

INSTITUT



Influence de la position d'admission d'air sur la dynamique des feux et le retour de chaleur à la surface de combustible en milieu confiné

Lahna ACHERAR

lahna.acherar@ensma.fr

Directeurs de thèse: J.P GARO, H.Y WANG, B COUDOUR

Equipe de recherche : Caractérisation des feux et des fumées

Plateforme incendie PERICLES

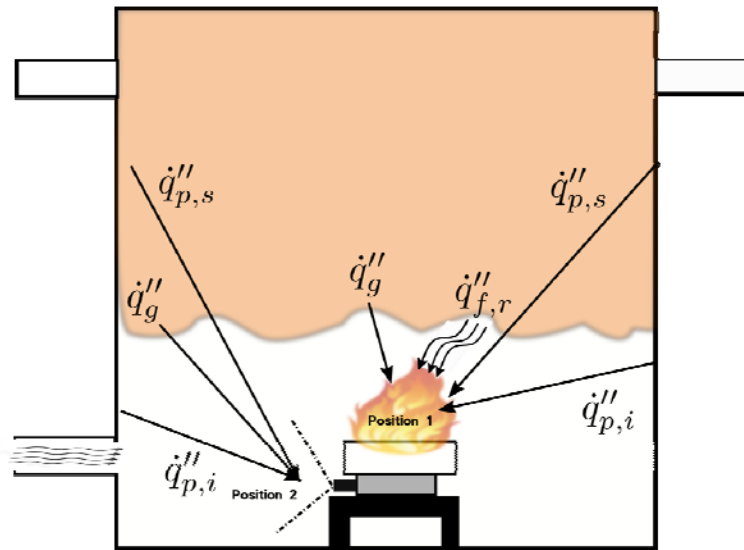
<https://equipex-gap-prometee.ensma.fr/installations-banc/pericles/>

Institut P', Université de Poitiers, ENSMA



Objectif de cette étude

Compétition entre le transfert de chaleur et l'alimentation d'air



Equilibre énergétique à la surface du combustible condensé

$$\dot{m}'' = \frac{\dot{q}''_{r,flamme} + \dot{q}''_{cv}}{L_v + C_p(T_s - T_0)} + \frac{\dot{q}''_{r,fumées} + \dot{q}''_{r,parois}}{L_v + C_p(T_s - T_0)}$$

Simulations
expérimentales et numériques



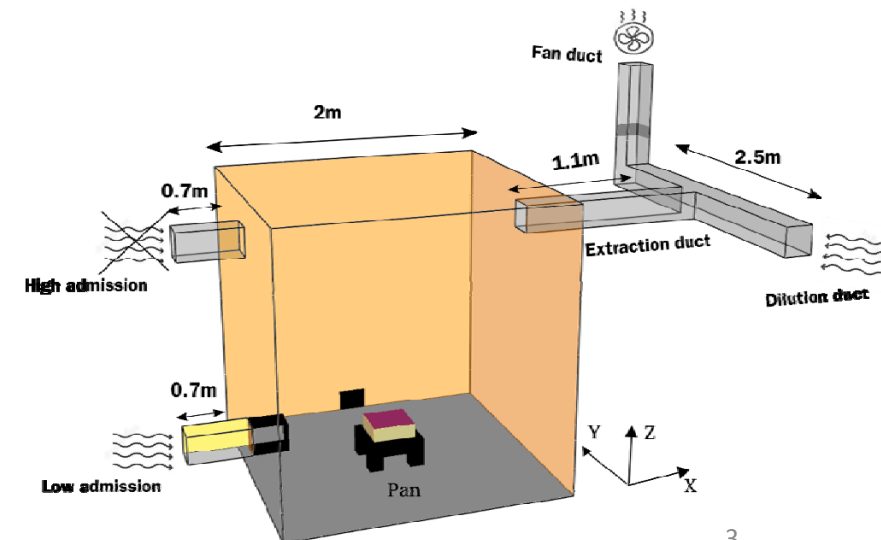
Impact de la position d'admission d'air
sur la dynamique du feu

Dispositif expérimental

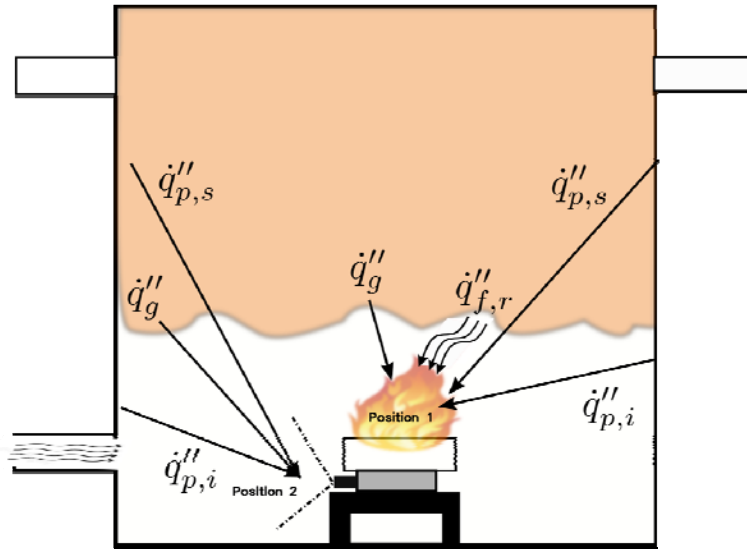
Paramètres	Installation de référence	Dispositif expérimental
Volume	100 m ³	8 m ³
Forme	Cubique	Cubique
Épaisseur des parois	0,3 m	0,2 m
Largeur des gaines	0,45 m	0,2 m
Forme des gaines	Section carrée	Section carrée
Débit calorifique maximal	1 MW	130 kW

➤ Échelle réduite en similitude

Nombre adimensionnel	Phénomènes comparés	Expression du rapport
Richardson	Pression dynamique et pression due à la gravité	$R_i = \frac{\Delta\rho g L}{\rho_0 u^2}$
Froude	Énergie cinétique et énergie potentielle due à la gravité	$Fr = U^2 / g L$
Reynolds	Inertie et viscosité	$Re = UL / \gamma$
Grashof	Convection naturelle, force d'Archimède et force de viscosité	$Gr = \frac{G\beta\Delta TL^3}{\gamma^2}$



Détermination du flux thermique à la surface de combustible



Flux radiatif moyen reçu la surface de combustible

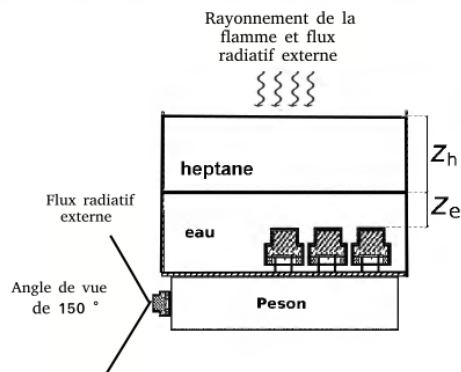
$$\dot{q}''_{s,r} = \frac{8}{D^2} \int_0^{\frac{D}{2}} \dot{q}''_{s,r}(r) dr$$

$$\dot{q}''_{s,r}(r) = \dot{q}''_{mea}(r) / C, \quad C = (e^{\mu_h z_h} \cdot e^{\mu_{wa} z_{wa}})$$

Flux convectif de la flamme

$$\dot{q}''_{f,c} = \dot{q}''_{total} - \dot{q}''_{s,r}$$

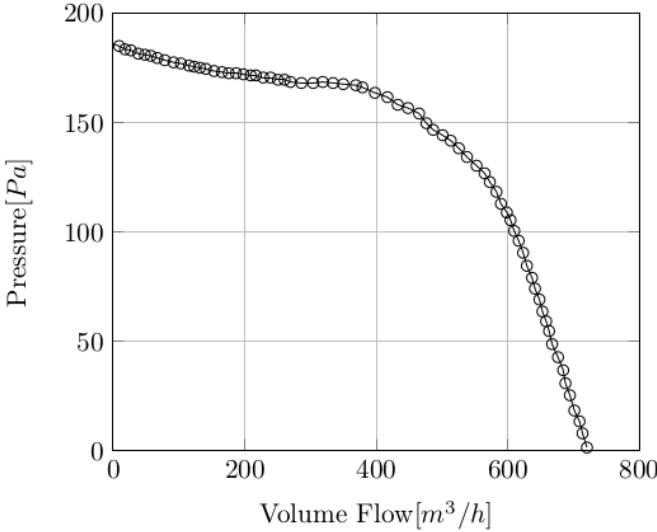
$$\dot{q}''_{total} = \dot{m}''_F L_v + \sigma(T_s^4 - T_\infty^4)$$



