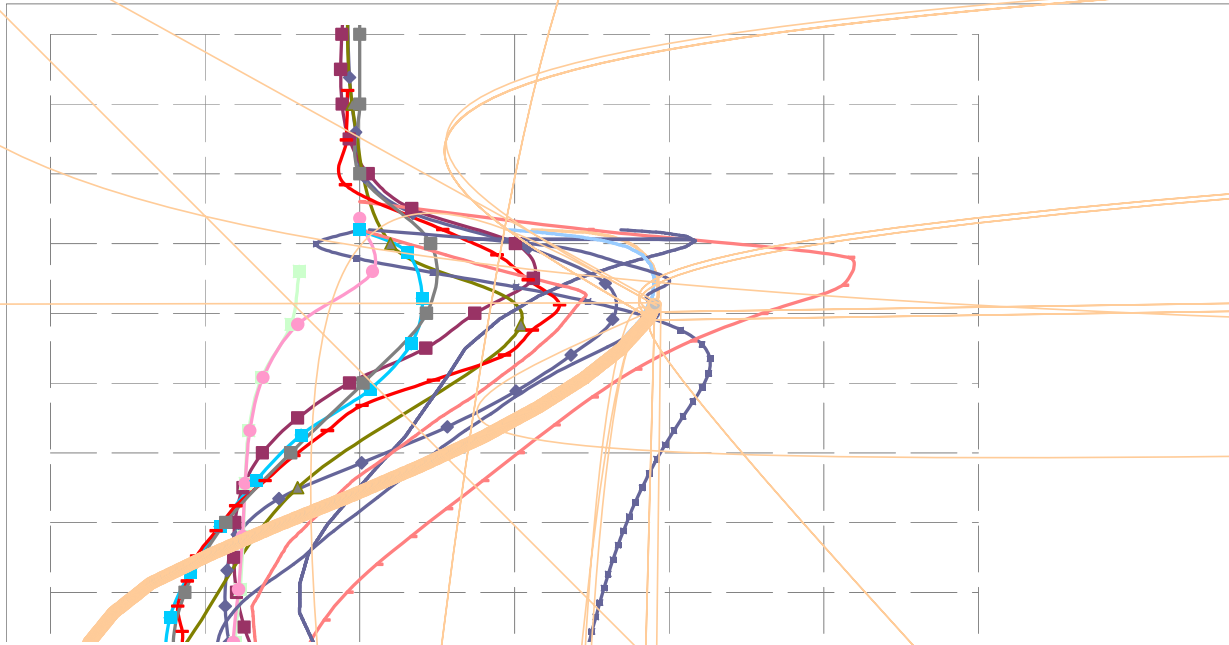
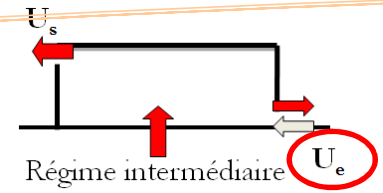


- Valeur de U_s max Surestimée
- Max de vitesse décalé vers le bas (+ ou -)
- Surestimation du débit



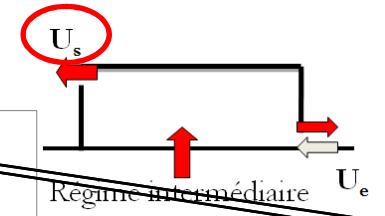
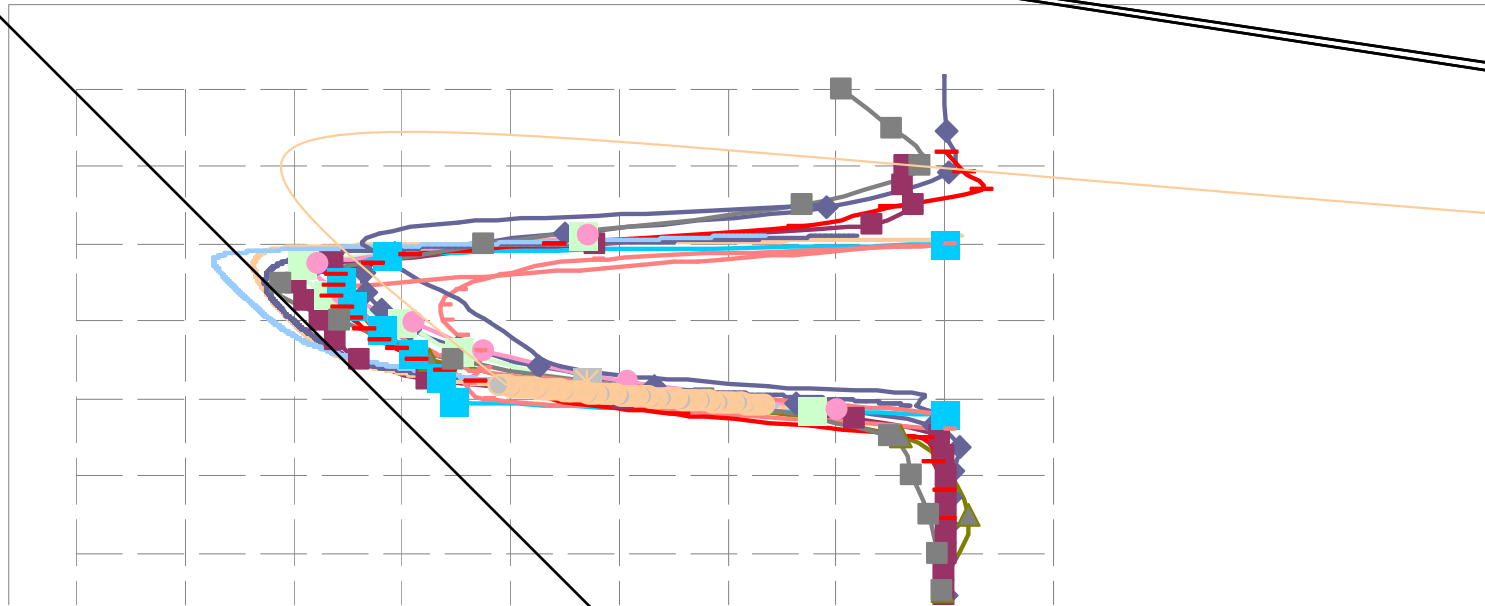
Débit exp. $Q_s = 85,4$ L/mn

