

Propagation de fumées en façades avec contamination d'un local supérieur

Lilian SERRE^(1*), Alain BASTIDE⁽¹⁾, Olivier VAUQUELIN⁽²⁾, Karim Khan JUHOOR^(1,3) & Kévin VARRALL⁽²⁾



Présentation du cadre de l'étude



Bâtiments bioclimatiques :
Importante **porosité aéraulique** des façades dans le but d'assainir et rafraîchir l'ambiance par la **ventilation naturelle**.

- Ventilation naturelle de confort (ambiance mélangée)
- ≠
- Ventilation naturelle de sécurité incendie (ambiance stratifiée)

Objectifs :

Des fumées se développent dans un local au niveau 0, appelé **local source**, et se propagent en façade via l'extérieur au **local supérieur** (figure à droite).
La question est de savoir **dans quelles mesures des fumées, issues d'une injection maîtrisée, vont contaminer le local supérieur ?**

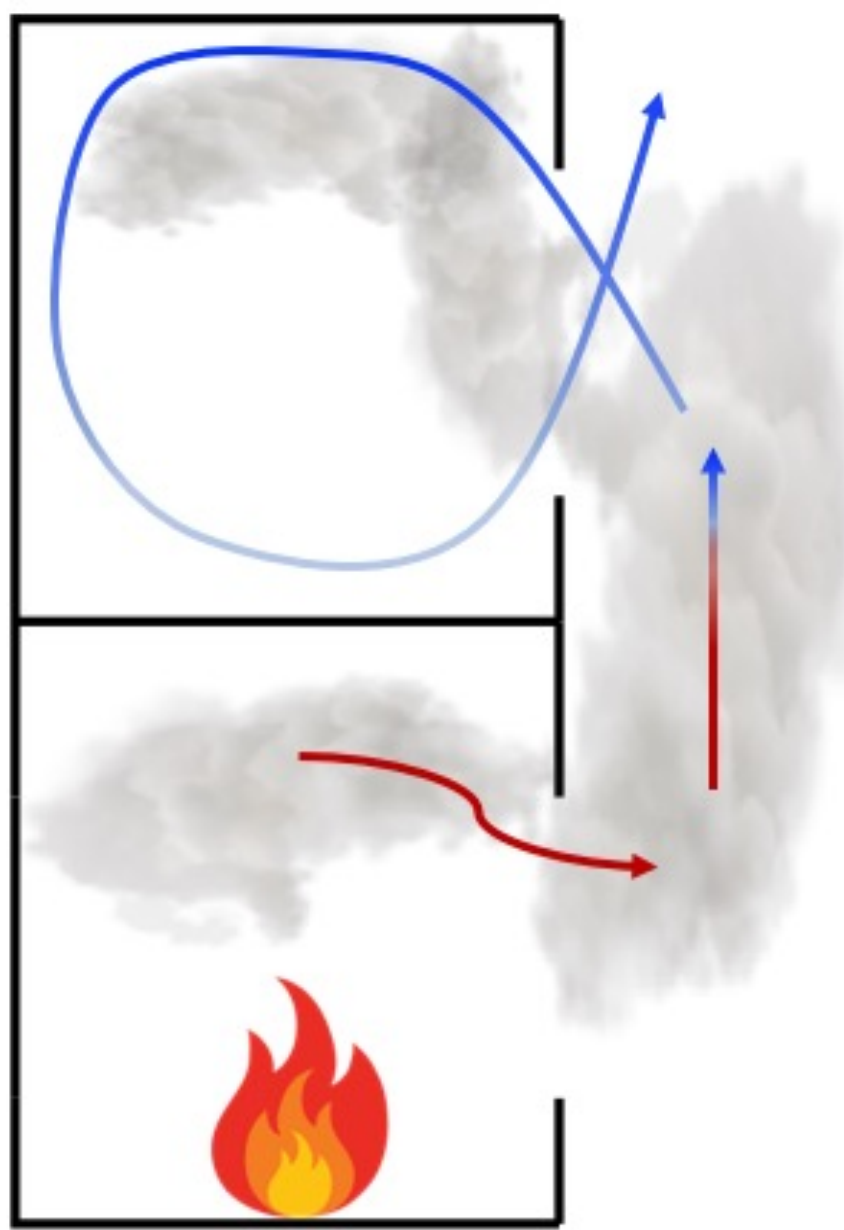
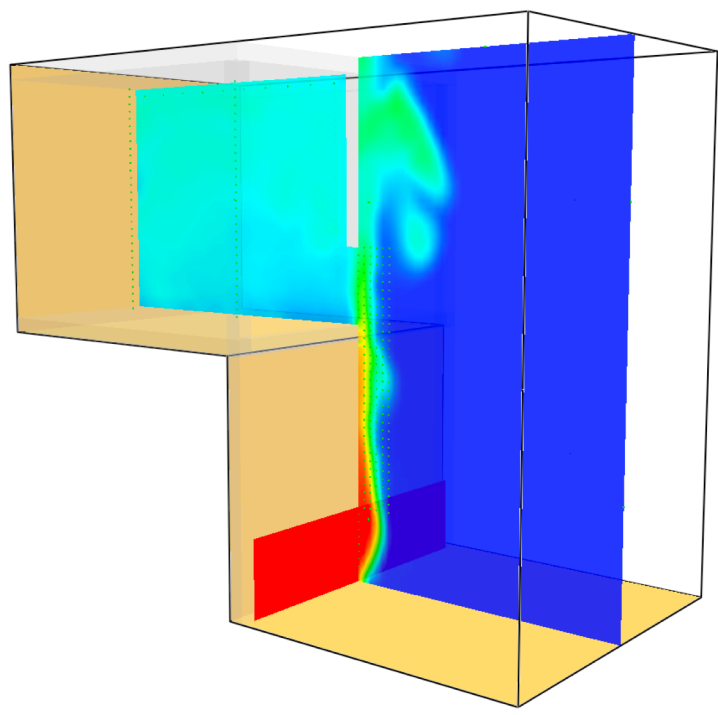