Modélisation numérique

➤ **Fier Dynamics Simulation (V6.7)**

- Mécanique des fluides
- Réseau de ventilation (**Solveur HVAC**)
- Turbulence
- Transfert de chaleur
- Combustion

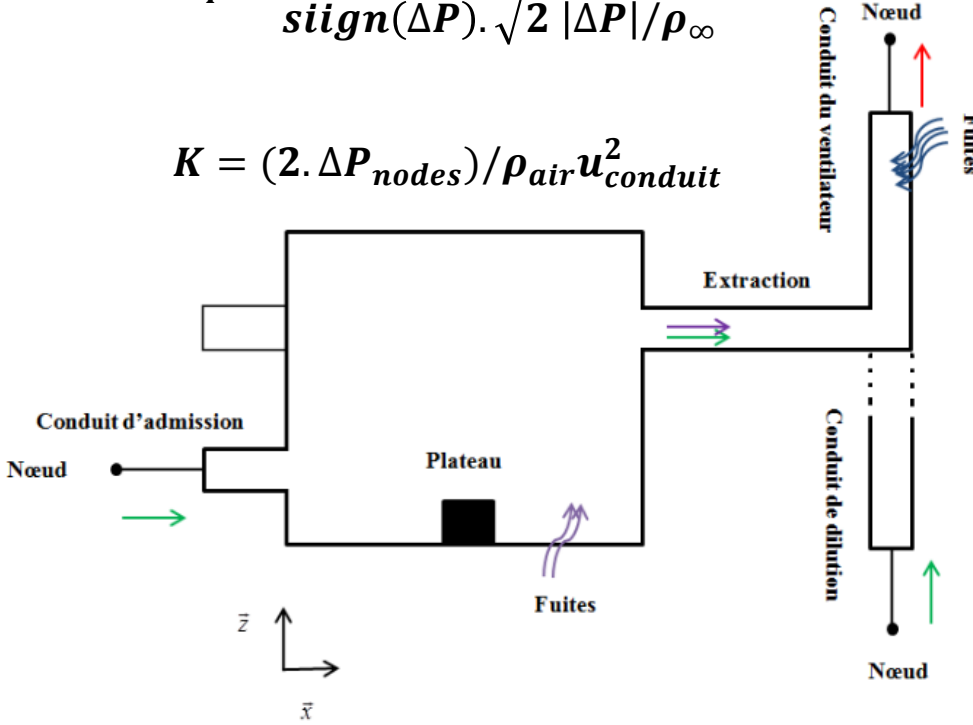


➤ **Fuites dans le dispositif**

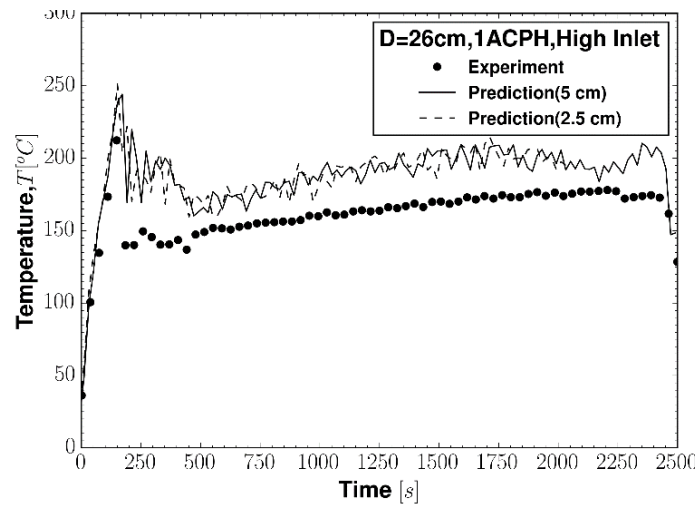
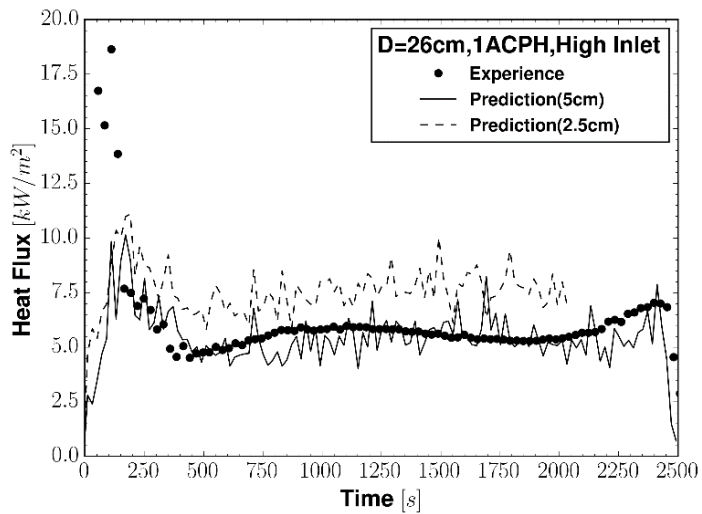
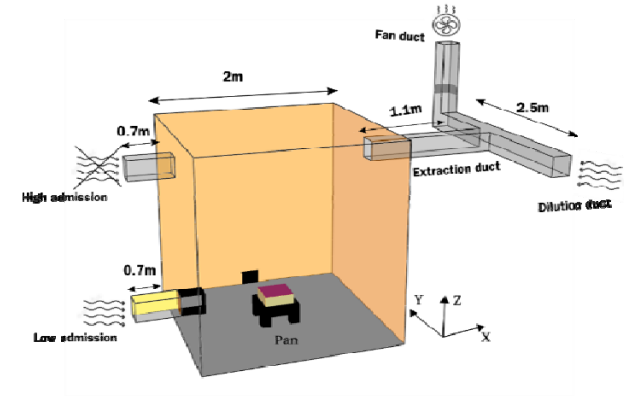
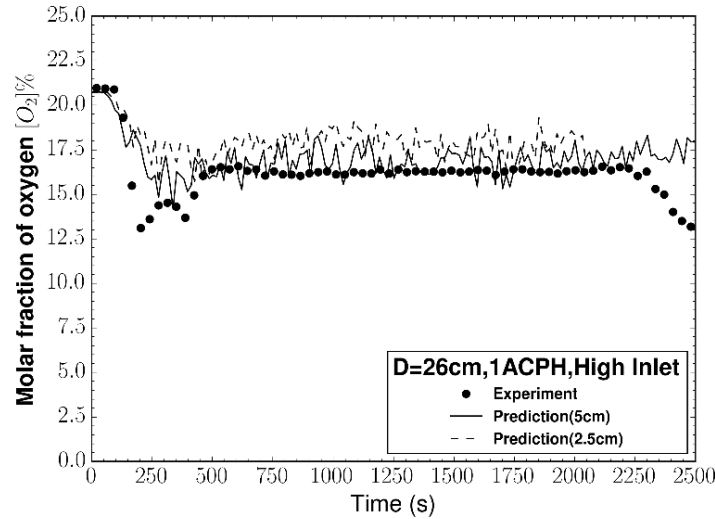
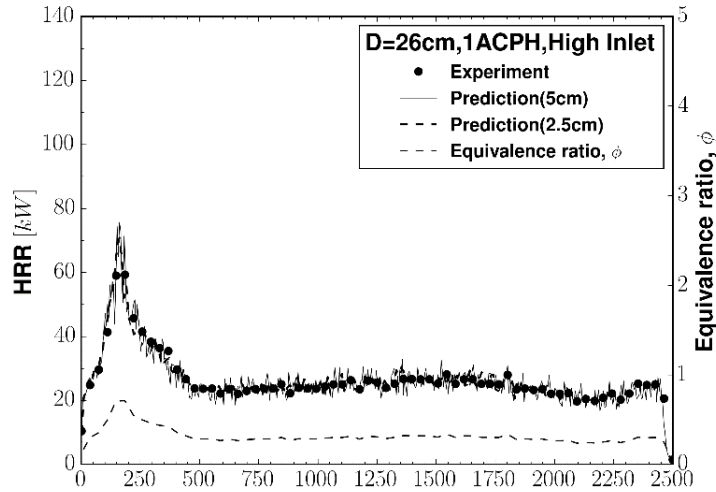
$$\dot{V}_{sortie} = \sum \dot{V}_{entre} + \dot{V}_{fuites}$$