Résultats Configuration 2 : U_e

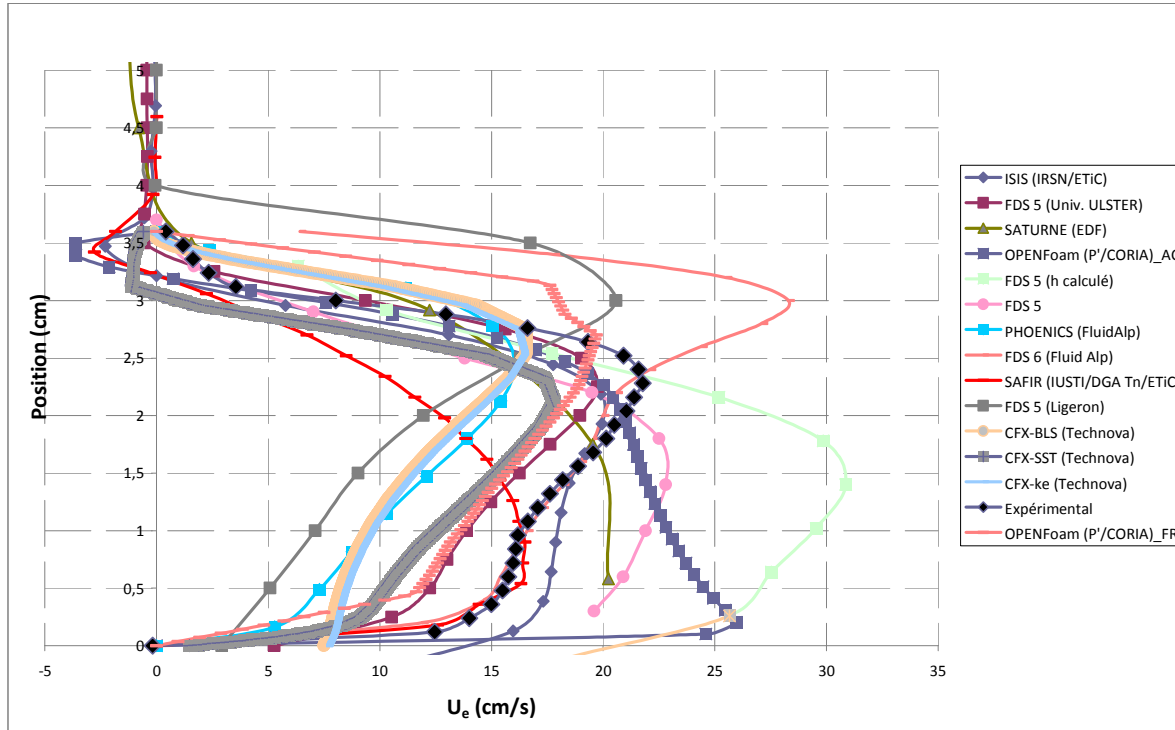
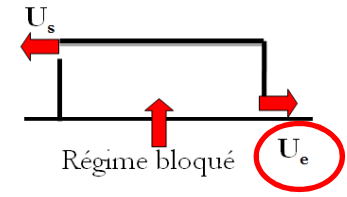