Schéma d'illustration de la problématique

Modélisation & méthode

Simulations numériques Fire Dynamics Simulator (FDS)

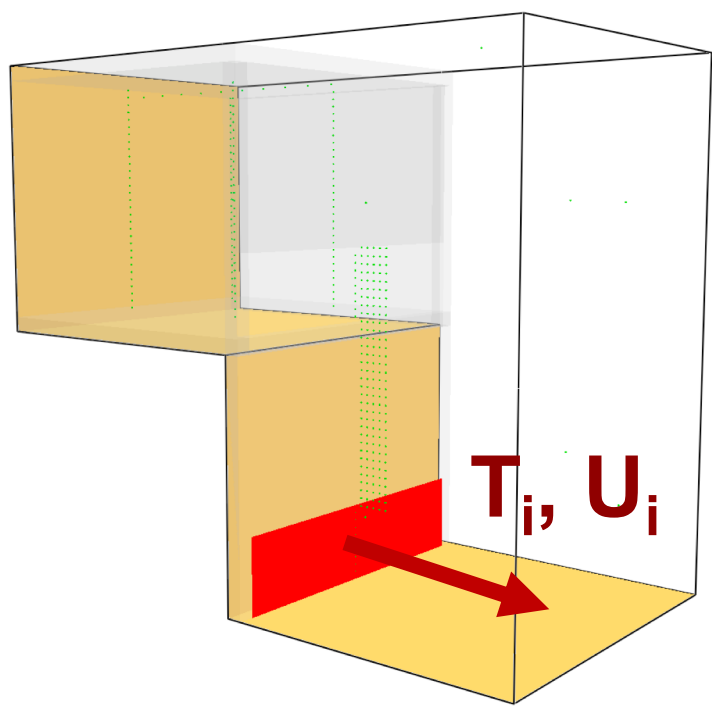
- ❖ Code de **champs** Computational Fluids Dynamics (CFD) ;
- ❖ Résout **Navier-Stokes à faible nombre de Mach** → **modélisation de dynamique incendie** ;
- ❖ **Différences finies** dans un domaine discretisé en **maillage structure** ;
- ❖ Turbulence Large Eddy Simulation (**LES**).



Coupe de 2D de température issue du logiciel FDS dans la configuration de l'étude présentée ici.

Configuration et quantités analysées

- ❖ Ouvertures semi-infini de même taille pour chaque local (séparées de 3.2 m).
- ❖ Injection à **température** ($T_i = 80, 100, 200$ et 300°C) et **vitesse fixées** ($U_i = 0.5, 1, 1.5$ et 2 m/s).