$$A_F = \frac{\dot{V}_{fuites}}{sign(\Delta P) \cdot \sqrt{2 |\Delta P| / \rho_\infty}}$$

$$K = (2 \cdot \Delta P_{nodes}) / \rho_{air} u_{conduit}^2$$



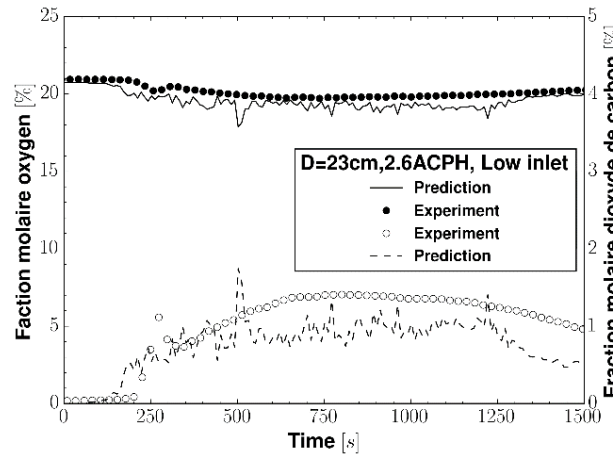
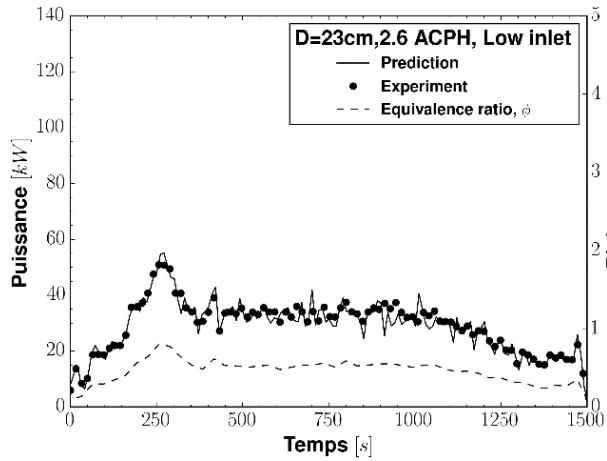
Sensibilité au maillage



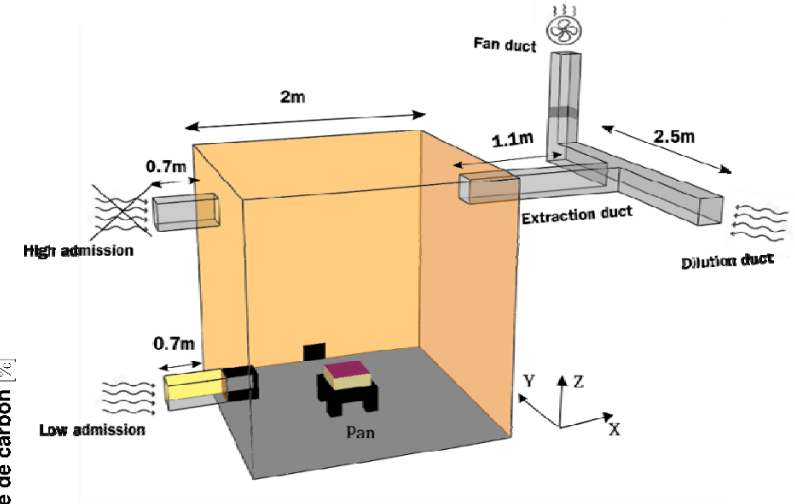
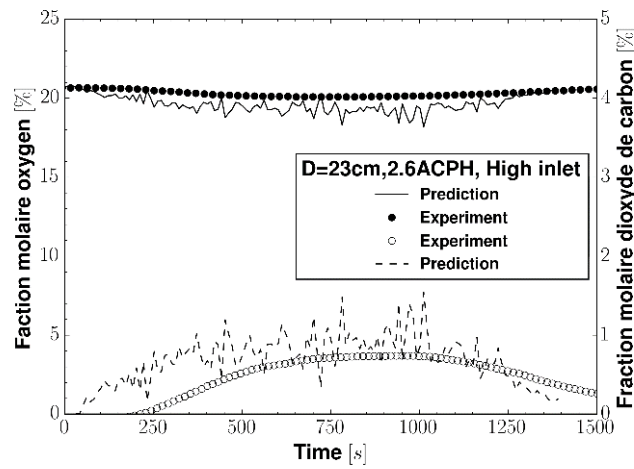
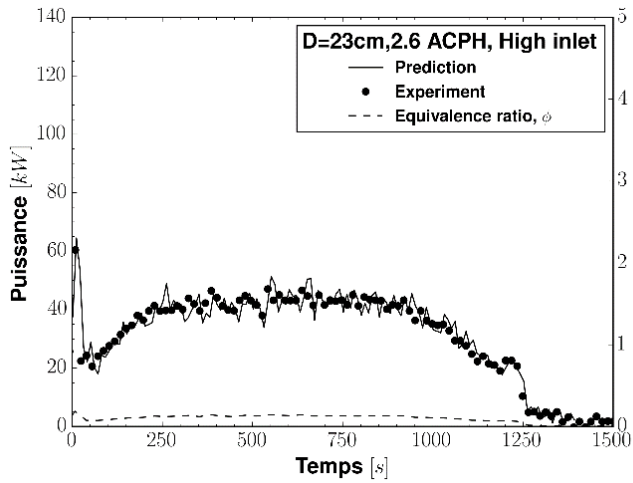
Taille de la maille : 5 cm (CPU=16 h) et 2.5 cm (CPU=125 h)

Feux bien ventilés avec une cuve de 23 cm

Admission basse

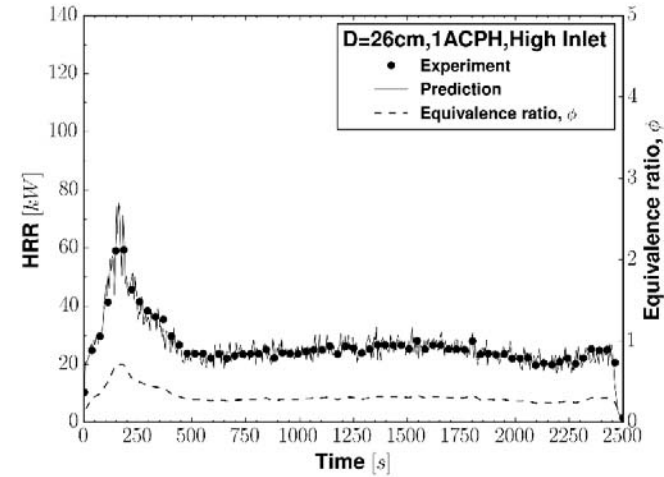
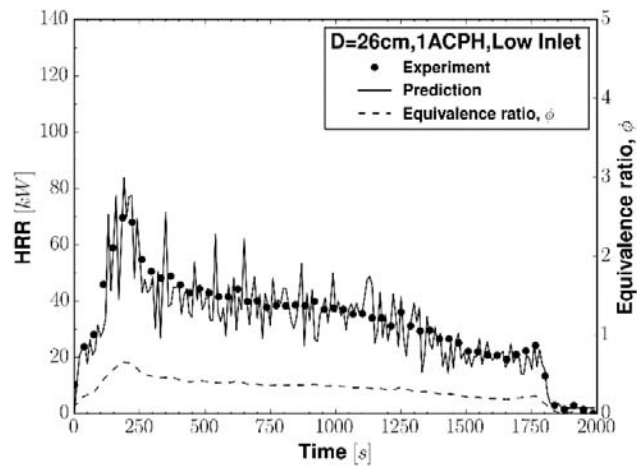


