

**Offre de post-doctorat à l'Institut Pprime, UPR 3346 CNRS
en collaboration avec l'ONERA DMPE/MFE, Palaiseau**

Détonabilité de mélanges diphasiques d'air et d'hydrocarbures liquides

Lieu: Institut Pprime, UPR 3346 CNRS, Site de l'ENSMA, 86961 Futuroscope-Chasseneuil

Salaire: 2 441.70 € (brut), 1962 € (net)

Durée et début du contrat : 18 mois à partir du 1^{er} octobre 2025

Contacts à Pprime:

- Pierre Vidal pierre.vidal@ensma.fr
- Vincent Rodriguez vincent.rodriguez@ensma.fr
- Hazem El Rabii hazem.el-rabii@ensma.fr

Contacts at l'ONERA:

- Stephane Boulal stephane.boulal@onera.fr
- Pierre Bernigaud pierre.bernigaud@onera.fr
- Dmitry Davidenko Dmitry.davidenko@onera.fr

Profil recherché : Doctorat en mécanique, des fluides à forte composante expérimentale. Des capacités en modélisation et des connaissances en milieux compressibles, combustion, détonation et ondes de choc seront particulièrement appréciées.

La compréhension et la modélisation de la propagation d'une onde de détonation dans un milieu réactif diphasique dans lequel le combustible est un liquide sous forme de gouttelettes dispersées dans d'une atmosphère oxydante revêt un intérêt pour la propulsion par ondes de détonation (RDE, PDE, ODWE) et pour la sûreté des installations industrielles.

L'Institut Pprime (UPR 3346 CNRS) propose un poste de post-doctorant de 18 mois en vue d'applications en propulsion aérospatiale, dans le cadre d'une collaboration avec l'ONERA (DMPE/MFE, Palaiseau). L'objectif est d'améliorer la compréhension des mécanismes fondamentaux régissant la dynamique de propagation des détonations dans de tels milieux.

Plusieurs études expérimentales ont porté sur la détonation dans des mélanges d'air et d'hydrocarbures, soit sous forme pré-vaporisée, soit sous forme de gouttelettes. Par exemple, Austin et Shepherd [1] et Sorin et al. [2] ont mesuré la largeur de la cellule de détonation - grandeur essentielle pour caractériser un aspect de la détonabilité d'un milieu gazeux - dans des mélanges d'air et de JP-10 pré-vaporisé. Schauer et al [3] ont mesuré la vitesse de détonation dans des mélanges formés de gouttelettes de JP-8 ou de JP-10 en suspension dans l'air. Yao et al [4] ont mesuré l'énergie critique de l'amorçage direct et la largeur de la cellule dans des mélanges biphasés d'hydrocarbures tels que le n-hexane, le n-heptane ou le n-décane en suspension dans l'air. Li et al [5] ont étudié la transition déflagration-détonation dans un tube rempli d'un mélange JP-10/air. Ces études montrent que les caractéristiques de la détonation dépendent fortement des paramètres du mélange (richesse, pression, température) et de la taille des gouttelettes. En particulier, les résultats de Yao et al. [4] montrent une dépendance entre la chaleur d'évaporation, l'énergie d'amorçage et la largeur de la cellule.

INSTITUT Pprime . CNRS . UNIVERSITÉ DE POITIERS . ENSMA . UPR 3346 .

Adresse postale : SITE DU SP2MI - 11, Boulevard Marie et Pierre Curie Site du futuroscope - TSA 41123- 86073 POITIERS CEDEX 9 - www.pprime.fr



L'étude comprendra une campagne expérimentale puis l'analyse et la synthèse des résultats. Cela comprend la préparation, l'instrumentation et l'exécution d'expériences pour étudier la propagation de la détonation dans un mélange diphasique avec gouttelettes liquides. Les expériences seront menées dans un tube à détonation existant [6-8] constitué d'un tube de détonation à deux sections séparées par une vanne guillotine dans laquelle différents mélanges réactifs peuvent être introduits indépendamment. La première section est utilisée pour générer une détonation stable et auto-entretenu. Cette détonation est ensuite transmise au milieu contenu dans la deuxième section - la section d'étude - où la dynamique de la détonation est caractérisée. Le nuage de gouttelettes sera généré dans la section d'étude à l'aide un bloc d'injection parallèle à la direction de propagation, constitué d'une série d'injecteurs de pulvérisation développés par l'ONERA.

Dans un premier temps, un clone transparent de la section d'étude sera conçu, dans lequel les caractéristiques spatiales et temporelles du mélange diphasique (taille des gouttelettes, concentration et homogénéité spatiale) seront déterminées à l'aide de techniques optiques (granulométrie laser, shadowgraphie) disponibles à l'Institut Pprime. Dans un deuxième temps, les aspects dynamiques de la détonation dans les milieux diphasés générés dans la section d'étude seront caractérisés à l'aide des diagnostics de détonation habituels de l'Institut Pprime (plaques à dépôt de carbone, capteurs de pression dynamiques, strosopie ultra-rapide, chimiluminescence CH* ou OH* à expositions très faibles). Dans un troisième temps, on analysera les résultats, on les comparera aux données disponibles dans la littérature, et on fournira à l'ONERA une synthèse des résultats. L'attente est la définition, pour un confinement donné, de la gamme des conditions favorables à la propagation d'une détonation stable (rapport d'équivalence, diamètre moyen des gouttes, pression initiale, type d'hydrocarbure).

References

- [1] J.M. Austin et J.E. Shepherd, *Combust. Flame*, vol. 132, 2003
- [2] R. Sorin, P. Bauer, D. Desbordes, *Shock Waves*, vol. 17, 2008
- [3] F.R. Schauer, C.I. Miser, K.C. Tucker, R.P. Bradley, J.L. Hoke, *AIAA paper 2005-1343*, 2005
- [4] G. Yao, B. Zhang, G. Xiu, C. Bai, P. Liu, *Fuel*, vol. 113, 2013
- [5] S. Li, Q. Liu, X. Chen, J. Huang, J. Li, *J. Hazard. Mater.*, vol. 339, 2017
- [6] S. Boulal., Thèse de Doctorat, ISAE-ENSMA, 2017
- [7] S. Boulal., P. Vidal. and R. Zitoun, *Experimental. investigation of detonation quenching in non-uniform compositions*, *Combust. Flame*, vol. 172, 2016
- [8] S. Boulal., P. Vidal., R. Zitoun, T. Matsumoto and A. Matsuo, *Experimental. investigation on detonation dynamics through a reactivity sink*, *Combust. Flame*, vol. 196, 2018.