



## **LIBS-SMPS (NANOSAFE2, volet métrologie) : Analyse *in situ* du spectre dimensionnel et de la composition chimie des nanoparticules et des particules ultra-fines**

**Titre du poster : Caractérisation physicochimique des nanoparticules et des particules ultrafines par technique LIBS**

**Tanguy AMODEO – [tanguy.amodeo@ineris.fr](mailto:tanguy.amodeo@ineris.fr)**

Thèse suivie à l'INERIS par : E. FREJAFON (Direction des Risques Chroniques)

Directeur de thèse : Ch. MASQUELIER (Université de Picardie Jules Verne)

Ces dernières années, les recherches concernant les matériaux nanostructurés ont pris un essor considérable. Leur conception à l'échelle nanométrique leur confère des propriétés physiques très intéressantes pour diverses applications industrielles dans des domaines tel que les matériaux, l'électronique ou encore la santé.

Dans ce contexte de forte production, il convient de s'intéresser aux problèmes de sécurité potentiellement posés par de tels matériaux, en termes sanitaire et accidentel. En effet, la taille de ces particules leur confère des cinétiques d'oxydation très rapides menant à des explosions plus violentes que celles initiées par leurs homologues plus grosses. De plus, des effets délétères ont été mesurés, notamment chez l'animal, dans un cadre expérimental. C'est pourquoi le projet Nanosafe2 a vu le jour. Il a pour but d'identifier les risques liés à la production de ces nanopoudres et d'y trouver des solutions afin de protéger les travailleurs.

Dans le cadre de ce projet, notre objectif est d'étudier les potentialités d'une méthode de mesure des caractéristiques physico-chimiques de ces particules ultrafines à l'aide de la technique LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) couplée à un analyseur de mobilité électrique (DMA ou Differential Mobility Analyser). Cette technique consiste à focaliser un laser à impulsions ultra-courtes sur un échantillon. La matière est vaporisée et portée à haute température entraînant la création d'un plasma. La spectroscopie d'émission renseigne alors sur la composition chimique élémentaire du matériau irradié. Le caractère optique de cette technique permet la mise en place de mesures en temps réel, *in situ* et sans prélèvement, ce qui lui confère des avantages certains. L'analyseur de mobilité électrique, quant à lui, fournit des informations sur la nature dimensionnelle des particules.

Ceci nous ouvre la porte sur deux classes d'applications dans un cadre industriel de production de nanopoudres.

Tout d'abord, cet outil permet un suivi de la concentration dans l'air, sur le poste de travail, de produits potentiellement dangereux relâchés lors d'un incident tel une fuite. L'intérêt est alors de réaliser une surveillance continue de l'air ambiant, dans le but de signaler le franchissement d'un niveau toxique seuil. Dans cette optique, des études ont été menées en laboratoire à l'aide de générateurs et de compteurs de particules. Ces études ont permis de comprendre quels sont les paramètres influençant la qualité de la mesure et quelles sont les limites de détection, dans l'air, de la technique LIBS comme analyseur d'aérosols. Des expériences d'imagerie spectrale ont apporté des informations sur l'interaction plasma-particules. Enfin, un travail de statistique lié à la nature discrète des particules a permis d'augmenter les rapports signal sur bruit.

Les qualités de cette technique permettent, via une fenêtre optique, des mesures dans des lieux où tout prélèvement est proscrit, comme par exemple un réacteur industriel sous atmosphère toxique. Ainsi, nous avons effectué une mesure au sein d'un réacteur de nanopoudre de carbure de silice. Cette étude *in situ* avait pour but de développer une méthode capable d'évaluer en temps réel la composition élémentaire de la production. Ceci doit permettre d'augmenter la fiabilité des procédés de fabrication en termes de qualité. Nous avons réussi à retrouver, grâce à une analyse du plasma appropriée, les variations de stoechiométrie de la réaction de production. Ceci est une première étape vers un développement d'un suivi en direct et continu d'un tel procédé.