Admission haute

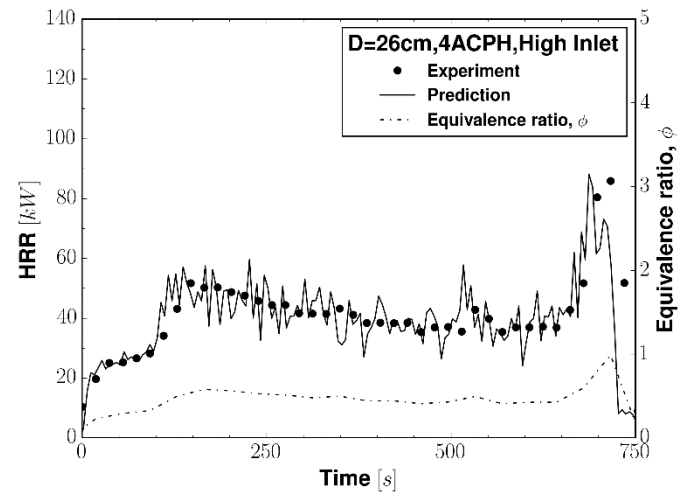
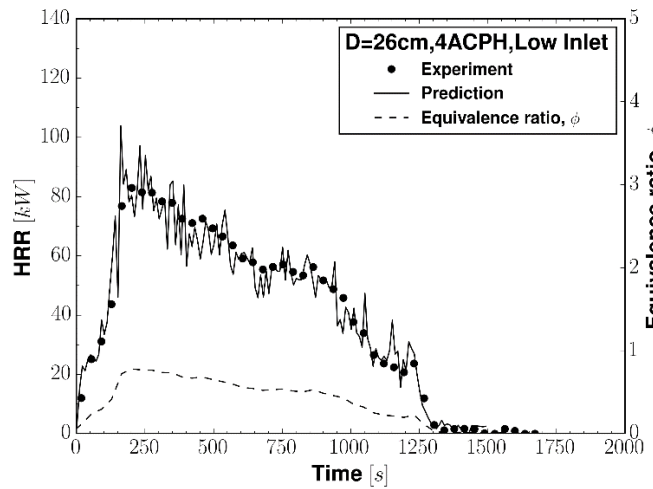


Feux sous ventilés avec une cuve de 26 cm

Effet d'admission haute et basse sur la puissance avec RH 1

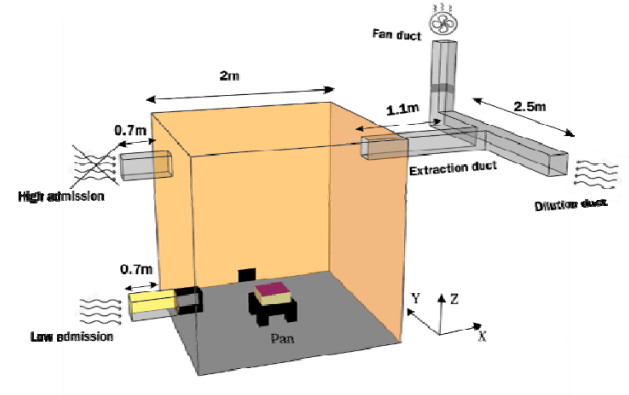
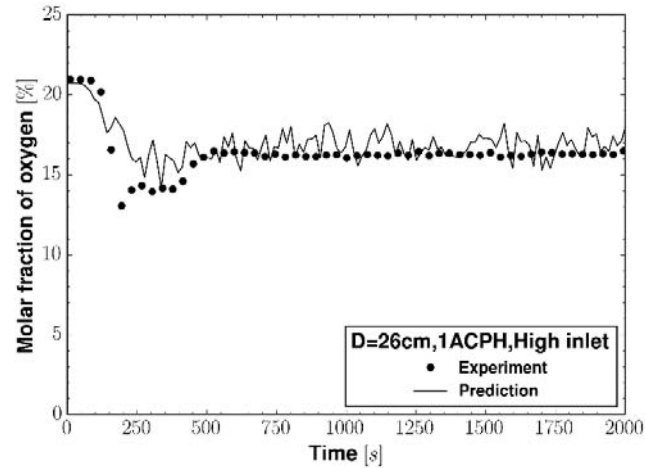
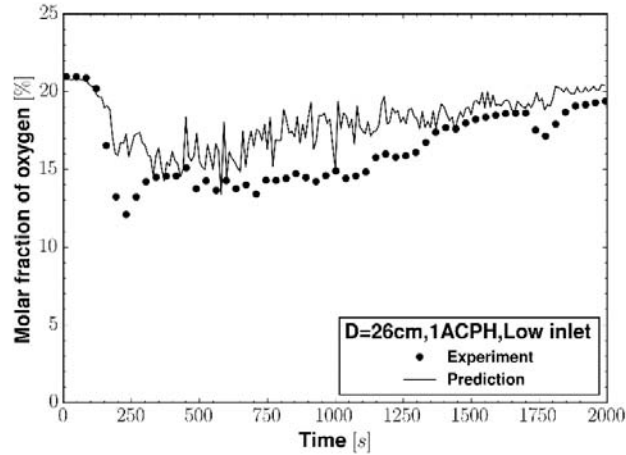


Effet d'admission haute et basse sur la puissance avec RH 4

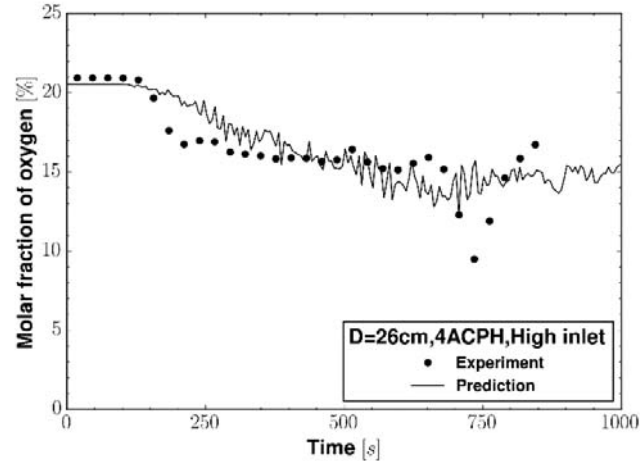
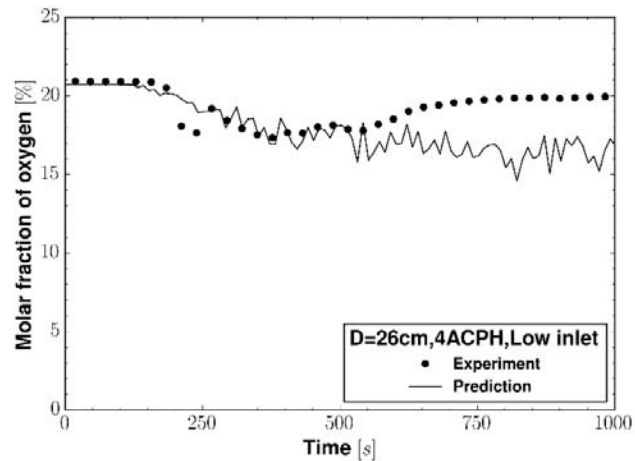


Feux sous ventilés avec une cuve de 26 cm

Effet d'admission haute et basse sur la concentration d'oxygène avec RH 1

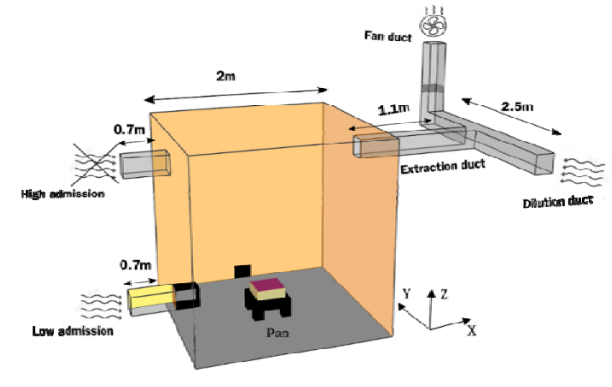
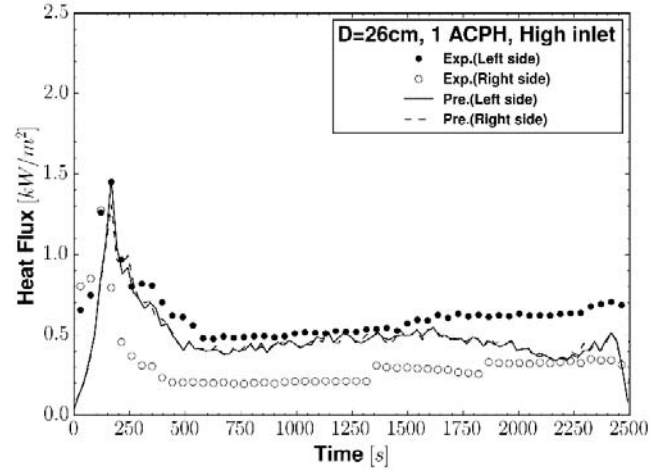
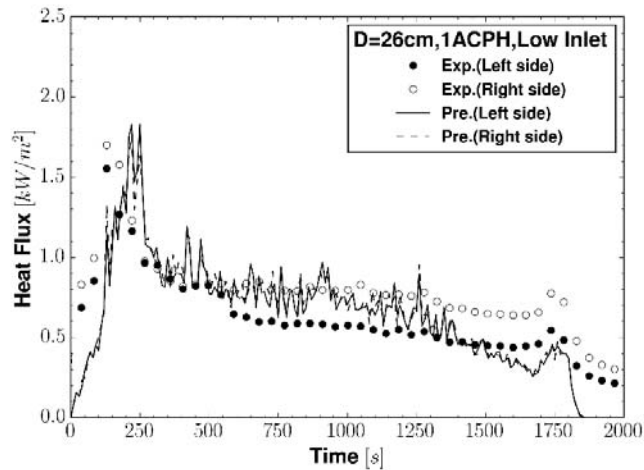


