HAL open science

# Etude Expérimentale de la Propagation d'une Flamme dans un Milieu Diphasique en Micropesanteur

Guillaume Renoux, Fabien Halter, Christian Chauveau

**To cite this version:**

Guillaume Renoux, Fabien Halter, Christian Chauveau. Etude Expérimentale de la Propagation d'une Flamme dans un Milieu Diphasique en Micropesanteur. Journée des Doctorants du GFC (Groupe Français de Combustion), Jan 2018, Orléans, France. 10.13140/RG.2.2.24344.52480 . hal-03308311

**HAL Id: hal-03308311**

**https://hal.science/hal-03308311v1**

Submitted on 29 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# ETUDE EXPERIMENTALE DE LA PROPAGATION D'UNE FLAMME DANS UN MILIEU DIPHASIQUE EN MICROPESANTEUR

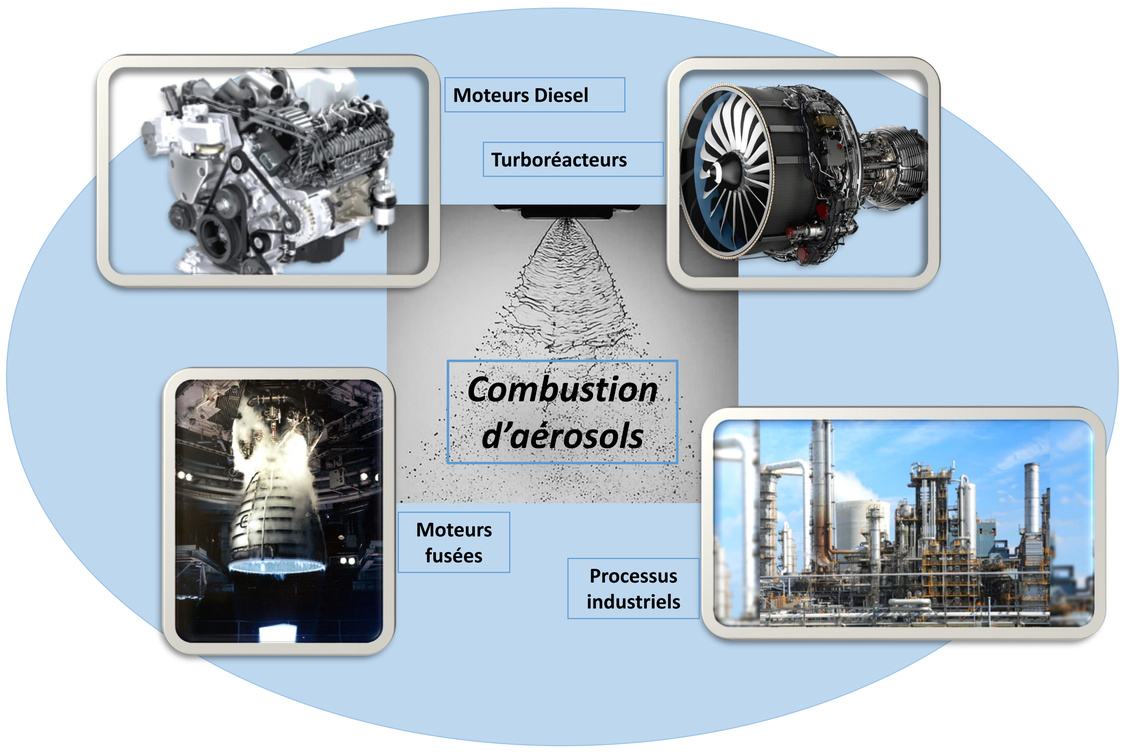
G. Renoux*, F. Halter, C. Chauveau

*ICARE, CNRS, 1C, avenue de la Recherche-Scientifique, 45071, Orléans cedex 2*

## Objectif de la thèse :

Etudier expérimentalement la propagation d'une flamme dans un milieu diphasique (brouillard de carburant)