- ❖ **Dynamique transitoire du rapport d'énergie thermique γ**

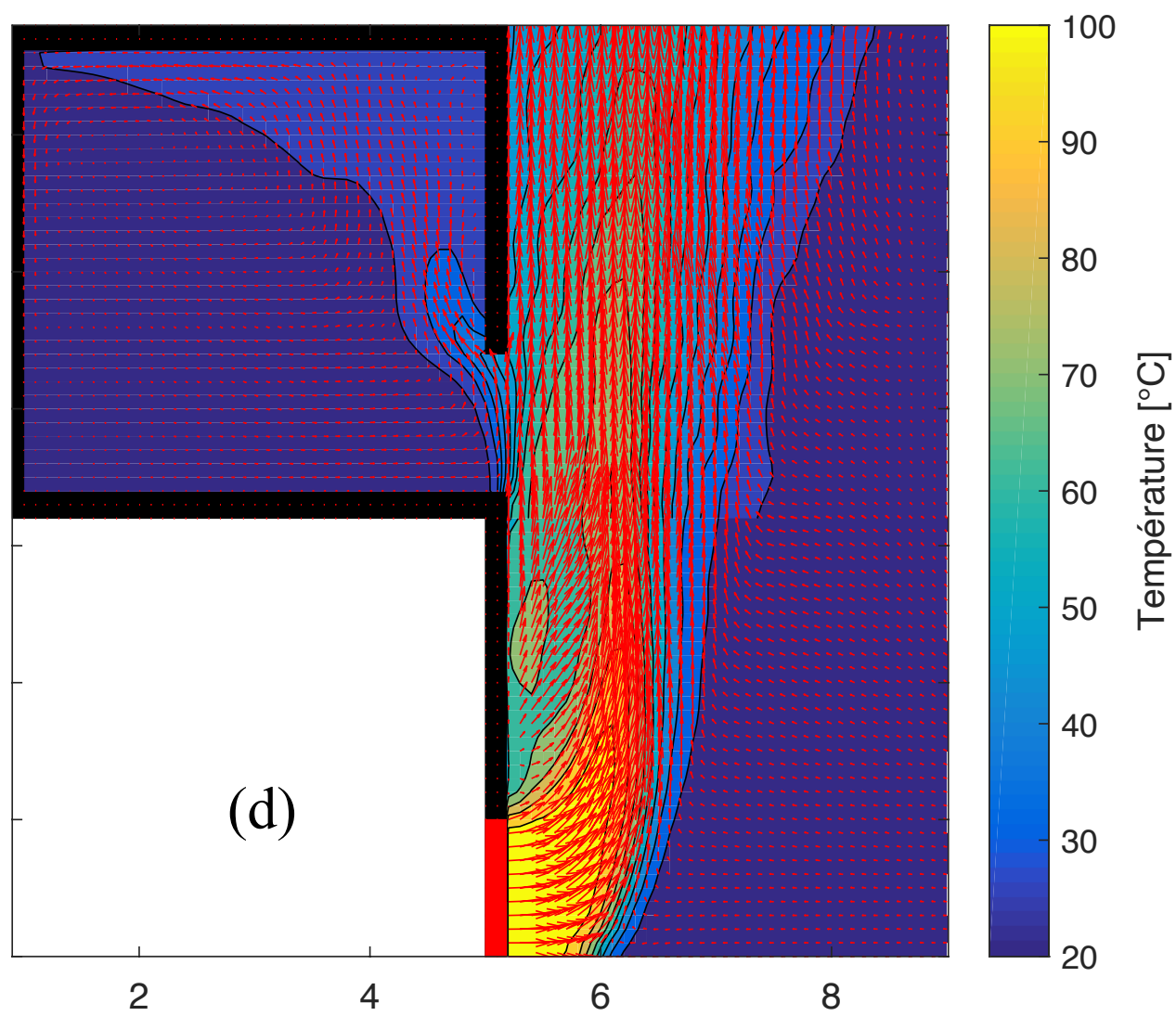
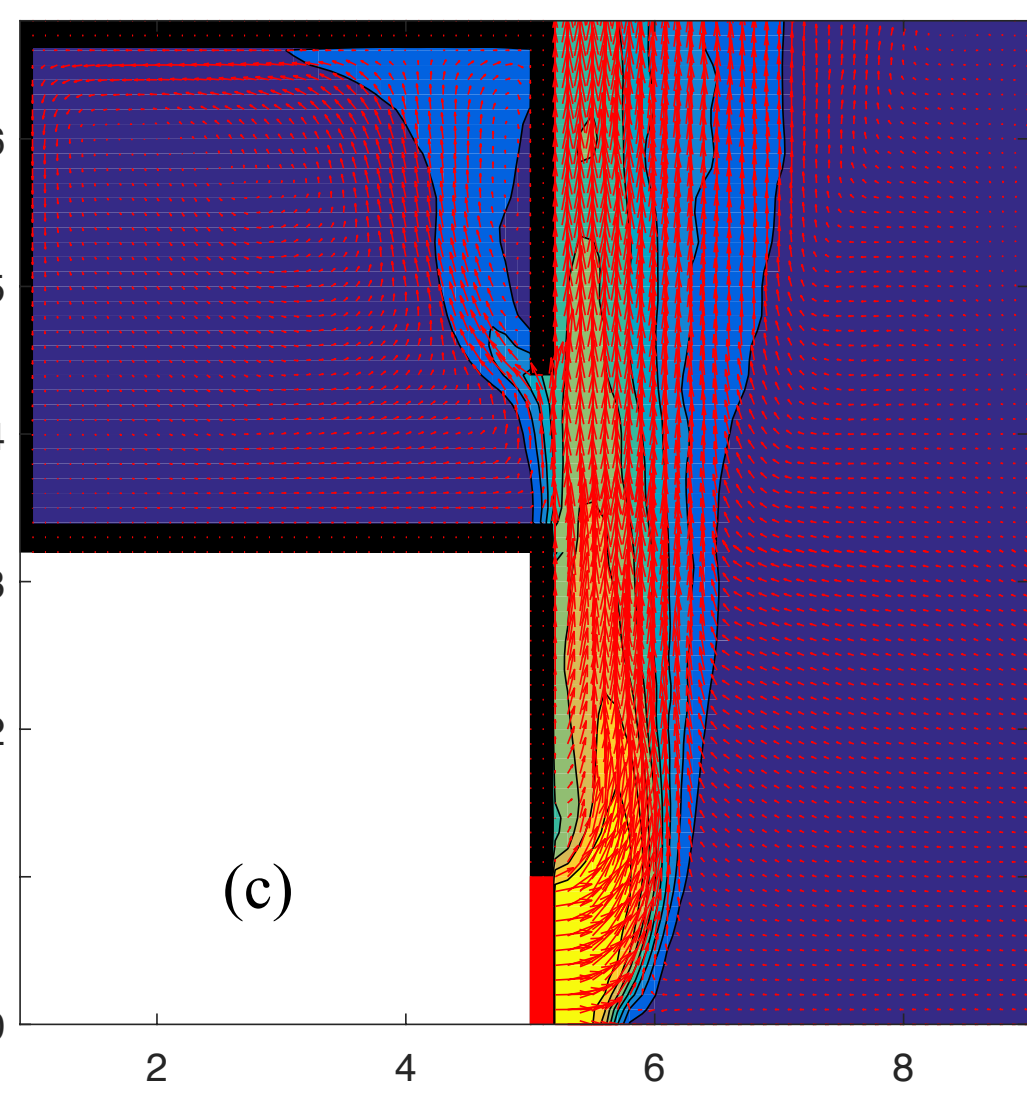
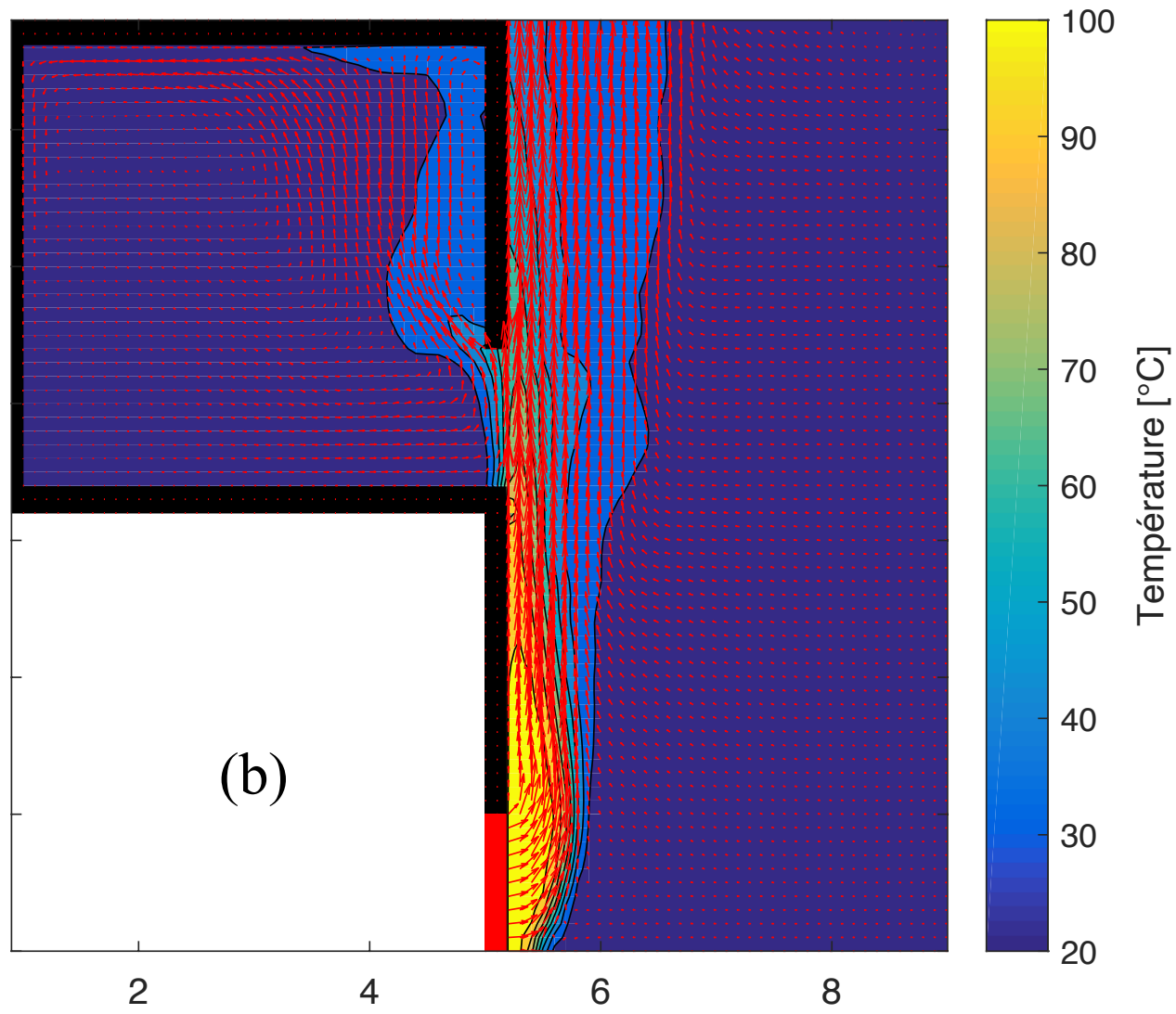
