

# Diagnostic d'explosions de poussières d'aluminium générées par une décharge d'étincelle

M.Sankhe<sup>1</sup>, S.Bernard<sup>2</sup>, S.Pellerin<sup>1</sup>, P.Gillard<sup>2</sup>, et M.Wartel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GREMI, UMR7344, Université d'Orléans/CNRS, F-18020, Bourges Cedex, France.

<sup>2</sup> PRISME, UPRES 4229, Université d'Orléans, F-18020, Bourges Cedex, France.

mél: [stephane.pellerin@univ-orleans.fr](mailto:stephane.pellerin@univ-orleans.fr)

De nombreux procédés industriels utilisent désormais des poussières de nature inflammables et doivent parfois faire face à des risques d'explosion pouvant causer de terribles catastrophes menant à d'importants dommages matériels et humains. Les explosions de poussières peuvent avoir de nombreuses origines, mais l'électricité statique constitue la principale cause d'inflammation. Dans ce contexte, nous utilisons une décharge d'étincelles pour initier des explosions de poussières métalliques afin d'en étudier les conditions et les caractéristiques à des fins de prévention des risques industriels. L'objectif principal de ce travail est de fournir des données expérimentales d'allumage utilisables pour la modélisation de la combustion, telles que l'énergie minimale d'allumage (MIE), la température de combustion, le délai d'allumage, la variation de la densité électronique et la température de l'étincelle [1].

L'inflammation de la poudre d'aluminium se fait dans un tube Hartmann cylindrique muni de deux électrodes en tungstène cérié. Un jet d'air comprimé soulève la poudre métallique déposée à la base du tube pour générer un nuage de poussières, et le générateur d'étincelles fournit une décharge de durée fixée à 100  $\mu$ s, qui enflamme l'ensemble. L'énergie électrique  $E$  déposée dans l'étincelle est de ce fait corrélée à la durée de décharge.

Le test de Langlie [2] est utilisé pour déterminer la probabilité d'inflammation du nuage de poussière en fonction de  $E$ . L'énergie minimale d'allumage (MIE) ainsi déterminée, est de 15,13 mJ pour une poudre d'aluminium dont le diamètre moyen des particules est compris entre 15  $\mu$ m et 25  $\mu$ m.

L'évaluation de la température du plasma se fait par spectroscopie optique d'émission reposant sur les raies d'émission de WI dans différentes zones de l'arc. Une inversion d'Abel a été réalisée pour établir une distribution radiale de l'émissivité mesurée en définissant un cylindre de rayon  $r$  dont l'axe correspond à l'axe inter-électrodes. L'évolution temporelle de la température d'excitation de WI peut ainsi être déterminée par la méthode du graphe de Boltzmann, en supposant l'équilibre d'excitation.

La décharge d'étincelle interagit avec le milieu inflammable par un délai d'inflammation au cours duquel tous les processus chimiques de transfert de chaleur de l'étincelle au produit inflammable ont lieu. Ce délai d'inflammation dépend de la concentration massique de la poussière, et présente un minimum autour de 25 ms, pour une concentration en masse comprise entre 0,6  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  et 1  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Les températures de flamme mesurées par pyrométrie à 2 couleurs sont proches de 2600 K et correspondent aux températures des particules en combustion dans le tube Hartmann. Cependant, les températures spectroscopiques mesurées à l'aide de raies de rotation de l'oxyde AlO sont environ 3000 K plus élevées: elles sont probablement représentatives de la température sur le front de flamme.

## Références

- [1] M.Lamine-Sankhe, S.Bernard, M.Wartel, S.Pellerin & P.Gillard, « Characterization of a Spark Discharge for Dust Cloud Ignition », Contributions to Plasma Physics (2018)
- [2] S. Bernard & al. Statistical Method for the Determination of the Ignition Energy of Dust Cloud-Experimental Validation, J. of lost prevention in the process industries, 23-3 (2010), 404-411.