Effet d'admission haute et basse sur la concentration d'oxygène avec RH 4

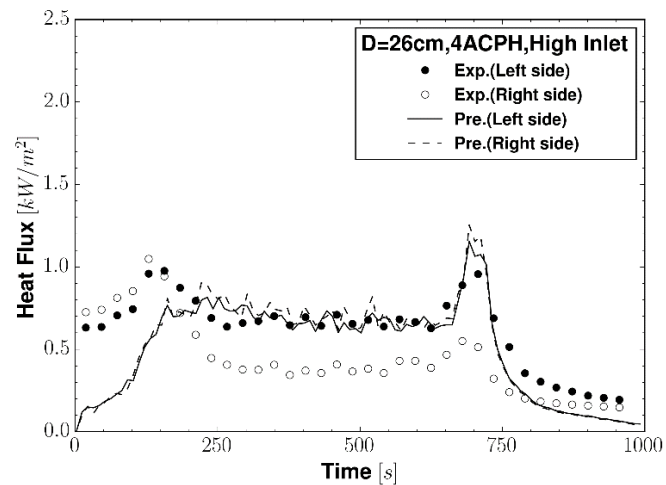
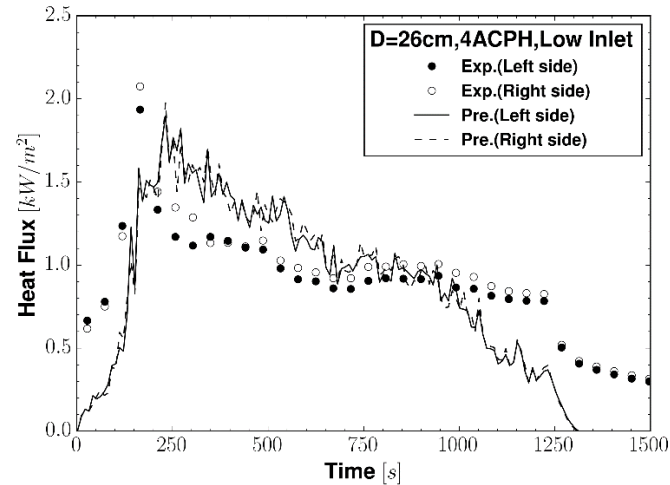


Feux sous ventilés avec une cuve de 26 cm

Effet d'admission haute et basse sur le flux de chaleur pariétal avec RH 1

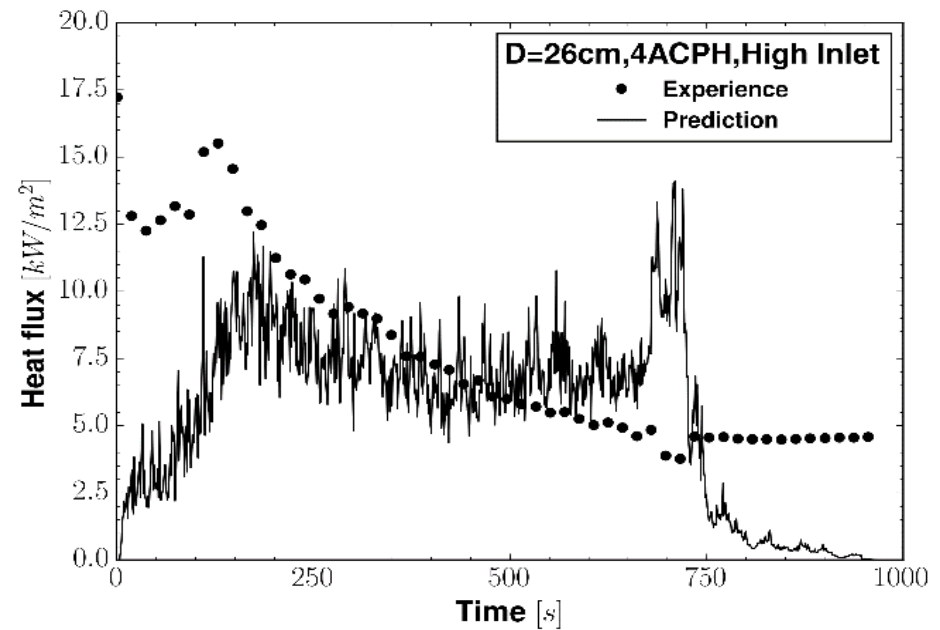
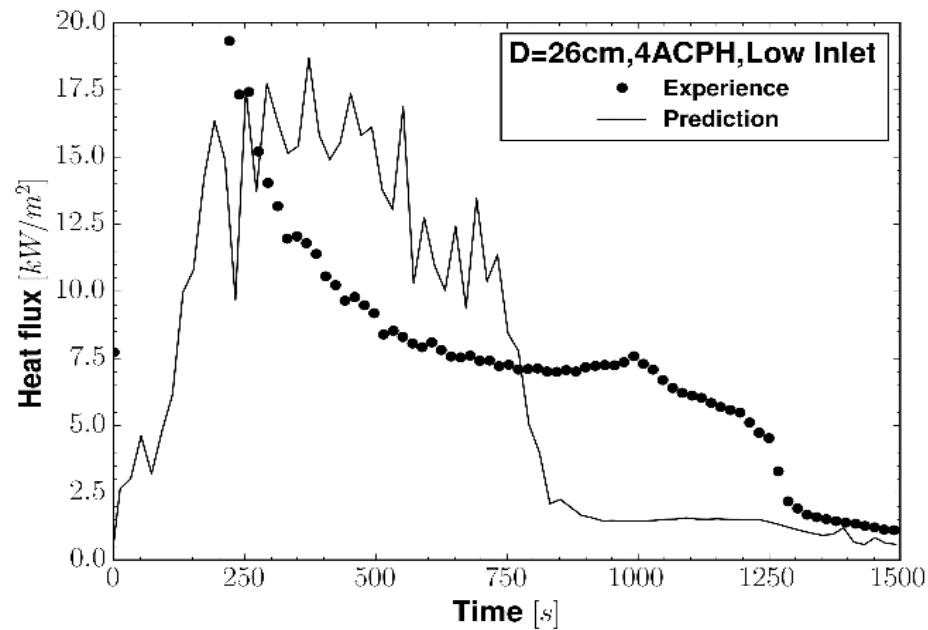


Effet d'admission haute et basse sur le flux thermique pariétal avec RH 4



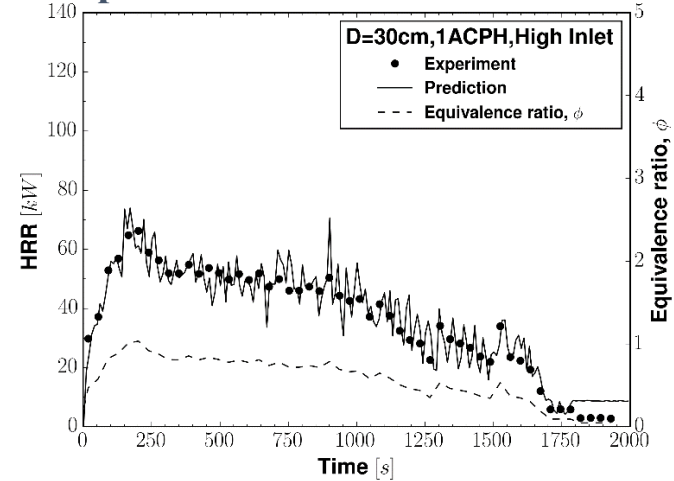
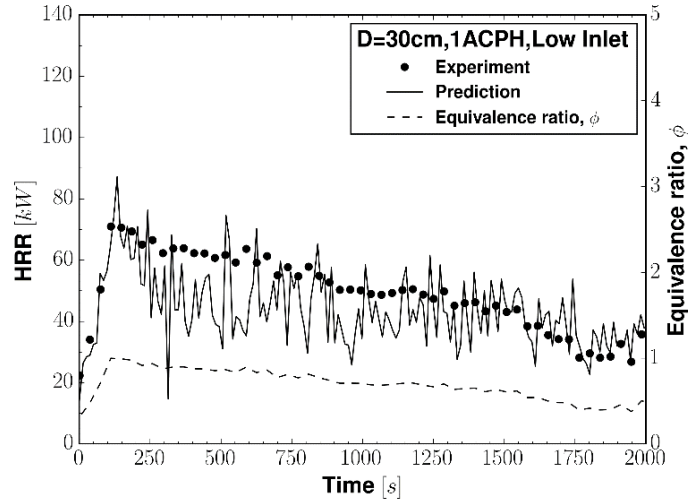
Feux sous ventilés avec une cuve de 26 cm