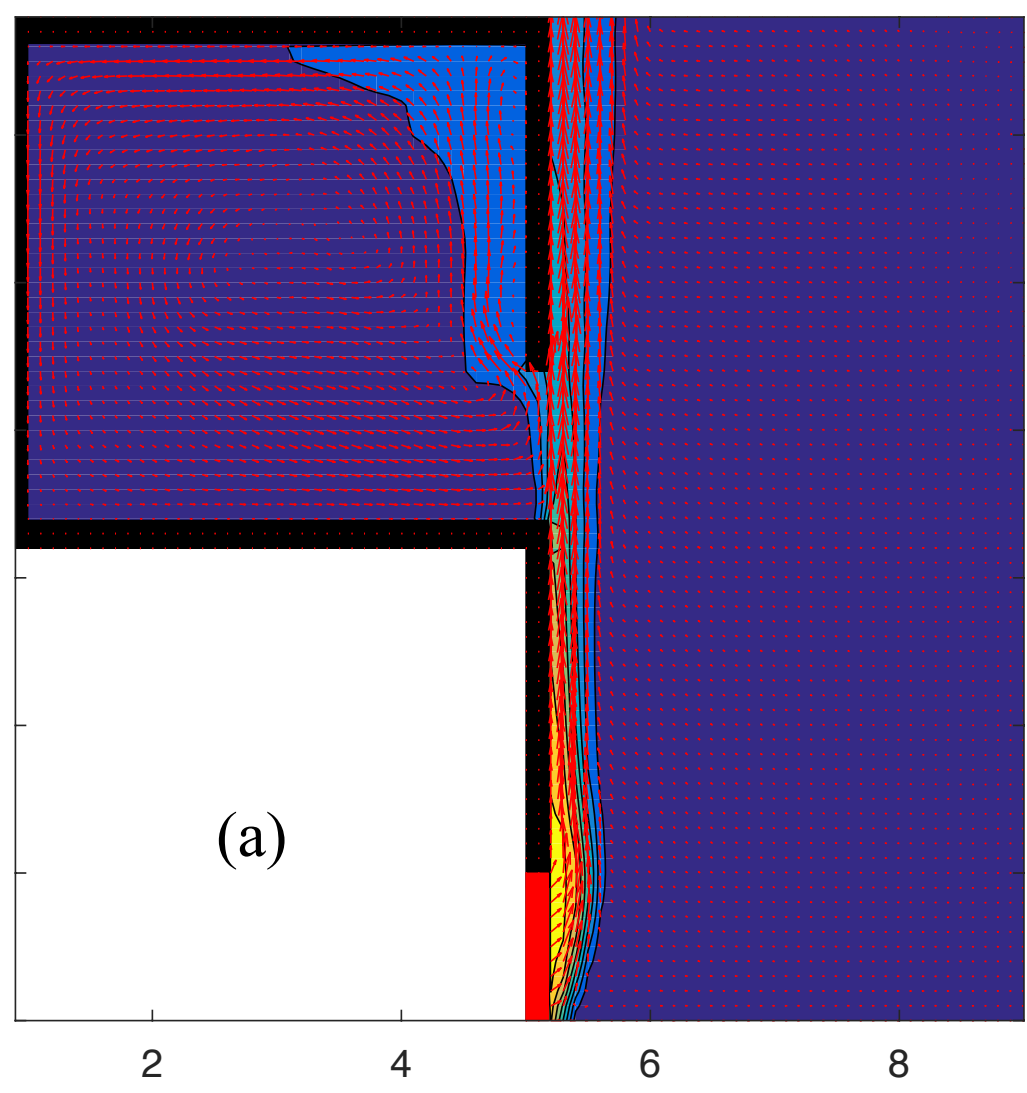
$$\begin{cases} E_i = \rho_0 u_i A_i T_0 c_p \frac{\Delta T_i}{T_i} \Delta t \\ E = S c_p \rho_0 T_0 \int \frac{\Delta T(z)}{T(z)} dz \\ \gamma = \frac{E}{E_i} \end{cases}$$