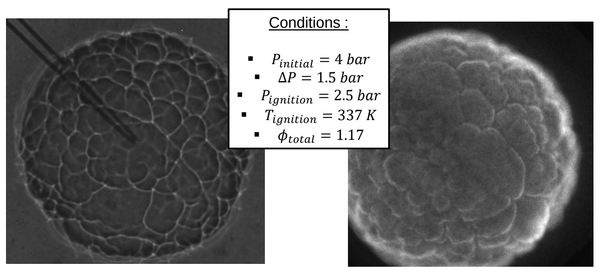
## Applications :



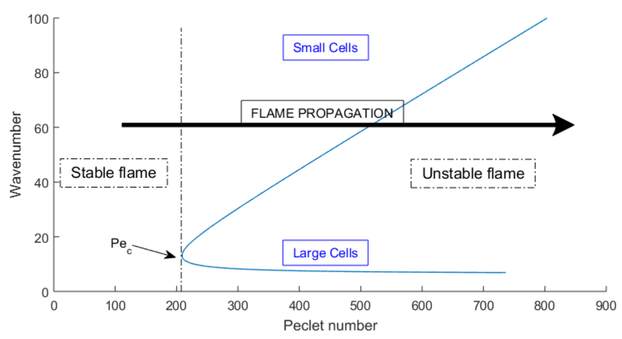

## Résultats : Morphologie des flammes instables

### 1. Comparaison ombroscopie et chimiluminescence CH*

*Y-a-t-il une superposition des motifs d'instabilité cellulaires sur l'ombroscopie ?*




Observation par ombroscopie (gauche) et chimiluminescence CH* (droite)

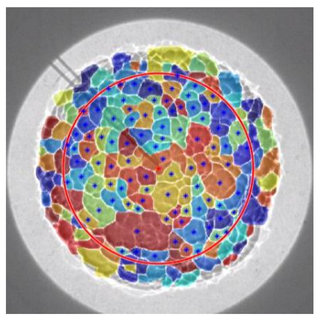



Péninsule de stabilité des cellularités prédite par la théorie linéaire

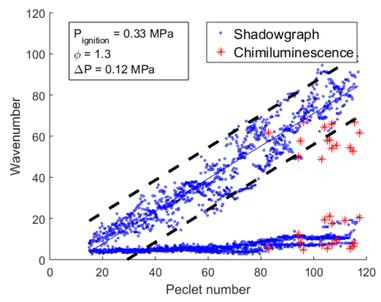
$$Pe = \frac{R_{flamme}}{\delta_{flamme}}$$

$$n = \frac{2\pi R_{flamme}}{a_{cellule}}$$

$Pe_c$ : Nombre de Peclet critique, correspond à l'apparition des instabilités



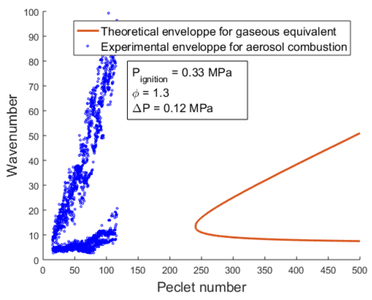
Segmentation des cellules sur une image ombroscopique




Enveloppe de la distribution des nombres d'onde

- Résultats différents pour les grands nombres d'onde (petites cellules)
- Résultats similaires pour les faibles nombres d'onde (grosses cellules)

### 2. Morphologie des flammes diphasiques




Comparaison de l'enveloppe des instabilités pour une flamme diphasique (bleu) avec les résultats de la théorie linéaire pour une flamme gazeuse équivalente (rouge)

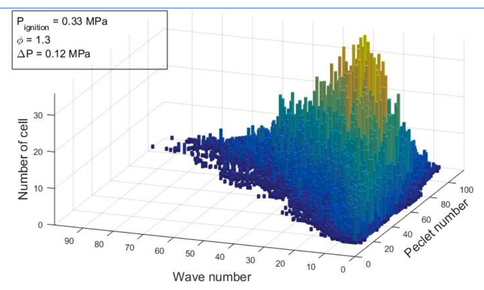
- Les instabilités apparaissent plus tôt en diphasique qu'en gazeux :

$$Pe_{c,\,2\phi} \ll Pe_{c,\,gaz}$$

- L'enveloppe des nombres d'onde des instabilités cellulaires d'une flamme diphasique suit la même tendance que celle prédite par la théorie linéaire des flammes gazeuses :
  - Constante à petits nombres d'onde
  - Linéaire à forts nombres d'onde

