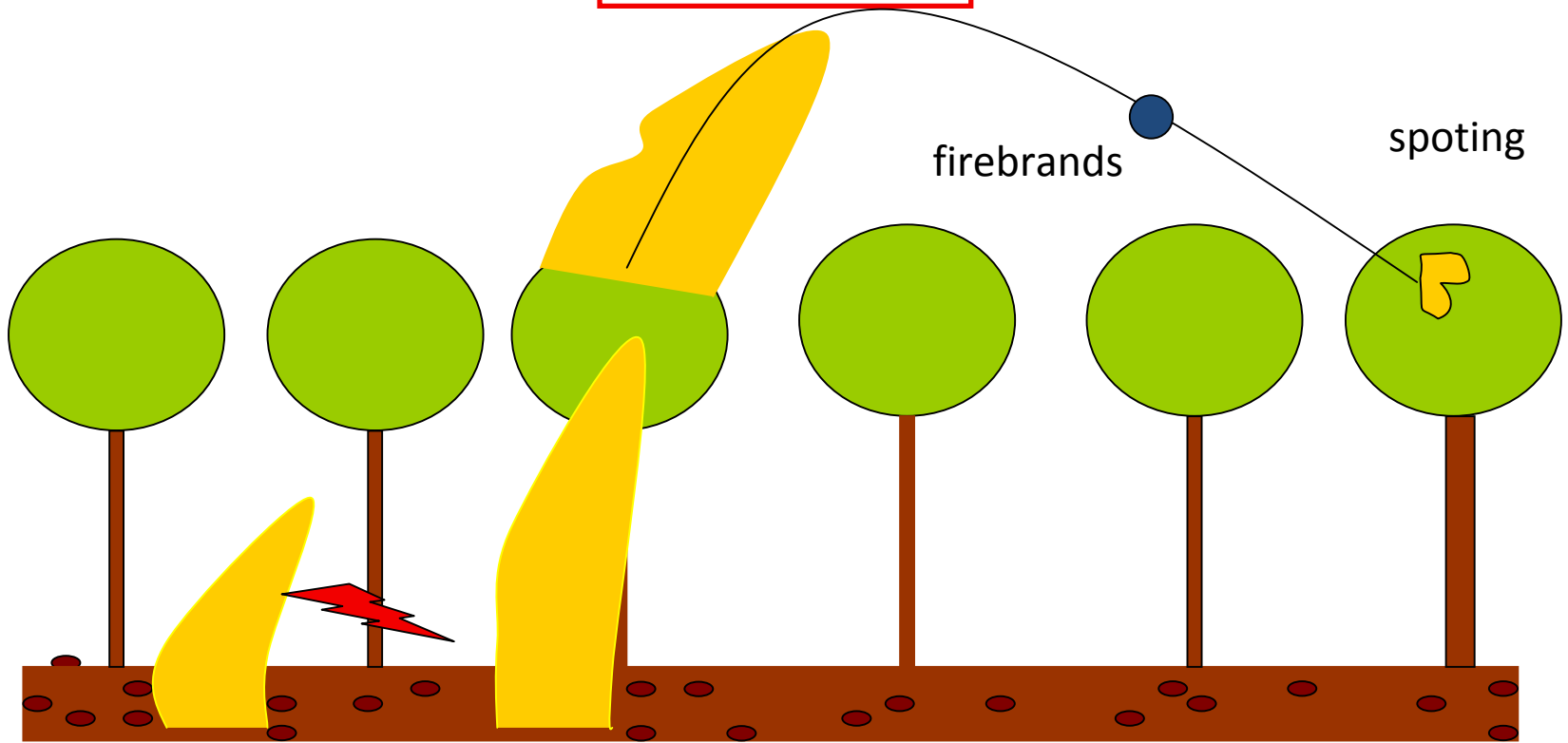




Etude numérique de l'allumage piloté de lits végétaux

J.L. Consalvi, F. Nmira, A. Fuentes, P. Myndikowski, B. Porterie
IUSTI/ UMR CNRS 6595, 5 rue E. Fermi, 13453 Marseille Cedex 13, France