- La plupart des codes prédisent l'inversion des profils, mais avec sous-estimation de la vitesse sortante (effet Coanda surestimé)
- Difficulté à prédire la position de vitesse nulle

Résultats Configuration 2 : U_s

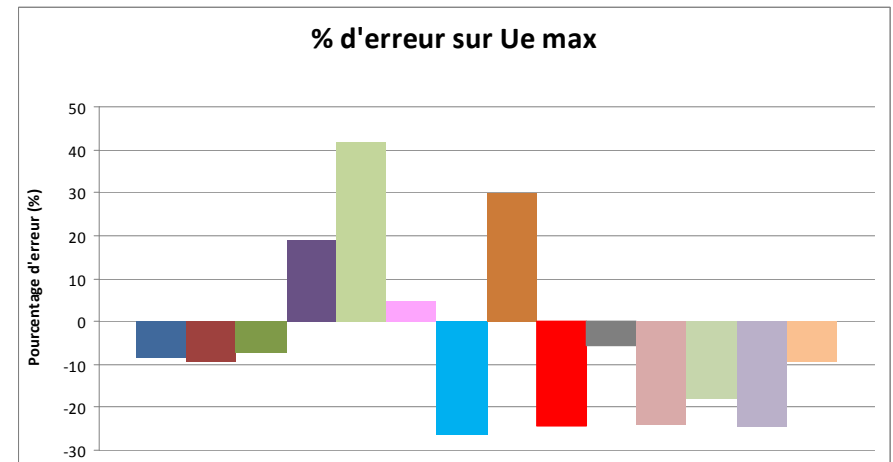
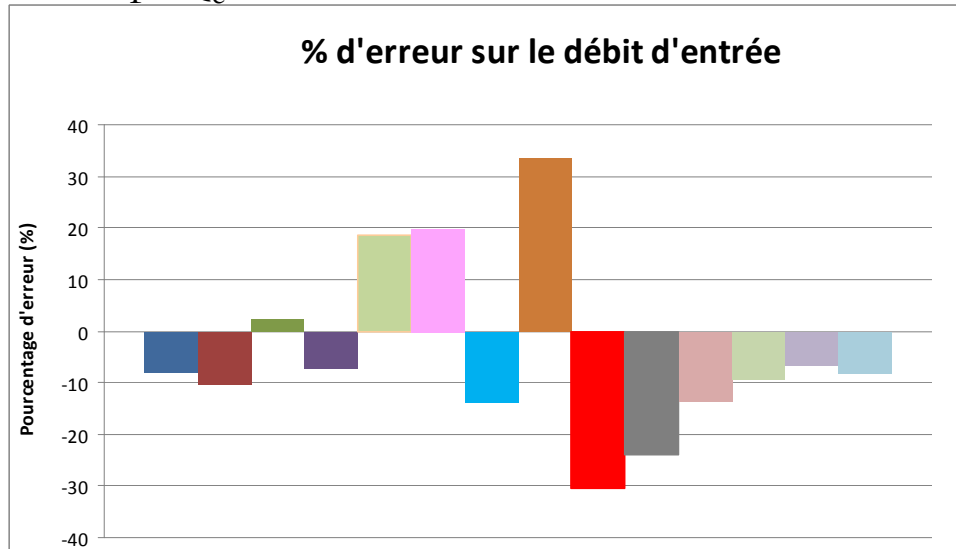


Résultats Configuration 3 : U_e

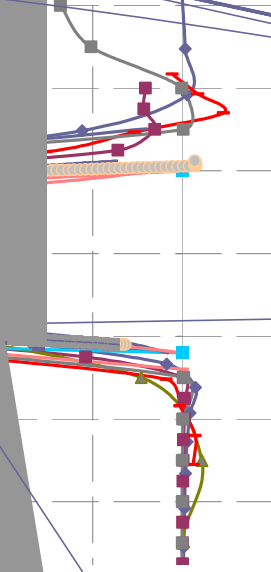
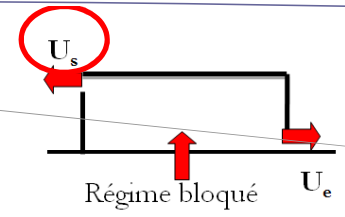


- Globalement satisfaisant en termes de profils et de vitesse max (+ ou -)

Débit exp. $Q_e = 71.8 \text{ L/mn}$



Configuration 3 : U_s



Bilan et conclusions

- **Cas de validation des écoulements**
- **Conclusion sur le benchmark**
 - **Difficile de conclure sur les performances des modèles de turbulence**
 - **Convergence au maillage**
 - **Conditions aux limites prises en compte**
 - **Ecoulements globalement bien captés par les codes**
 - **Mais grandes disparités pour les écoulements en entrée**
- **Résultats de ce benchmark sur le site du GDR : cas de validation**