- ❖ **Coupes 2D** au milieu du domaine selon l'axe $\vec{y}$: **champs de température et vecteurs vitesse**.

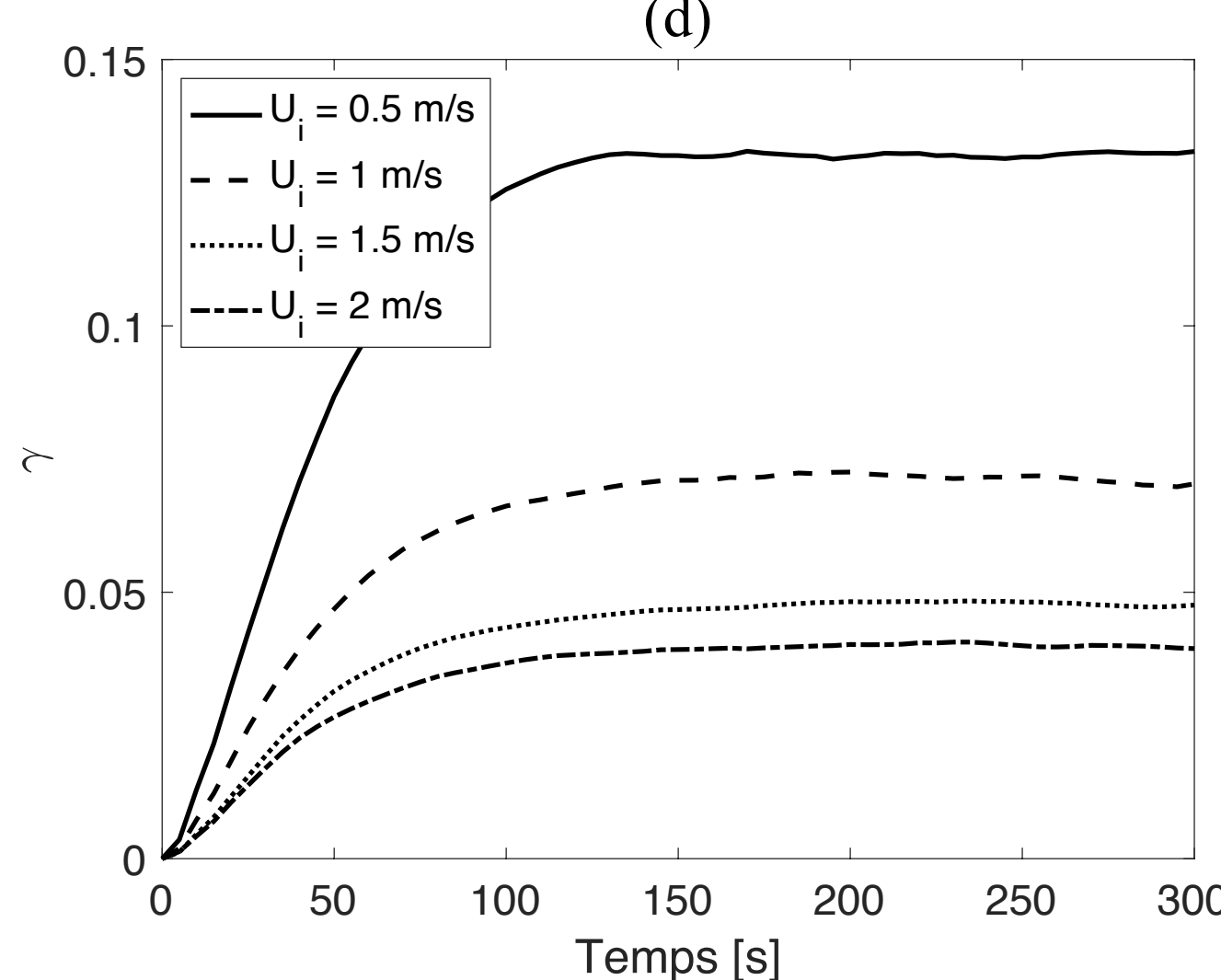
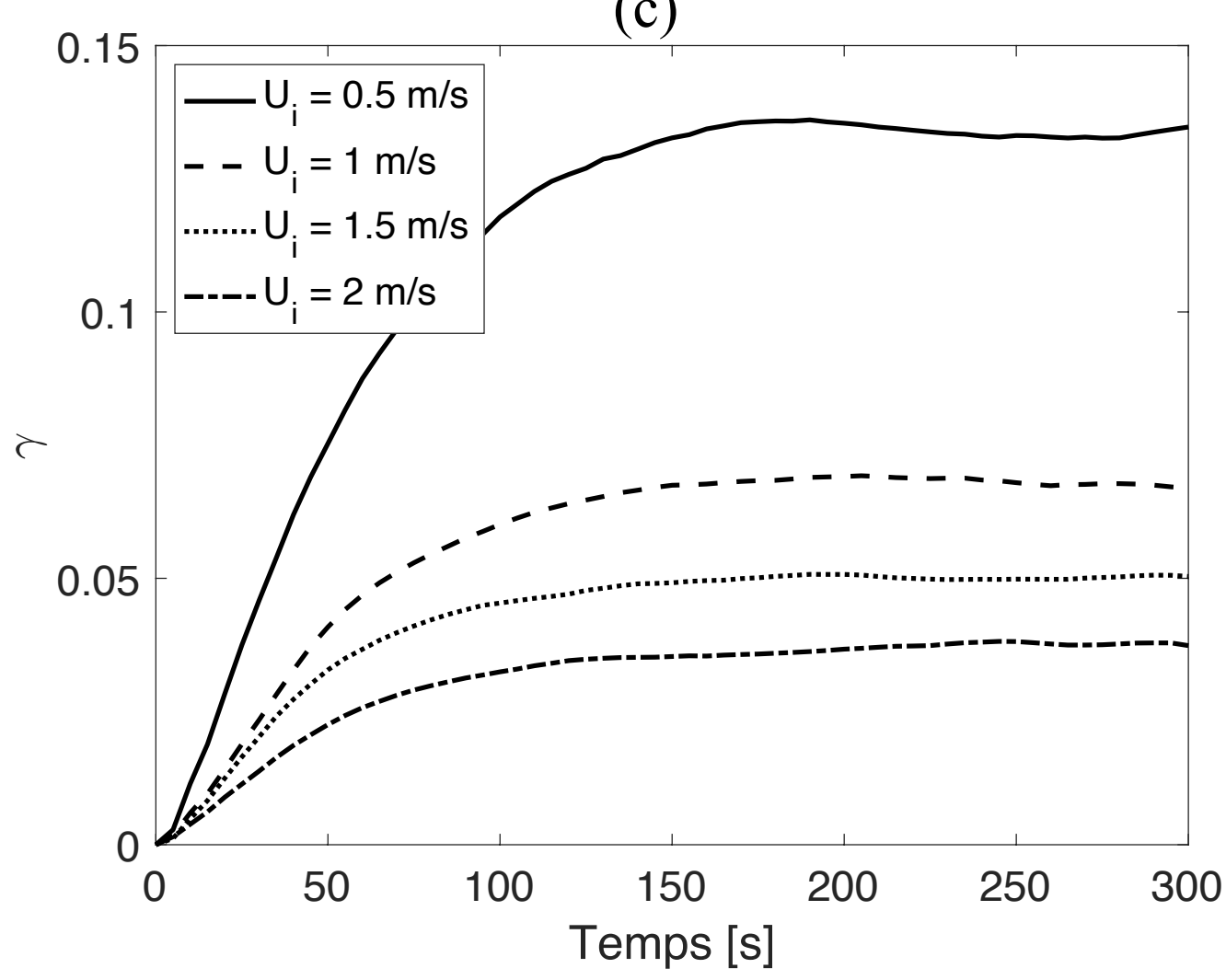