Effet d'admission haute et basse sur le retour de chaleur vers la surface du combustible liquide avec RH 4

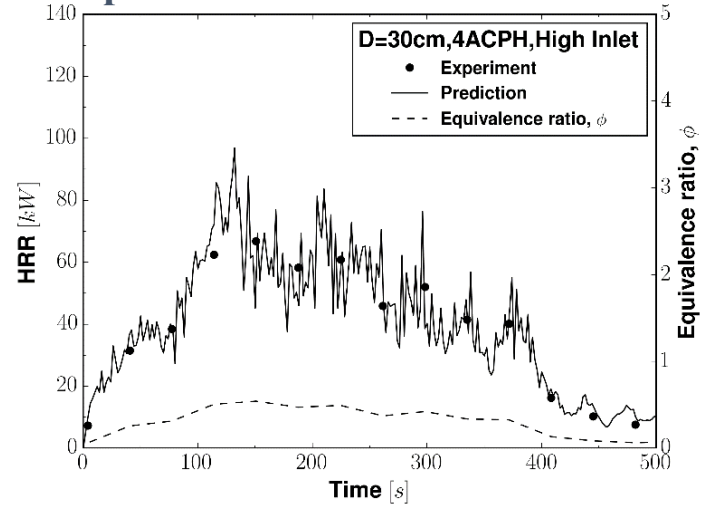
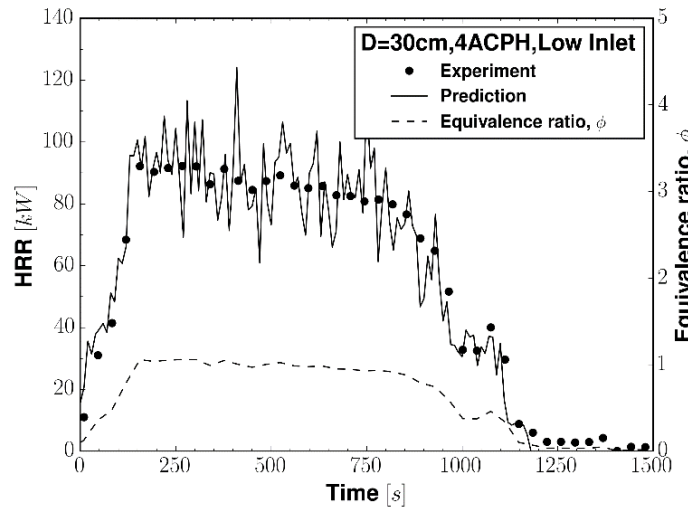


Feux très sous ventilés avec une cuve de 30 cm

Effet d'admission haute et basse sur la puissance avec RH 1

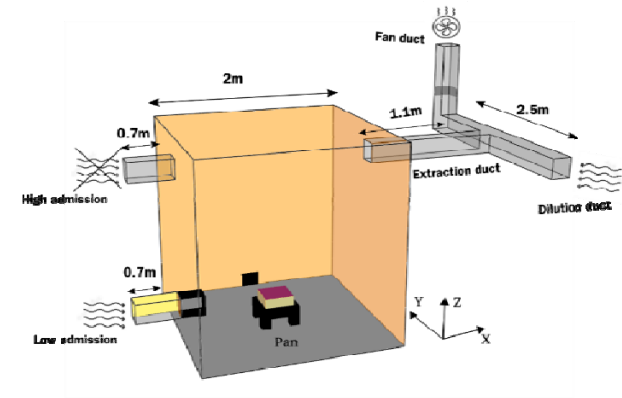
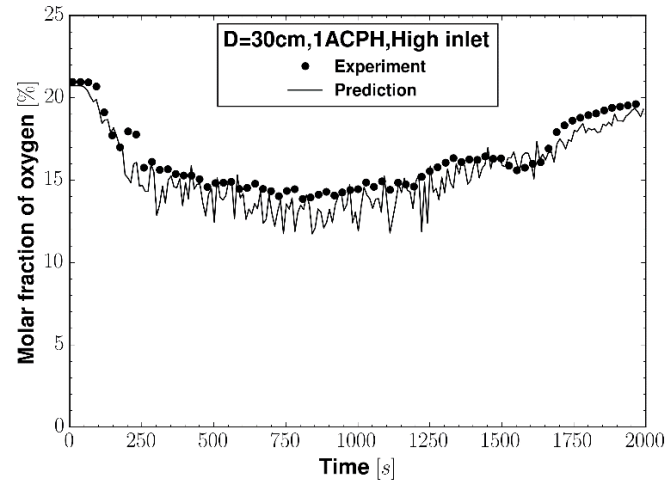
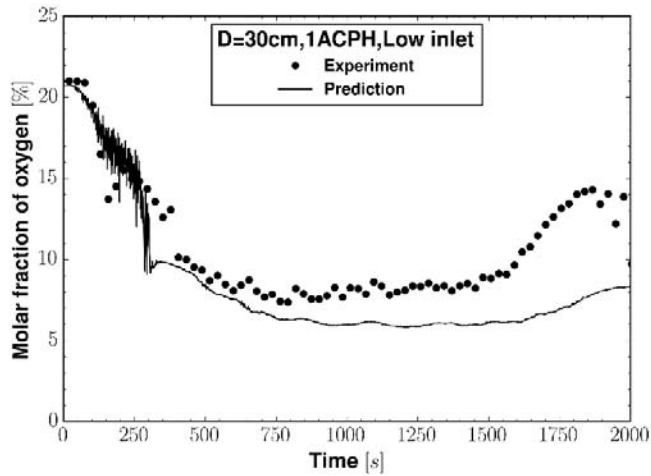


Effet d'admission haute et basse sur la puissance avec RH 4

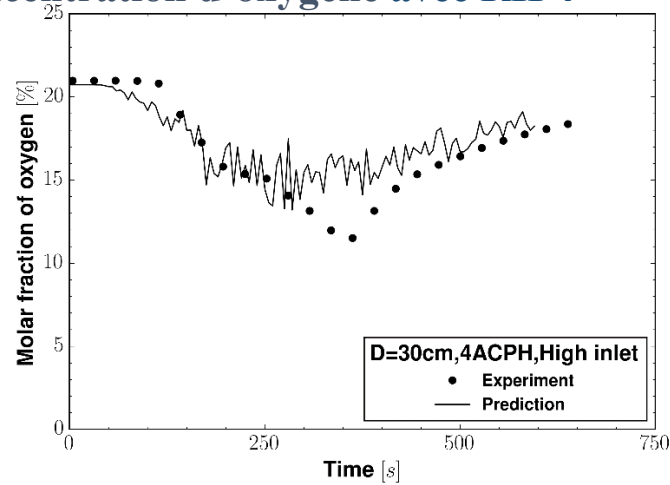
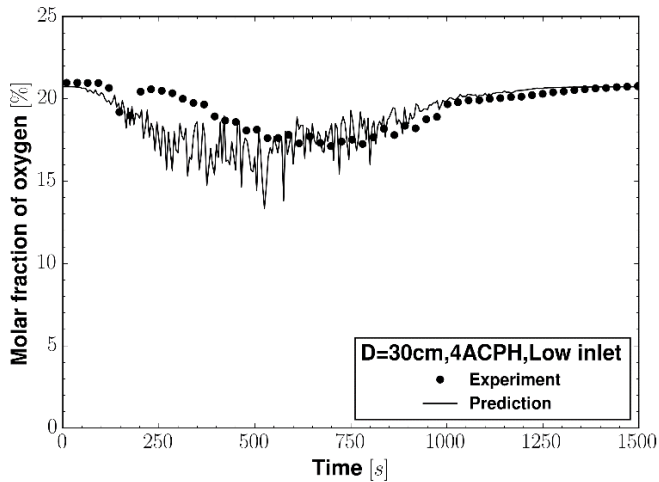