Motivations



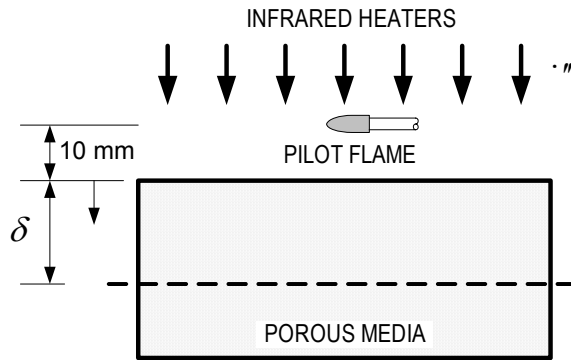
• Propagation d'un feu: Succession d'allumages pilotés

Transfert de chaleur: source de chaleur et pilote → flamme

Transfert de masse (Brandons): source de chaleur et le pilote → le brandon

• Peu d'études ont été menées sur ce phénomène

Méthodologie

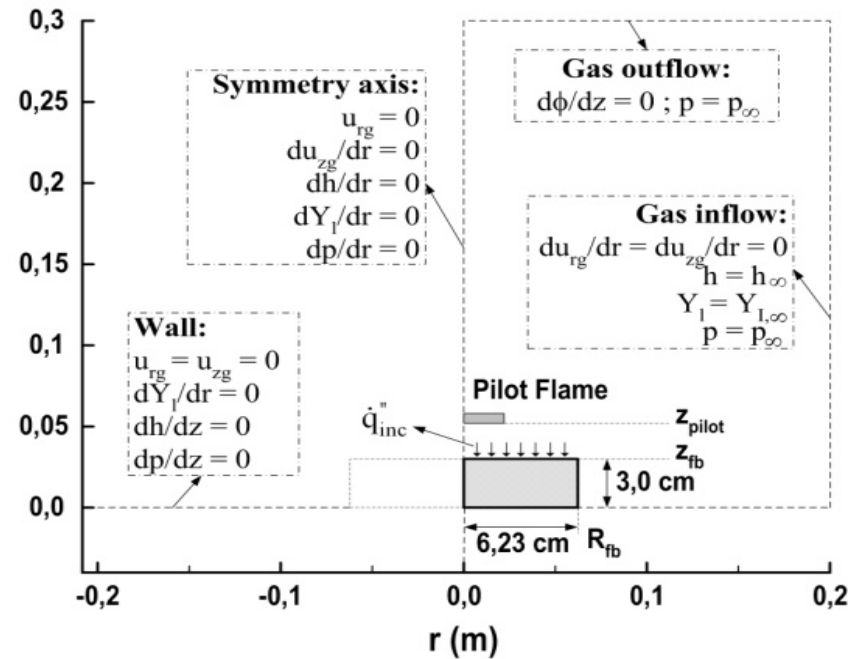


Expériences:

- Fire Propagation Apparatus (FPA) à Edimbourg
- Lits d'aiguilles de pins maritime
- 2 fractions volumiques de la phase solide: 0.04 et 0.08
- Sèches
- Flux radiatifs: entre le flux minimal à l'allumage et 30kW/m^2
- t_{ig} en fonction du flux radiatif incident

Modélisation diphasique:

Modèle



- Configuration axisymétrique

- Flux radiatif spécifié est imposé à la surface du

- Flamme pilote est représenté par une aire de $0.03 \times 0.004 \text{ m}$ à température constante.

Modèle diphasique:

- Décrit l'écoulement dans le lit et au dessus

- Lits composés de particules homogènes: localement les mêmes propriétés géométriques et thermo-physiques.

- Les phases gazeuses et solides:

 - Pas en équilibre thermique

 - couplés par des termes d'échange de masse, q_{ité} de mvt, d'énergie

Modèle

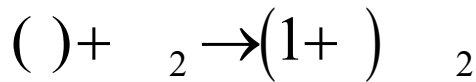
- Phase solide:**

- Particules sèches et thermiquement fines
- Pyrolyse

$$\rightarrow v \quad () + (1-v) \left[\alpha \quad + \alpha \quad 2 \quad 2 + \alpha \quad 4 \quad 4 + \alpha \quad 2 \quad 2 \right]$$

Tihay et al.