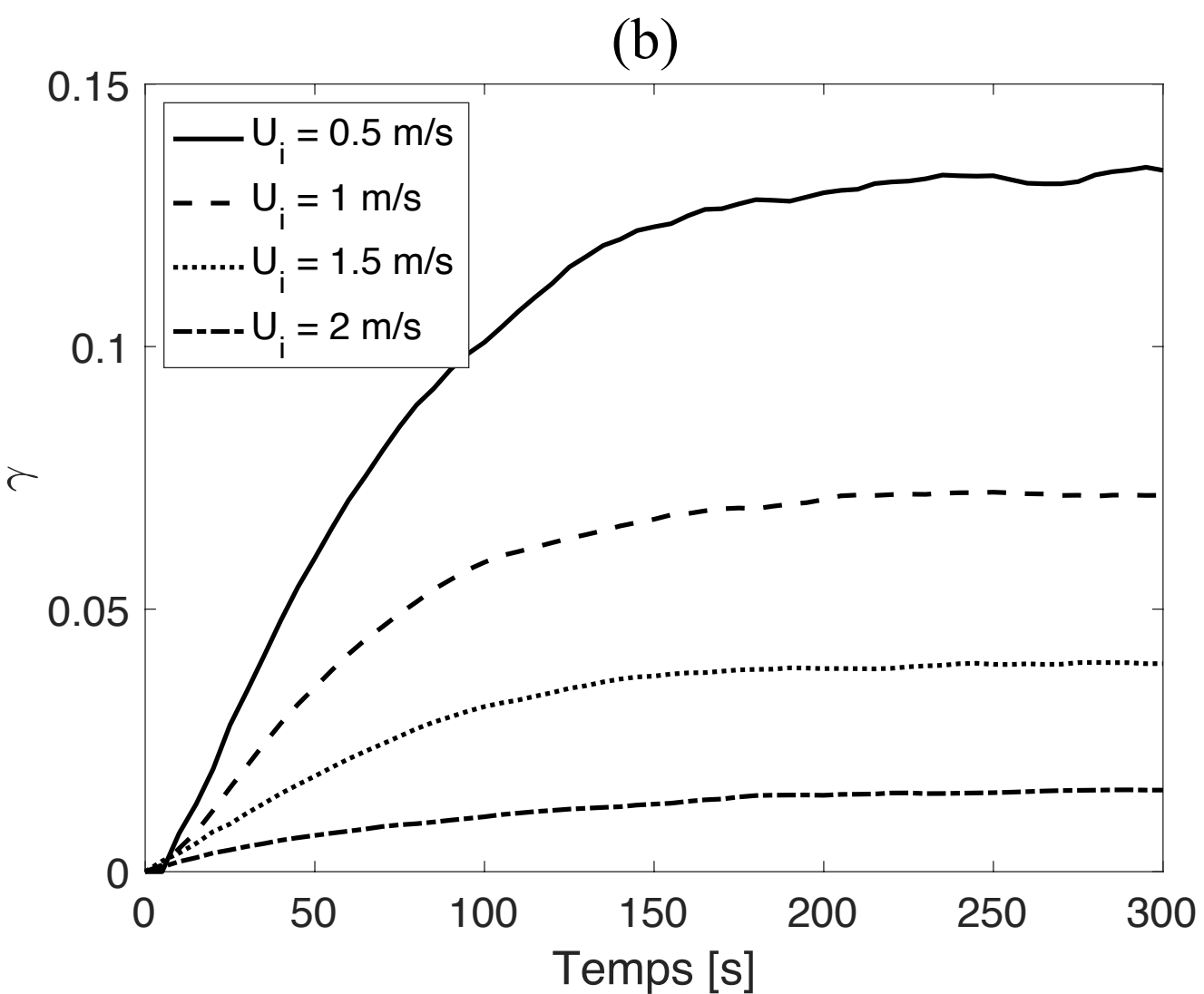
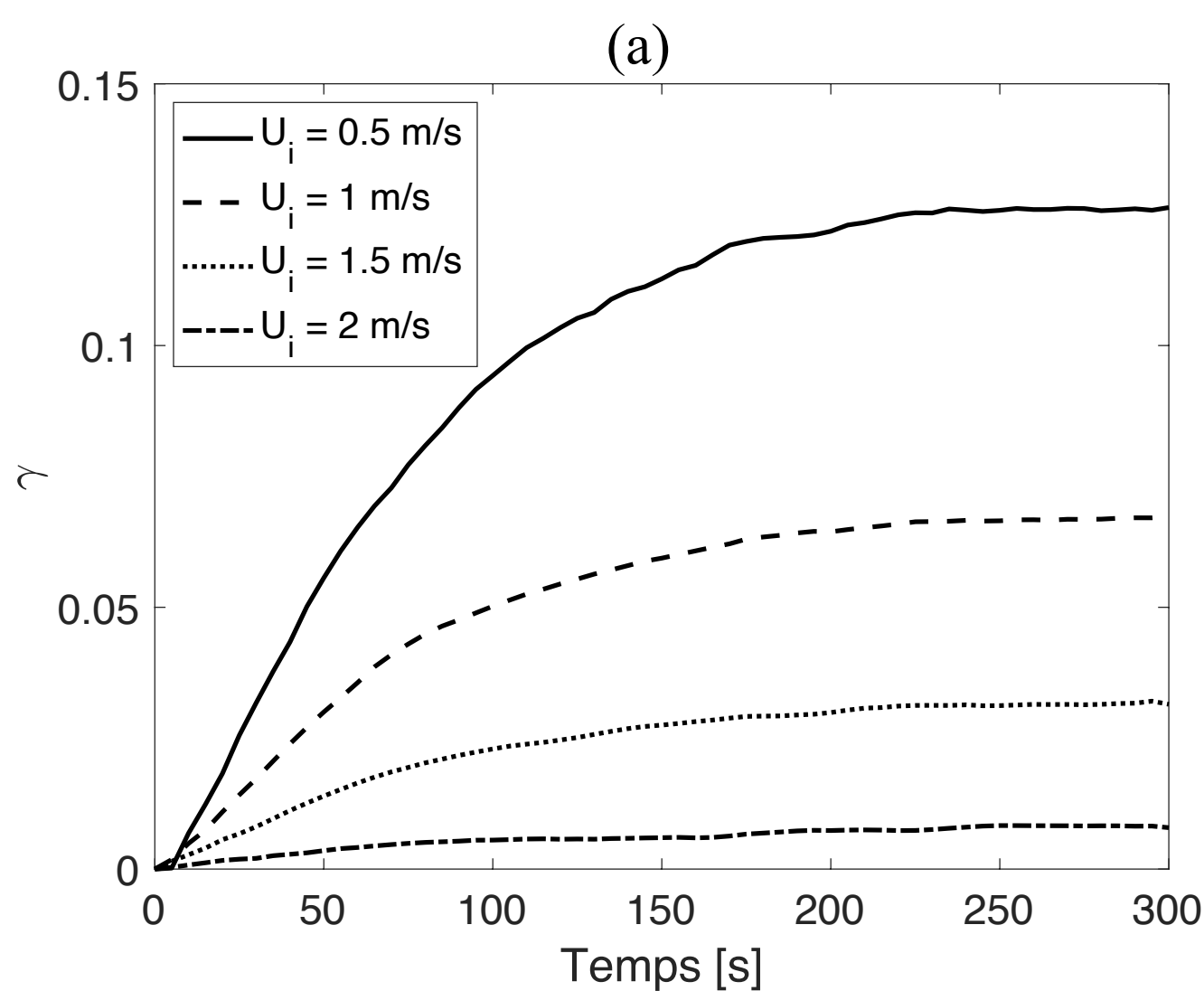
Résultats & perspectives

