

*Titre :*

*Étude expérimentale des mécanismes de formation et d'oxydation de la suie par méthodes optiques in-situ : effets du combustible et de la pression.*

*Mots Clefs : Métrologie optique, Suie, Combustion aéronautique, oxydation*

*Encadrants : Jérôme Yon (CORIA), Marek Mazur (CORIA), Stefano Puggelli (SAFRAN-Tec)*

Les émissions de suie générées lors de la combustion ont des conséquences importantes sur l'environnement et la santé et font l'objet de préoccupations de la part des secteurs émetteurs, en particulier les secteurs liés à la mobilité humaine. Le secteur aéronautique est ainsi concerné et va être soumis dans les années à venir à des normes de plus en plus restrictives. A noter que ces émissions sont également responsables de la formation de nuages (contrails) qui peuvent avoir un impact climatique.

L'oxydation de la suie est un processus clé dans l'élimination de ces nanoparticules. On estime que 90% des suies sont oxydées pendant le processus de combustion lui-même (Stanmore, Brillhac et al. 2001). Cependant, ce phénomène, encore mal compris, est d'efficacité similaire à la croissance de surface dont l'effet est opposé et qui fait que la balance entre les deux est difficile à modéliser. Il est donc important de mieux comprendre le phénomène d'oxydation. Ce dernier met en jeu la température locale, la présence d'espèces oxydantes mais dépend également de sa composition chimique (Song, Alam et al. 2006) et du degré de désordre de la nanostructure carbonée de la suie (Yehliu, Vander Wal et al. 2012). Il en résulte une réactivité variable au cours du temps puisque la nature et la composition de la suie évolue au cours de sa formation (maturité). Enfin, le rôle des espèces oxydantes semble différent. On suspecte notamment les molécules d'O<sub>2</sub> de pénétrer sein même des sphérules produisant une sorte de « combustion interne » alors que l'OH représenterait une agression plus « surfacique ». Ainsi, une meilleure compréhension de ces modes d'oxydation impose une meilleure **prise en compte de la morphologie** des particules et en particulier du ratio surface/volume (ou surface spécifique) qui n'est quasiment jamais considéré. Enfin, on note un rôle important joué par le **carburant** (Jeon and Park 2018) et celui de la **pression** (Commodo, Karataş et al. 2020), grandeurs à adapter à la problématique des suies produites par les moteurs d'avions.

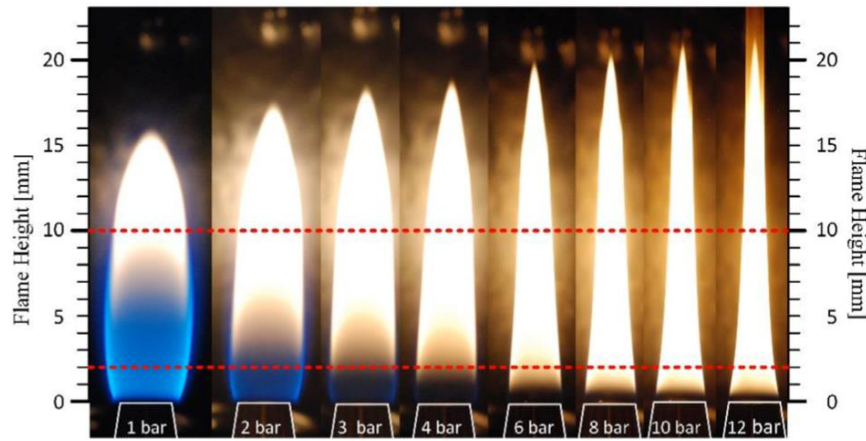


Figure 1 : Effet de la pression sur une flamme de diffusion d'éthylène (Commodo, Karataş et al. 2020).

**L'objectif de cette thèse est de mieux comprendre les mécanismes d'oxydation des particules de suie au sein des flammes.** Deux axes de développements expérimentaux seront entrepris. Le premier consiste à mettre en œuvre de techniques optiques de pointe au sein d'un dispositif de combustion à deux étages (Yon, Ouf et al. 2018). Par cette approche, on isolera les mécanismes d'oxydation et pourrons prendre en compte l'évolution de la maturité des suies ainsi que le rôle joué par le carburant. Le second volet consiste à développer et mettre en œuvre une technique innovante de diffusion spectrale de la lumière dans une chambre haute pression (à concevoir). Cela permettra l'étude de l'impact de la pression sur la formation des particules de suie avec une information inédite sur leur taille par une approche optique in-situ.

*Profil attendu:* L'étudiant doit être en possession d'un Master (ou du diplôme d'ingénieur) en sciences physique ou en ingénierie. Une bonne connaissance de l'anglais parlé et écrit est obligatoire, le français est utile. L'étudiant doit être très motivé par le travail expérimental. Une expérience en métrologie laser serait un atout mais n'est pas une condition préalable. Disponible à partir de septembre-octobre 2022.

*Comment postuler :* Veuillez envoyer vos documents (lettre de motivation, CV, certificats) à [yon@coria.fr](mailto:yon@coria.fr) et [stefano.puggelli@safrangroup.com](mailto:stefano.puggelli@safrangroup.com) très rapidement (entretiens souhaités en Avril).

### Références Bibliographiques

- Commodo, M., A. E. Karataş, et al. (2020). "On the effect of pressure on soot nanostructure: A Raman spectroscopy investigation." *Combustion and flame* 219: 13-19.
- Jeon, J. and S. Park (2018). "Effect of injection pressure on soot formation/oxidation characteristics using a two-color photometric method in a compression-ignition engine fueled with biodiesel blend (B20)." *Applied Thermal Engineering* 131: 284-294.
- Song, J., M. Alam, et al. (2006). "Examination of the oxidation behavior of biodiesel soot." *Combustion and flame* 146(4): 589-604.
- Stanmore, B. R., J.-F. Brilhac, et al. (2001). "The oxidation of soot: a review of experiments, mechanisms and models." *carbon* 39(15): 2247-2268.

- Yehliu, K., R. L. Vander Wal, et al. (2012). "Impact of fuel formulation on the nanostructure and reactivity of diesel soot." Combustion and flame 159(12): 3597-3606.*
- Yon, J., F.-X. Ouf, et al. (2018). "Investigation of soot oxidation by coupling LII, SAXS and scattering measurements." Combustion and flame 190: 441-453.*