- Oxydation du résidu carbonneux (Bounmee et Quintiere)



$\dot{m}'' = \dot{m}_{2,\infty} / (\dot{m}''_{2,\infty} + \dot{m}''_{2,mod}) \rightarrow$ Contrôlé soit par la diffusion de l'O2 soit par la cinétique

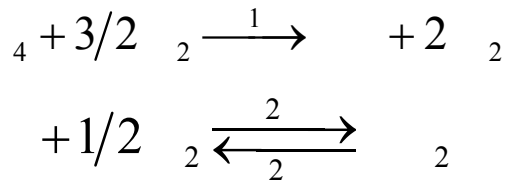
$$\dot{m}''_{2,mod} = (1 + \gamma) (\dot{m}_{2,\infty} - \dot{m}_{2,mod}) / [\ln(1 + \dot{m}_{mod})]$$

$$\dot{m}_{mod} = (1 + \gamma) (\dot{m}_{2,\infty} - \dot{m}_{2,mod}) / [\dot{m}_{2,mod} + (1 + \gamma) \dot{m}_{2,mod}] \rightarrow \gamma: \text{Effet de soufflage: produit de pyrolyse}$$

$$\dot{m}''_{2,mod} = [\exp(- \dot{m}_{2,mod} / \dot{m}_{2,\infty})]^{-1}$$

Modèle

- Phase gazeuse



- Transferts radiatifs: Equation de transfert radiatif multiphrique

$$\nabla \cdot [\alpha \mathbf{\Omega}] + \left[\frac{\alpha}{4} (1 - \tau) + \alpha \kappa \right] \mathbf{\Omega} = \frac{\alpha}{4} \mathbf{\Omega} + \alpha \kappa \mathbf{\Omega} + \frac{\rho}{16\pi} \int_{4\pi} \Phi^{\Omega\Omega'} \mathbf{\Omega}'$$

Atténuation phases solide
et gazeuse

Emission phases solide
et gazeuse

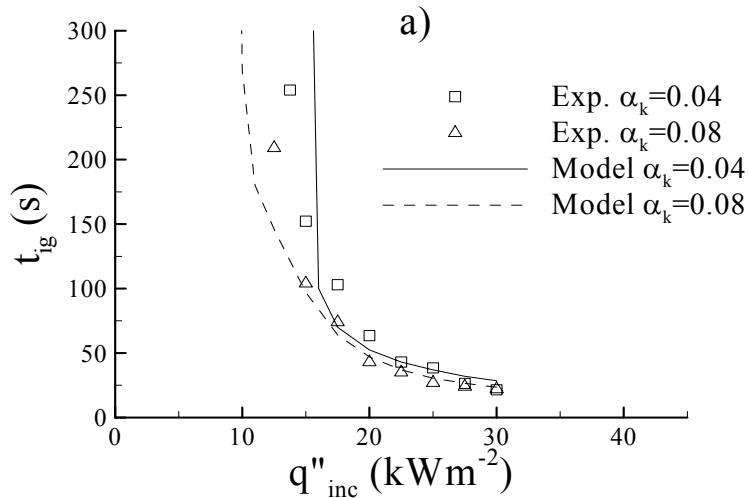
Diffusion phase solide

- A_k : Surface spécifique des aiguilles de pins
- Diffusivité, réflectivité et transmittivité des aiguilles: Moyennes de Planck → Température d'émission des lampes (Données de Boulet & Co)