- La taille représentative des cellules peut être modélisée par

$$\mathrm{mode}(\mathrm{n_{cell}}) = \gamma_1 (Pe - Pe_c)^{\gamma_2} + n_c$$

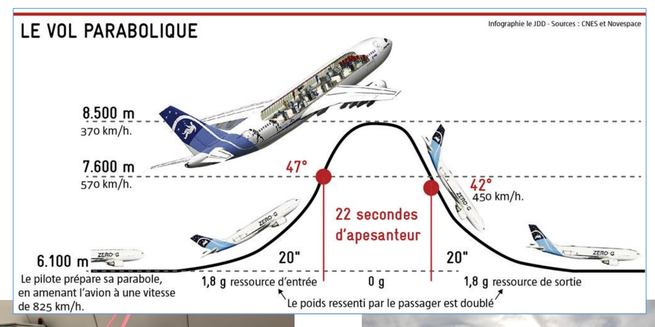



Distribution du nombre d'onde de la population de cellules durant la propagation de la flamme

## La micropesanteur :

La micropesanteur permet d'obtenir un milieu homogène et statique en supprimant la sédimentation des gouttes

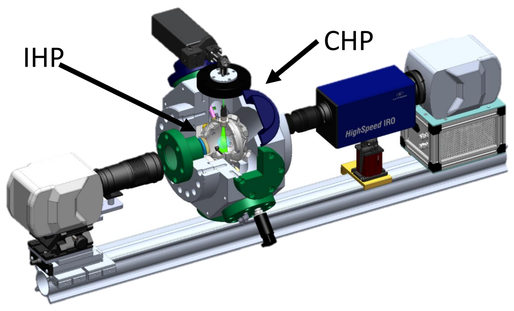
*1 campagne = 3 vols paraboliques*
*1 vol = 31 paraboles*
*1 parabole = 22 s de micropesanteur*



## Dispositif expérimental :

### 1. Chambre double confinement

- Chambre de combustion sphérique (IHP) équipée de 8 clapets pour équilibrer la pression pendant la combustion
- Chambre haute-pression octogonale (CHP) remplie d'azote




- Aérosol d'éthanol créé par expansion rapide (méthode de Wilson)

| Fuel | $P_{initial}/T_{initial}$ | $P_{ignition}/T_{ignition}$ | $\Phi_T$ | $D_{32}$ | $N_d$ |
|---|---|---|---|---|---|
| *Ethanol* | *0.35 – 0.6 MPa 343 K* | *0.15 – 0.25 MPa 317 – 309 K* | *0.7 – 1.45* | *5 – 23 µm* | $1.5 \cdot 10^9 - 2.0 \cdot 10^{11}\ m^{-3}$ |

### 2. Diagnostics optiques

- Tomographie Laser
  → Position et déplacement des gouttes
- ILIDS (Interferometric Laser Imaging for Droplet Sizing)
  → Taille des gouttes
- Chimiluminescence CH* & Ombroscopie
  → Front de flamme & instabilités

## Conclusion :

- La visualisation directe (chimiluminescence) et l'ombroscopie produisent des résultats différents pour les tailles des instabilités cellulaires
- Le nombre de Peclet critique est très inférieur pour les flammes diphasique à celui d'une flamme gazeuse
- La présence de gouttes affecte aussi la morphologie des instabilités cellulaires
- La taille représentative des cellules diminue durant la propagation de la flamme

## Références :

M. Lawes, Y. Lee, and N. Marquez, "Enhanced burning rates due to droplet induced flame instabilities," *Proc. ILASS Eur.*, no. September, pp. 13–18, 2002

R. Thimothée, C. Chauveau, F. Halter, C. Nicoli, P. Haldenwang, and B. Denet, "Microgravity experiments and numerical studies on ethanol/air spray flames," *Comptes Rendus Mécanique*, vol. 345, no. 1, pp. 99–116, 2017

R. Addabbo, J. K. Bechtold, and M. Matalon, "Wrinkling of spherically expanding flames," *Proc. Combust. Inst.*, vol. 29, no. 2, pp. 1527–1535, 2002

* guillaume.renoux@cnrs-orleans.fr