Résultats :

- ❖ Récupération d'énergie γ **maximale pour $U_i = 0.5\text{ m/s}$** ;
- ❖ Lorsque U_i **augmente**, γ **diminue** → **éloignement du panache de la paroi** (**coupes 2D, $T_i = 100^\circ\text{C}$**) ;
- ❖ **Régime périodique au niveau de l'ouvrant supérieur** (de l'ordre de 1Hz).



Champs de température avec vecteurs vitesse, moyennés sur les 100 dernières secondes de simulation, pris au milieu de l'ouvrant et du bandeau d'injection pour une température d'injection de 100°C . (a) $U_i = 0.5\text{ m/s}$, (b) $U_i = 1\text{ m/s}$, (c) $U_i = 1.5\text{ m/s}$ et (d) $U_i = 2\text{ m/s}$.



Évolution du rapport d'énergie γ au cours du temps en fonction de la vitesse. (a) $T_i = 80^\circ\text{C}$, (b) $T_i = 100^\circ\text{C}$, (c) $T_i = 200^\circ\text{C}$ et (d) $T_i = 300^\circ\text{C}$

Perspectives :

- ❖ Simuler de **vrais foyers d'incendie** ;
- ❖ Mise en place de **lois de comportement** ;
- ❖ **Expériences isothermes à échelle réduite**.