Feux très sous ventilés avec une cuve de 30 cm

Effet d'admission haute et basse sur la concentration d'oxygène avec RH 1

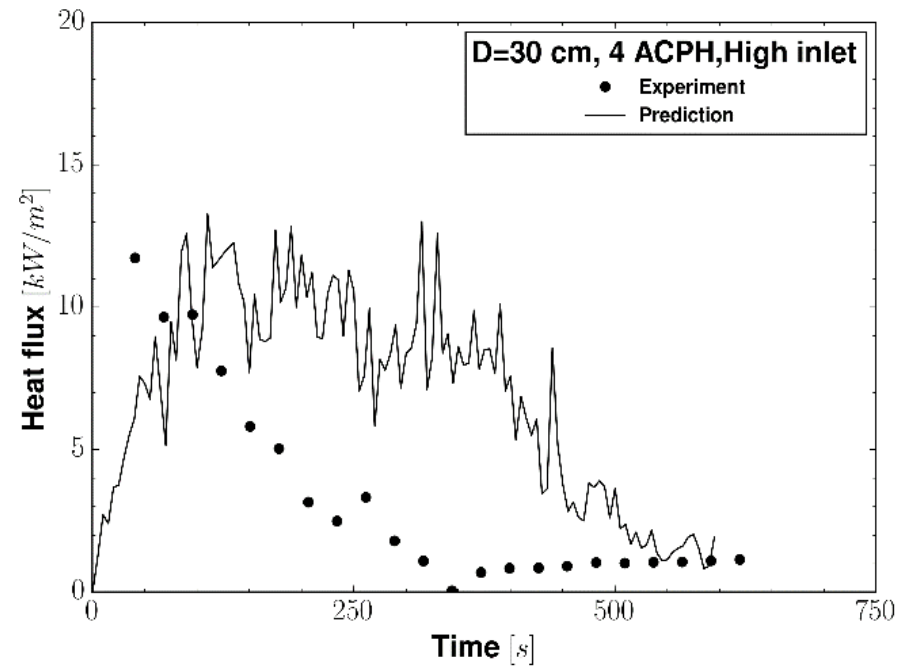
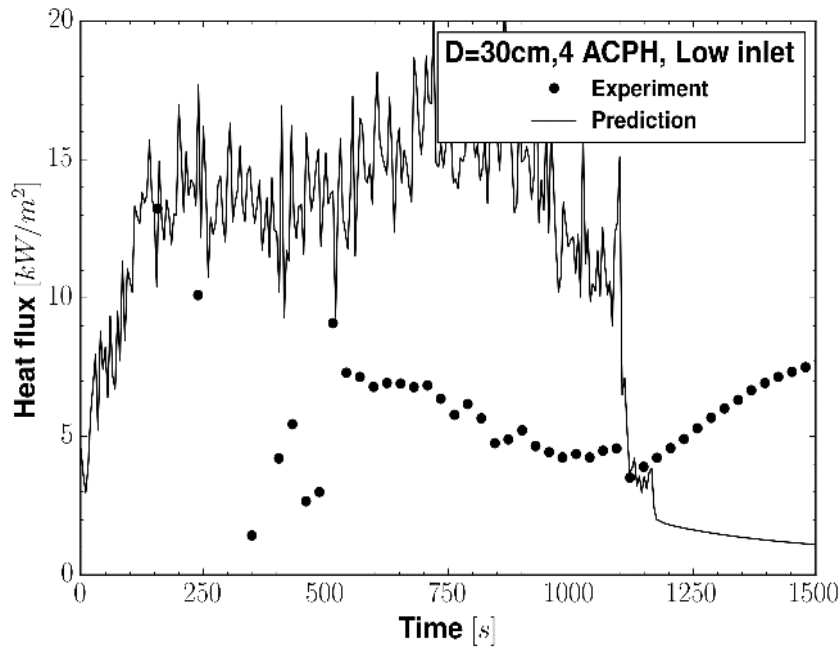


Effet d'admission haute et basse sur la concentration d'oxygène avec RH 4



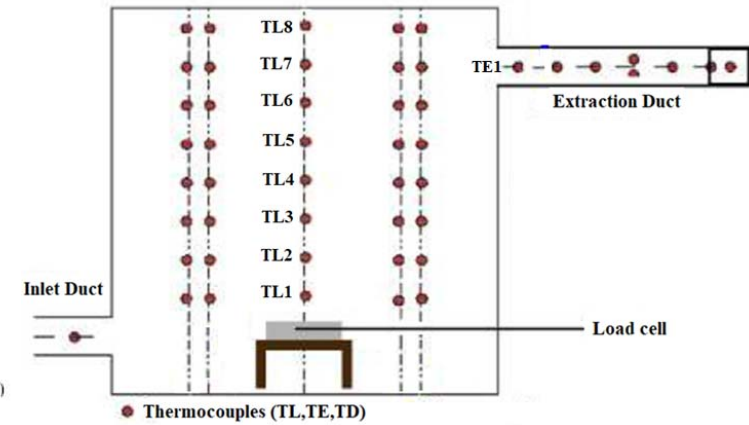
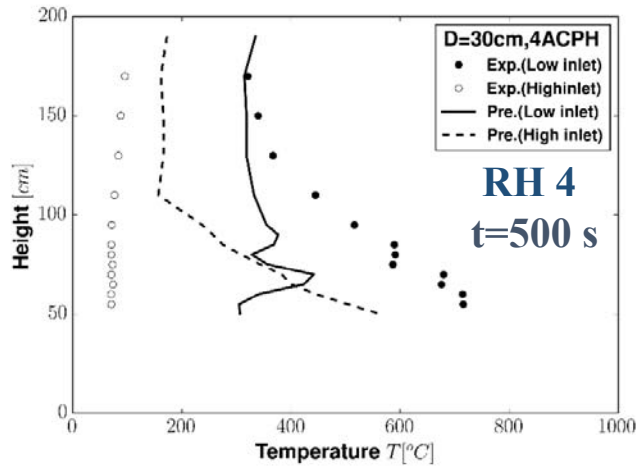
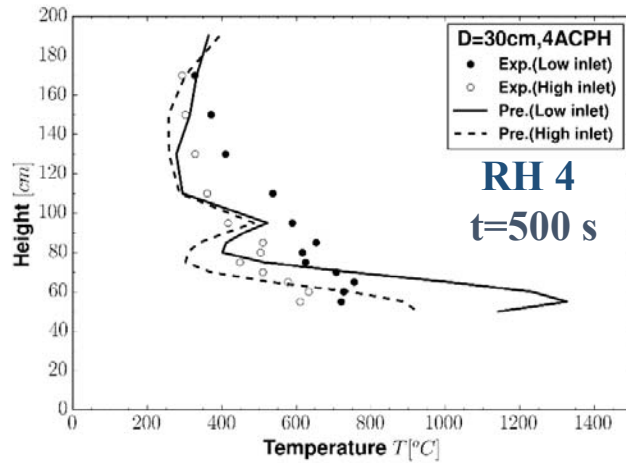
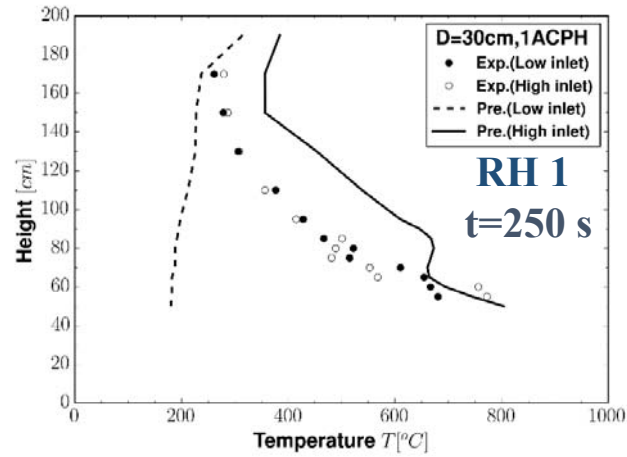
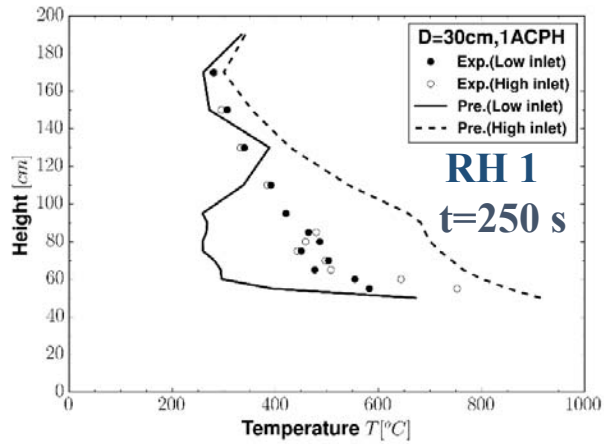
Feux très sous ventilés avec une cuve de 30 cm