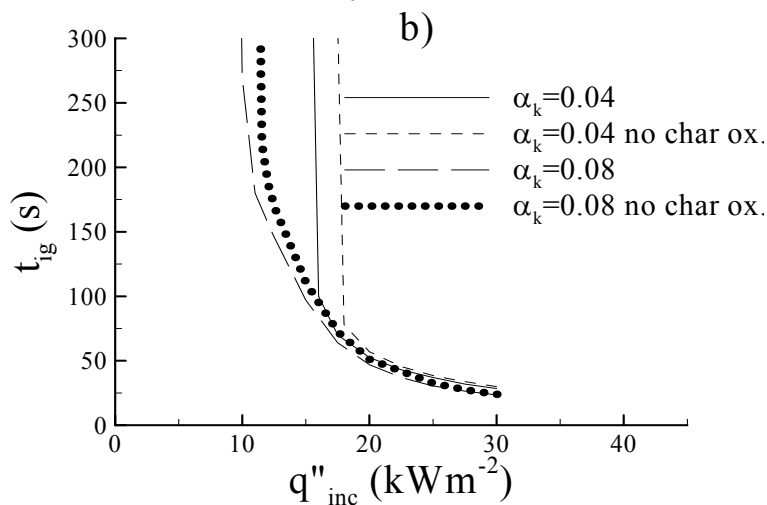
Résultats et Discussions

- Critère d'allumage: emballement température phase gazeuse

$$\partial^2_{, \max} / \partial^2 = 0$$



**Comparaison avec les résultats
Expérimentaux: Bon accord**



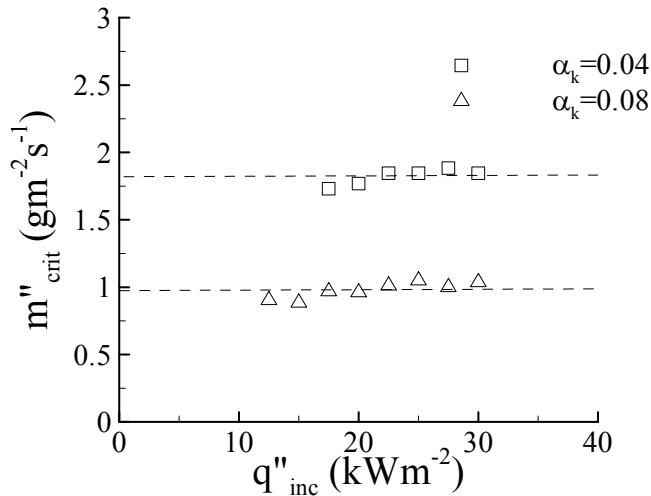
Effet de l'oxydation du résidu carbonneux

- Négligeable à haut flux
- Affecte le processus d'allumage lorsqu'on s'approche du flux critique d'allumage
- Fournit un supplément d'énergie à la phase solide

Résultats et Discussions

- **Critère simplifié d'allumage**: Débit critique de produits combustibles à la surface du lit
 - **Allumage piloté**: Lorsque le mélange combustible au voisinage du pilote attend la limite pauvre d'inflammabilité
 - Suffisamment de produits de pyrolyse produits → la flamme de prémélange initiée se propage sans être éteinte par les pertes à la surface du lit → Combustion auto entretenue.

$$\dot{m}'' = \int_{/ > 0} \alpha \rho \left(\quad + \quad \right) / \int_{/ > 0}$$

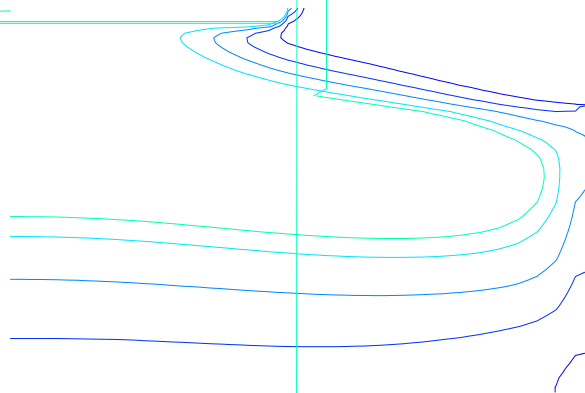
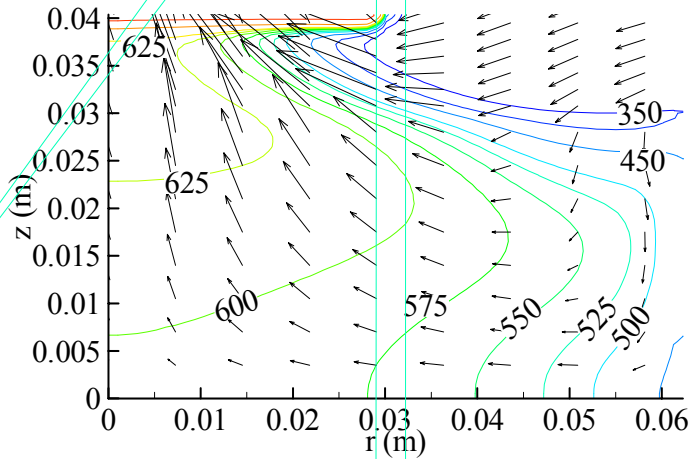