Effet d'admission haute et basse sur le retour de chaleur vers la surface du combustible liquide avec RH 4



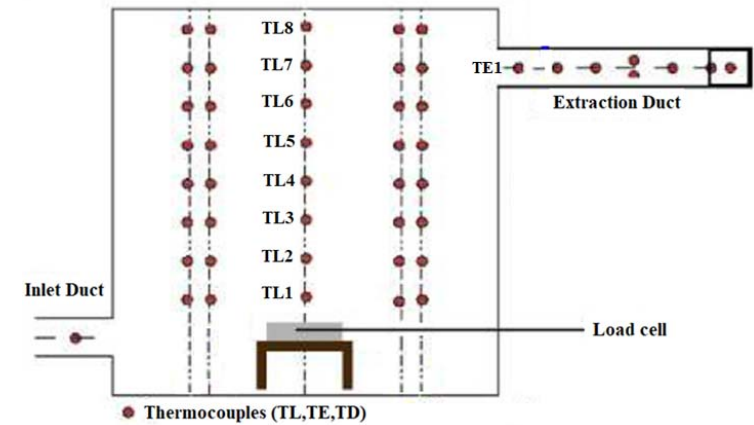
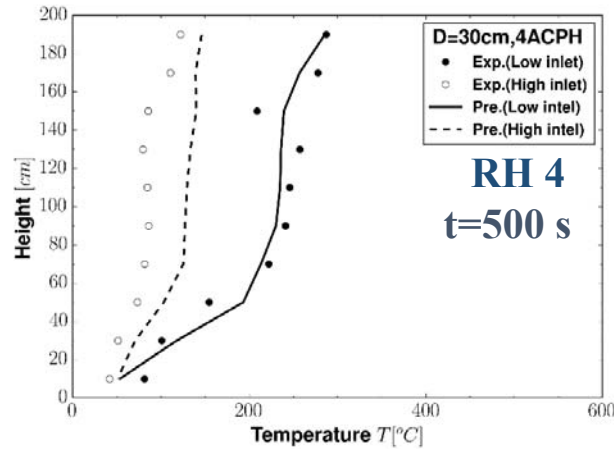
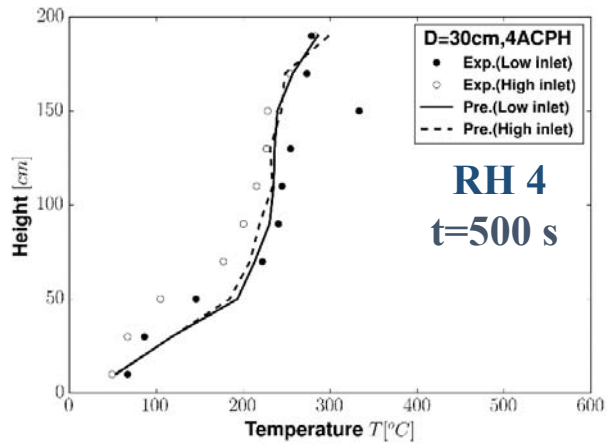
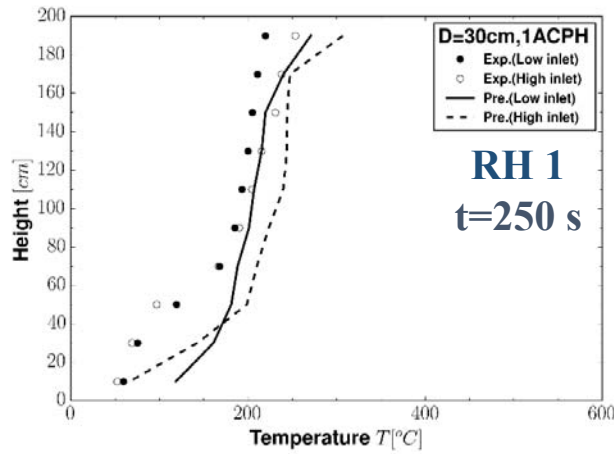
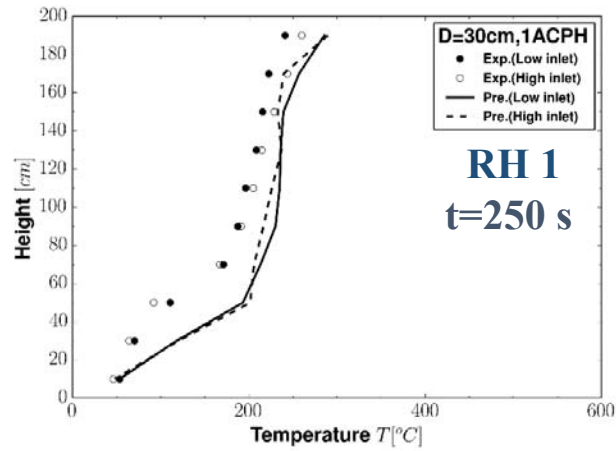
Feux très sous ventilés avec une cuve de 30 cm

Température des gaz le long de la ligne centrale de la cuve pour une admission haute et basse



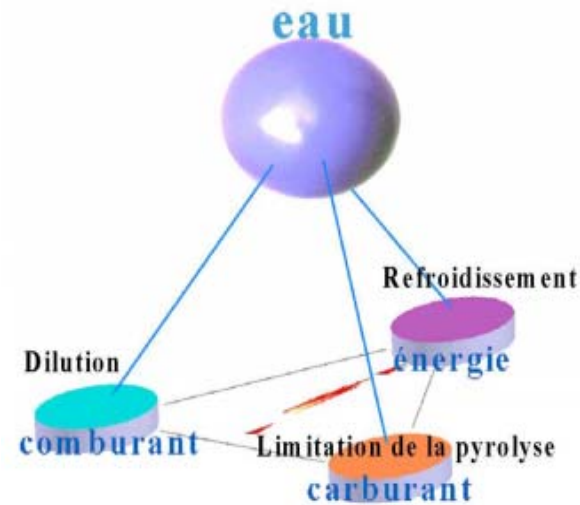
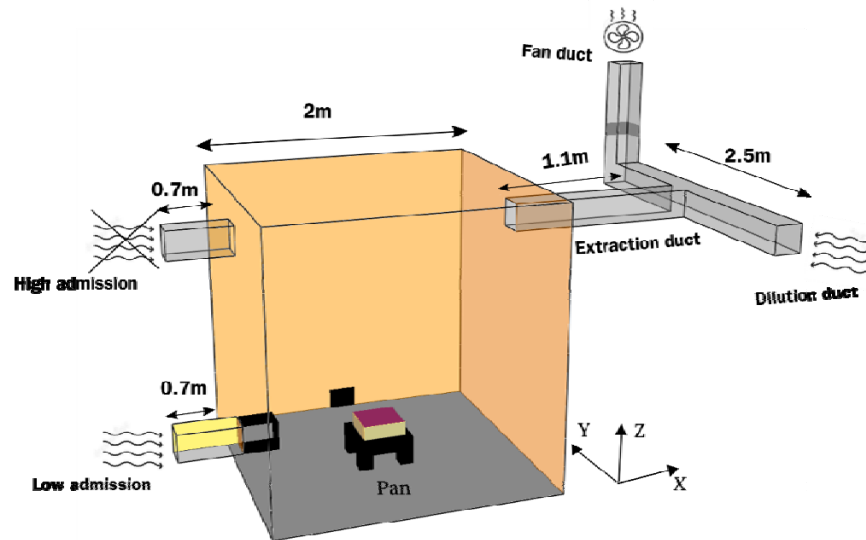
Feux très sous ventilés avec une cuve de 30 cm

Température des gaz le long de la ligne droite de la cuve pour une admission haute et basse



Mécanismes d'extinction par ajout d'eau en milieu fermé

Trois actions sur le triangle du feu



- Refroidissement par puits de chaleur
- Déplacement d'oxygène
- Atténuation des flux rayonnés :
 - Vers l'environnement
 - En retour vers la surface du combustible

Conséquence ⇒ **dépression, gaz imbrûlés, ré-inflammation**