Pour une fraction volumique de la phase solide donnée:

- Le Débit critique de produits combustibles à la surface du lit est indépendant du flux radiatif incident
- Il augmente lorsque α_k diminue

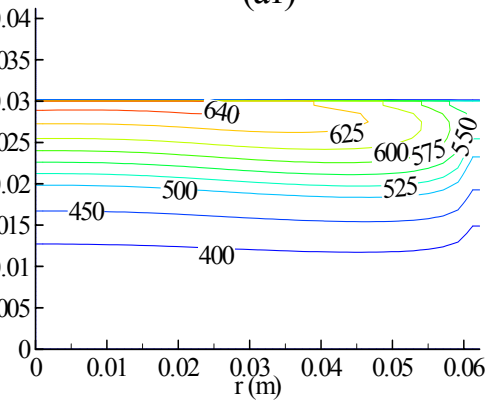
Résultats et Discussions

(a)

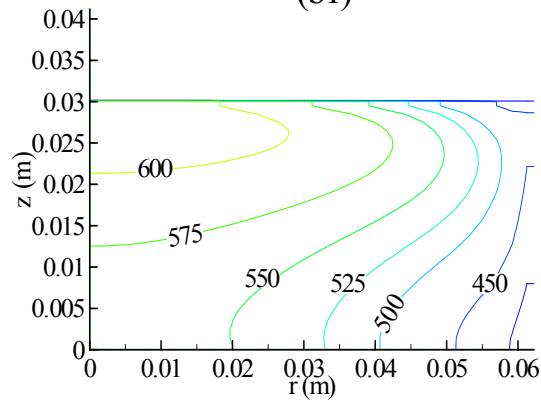


Résultats et Discussions

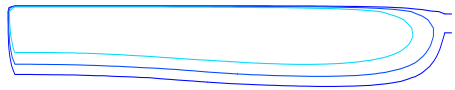
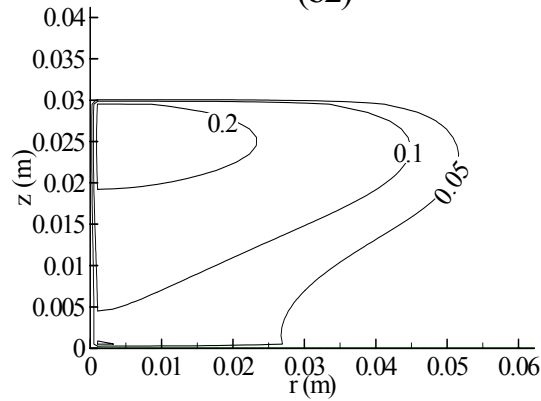
(a1)



(b1)



(b2)



Conclusions

L'oxydation du résidu carbonneux n'affecte pas le processus d'allumage piloté à haut flux, mais ne peut être négligé près du flux critique d'allumage

Pour un flux donné, l'allumage piloté a lieu lorsque le débit de combustible gazeux à la surface du lit atteint une valeur critique. Cette valeur augmente lorsque la fraction volumique de la phase solide diminue.

Pour une fraction volumique donnée, la perte de masse de la phase solide augmente lorsque le flux incident diminue.