



HAL
open science

Génération d'aérosols par sollicitation mécanique de matériaux : état de l'art.

Neeraj Shandilya, Martin Morgeneyer, Olivier Le Bihan

► **To cite this version:**

Neeraj Shandilya, Martin Morgeneyer, Olivier Le Bihan. Génération d'aérosols par sollicitation mécanique de matériaux : état de l'art.. 28. Congrès Français sur les Aérosols (CFA 2013), Jan 2013, Paris, France. ineris-00973692

HAL Id: ineris-00973692

<https://ineris.hal.science/ineris-00973692>

Submitted on 4 Apr 2014

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.

GENERATION D'AEROSOLS PAR SOLLICITATION MECANIQUE DE MATERIAUX : ETAT DE L'ART.

N. Shandilya^{*(1,2)}, M. Morgeneyer⁽²⁾, O. Le Bihan⁽¹⁾

⁽¹⁾ INERIS, Verneuil-en-Halatte, France

⁽²⁾ Université de Technologie, Compiègne, France

Introduction

Le développement des nanotechnologies entraînent une commercialisation rapide de produits contenant des nanomatériaux aux propriétés renforcées ou innovantes. Cela se reflète dans le nombre considérable de publications sur les nanotechnologies. Néanmoins, il est établi que l'inhalation d'un aérosol, en fonction de ses propriétés (granulométrie, concentration et composition) peut avoir des effets néfastes sur la santé, notamment celle du travailleur ; c'est le cas pour les particules nano-structurées de manière intentionnelle ou non [1, 2]. L'identification des sources de particules et la compréhension de leur fonctionnement, font partie des axes de travail permettant de réduire voire d'éliminer le risque d'exposition.

Le présent travail porte sur la production d'aérosol lors de la sollicitation d'un matériau. Un état de l'art est présenté, cherchant à identifier les différents aspects de l'étude des particules d'usure générées en raison de cette sollicitation. Autrement dit, une vue des connaissances sur la relation entre les paramètres mécaniques et la production de particules est étudiée après une enquête approfondie et l'examen d'études contemporaines. Il examine en outre les méthodes en cours de développement dédiées à l'étude de leur génération, de leur caractérisation et de leur modélisation. La génération d'aérosols a été considérée comme un résultat direct de l'usure produite lors de la sollicitation. Ce document s'adresse à tous les acteurs associés à la production ou au traitement ou à l'utilisation de nanomatériaux ou produits contenant des nanomatériaux- monde académique, industrie, et organismes gouvernementaux.

Approche

Après une formulation complète du problème, les points suivants ont été examinés lors de la réalisation de cet état de l'art :

1. Est-ce que l'approche expérimentale peut suffire pour aborder cette problématique ?
2. Dispose-t-on des instruments et des méthodes nécessaires pour étudier la propension à générer un aérosol ?
3. Avons-nous les modèles appropriés pour optimiser les niveaux de génération au cours des processus standard de fabrication de produits de nos industries ?
4. Si ces modèles existent, peuvent-ils travailler efficacement afin de déterminer les principaux paramètres responsables à l'égard des émissions de particules ?

Résultats

Il a été constaté que la plupart de ces questions restent sans réponse : un nombre très réduit de travaux ont été identifiés sur cette thématique. La majorité des études disponibles fait toutefois ressortir un point marquant, à savoir que lors de la sollicitation d'un matériau multiphasique comme les produits revêtus ou les matériaux composites, les particules d'usure générées restent dans la majorité des cas intégrées dans de grosses particules d'usure issues de la matrice [3, 4]. La figure 1 confirme l'observation, dans lequel les particules d'usure résultant (<100 nm) restent intégrés dans les gros particules d'usure au cours de l'abrasion d'un panneau d'acier ayant des particules d'oxyde de zinc. Dans la figure 2, le débris d'usure d'un frein de matériau semi métallique matrice de polymère composite généré par un dynamomètre est montré.

Néanmoins, dans certains cas, des nanoparticules libres ont été identifiées au cours de l'abrasion [ex. 8].

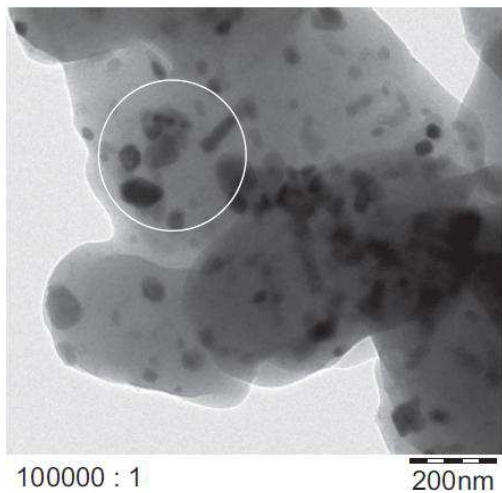


Figure 1 : Le MET micrographie d'usure d'un panneau d'acier^[3]

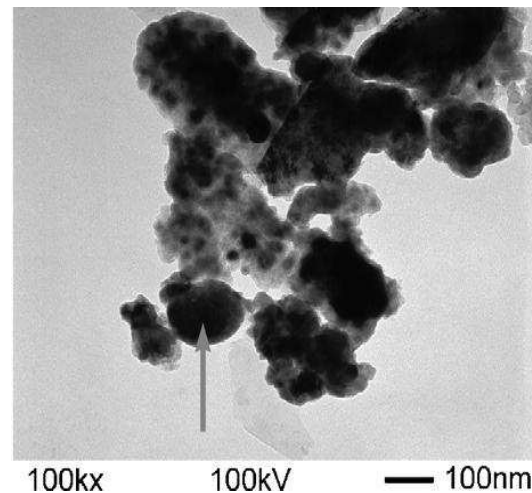


Figure 2 : Le MET micrographie d'usure d'un frein de matériau semi métallique matrice de polymère composite^[7]

L'analyse de l'état de l'art met en évidence plusieurs études portant sur la caractérisation des aérosols ayant une taille comprise entre 5 nm à 20 µm en utilisant des granulomètres et des compteurs de particules [3, 5, 6] ; toutefois, ces travaux sont menés sans appui théorique, et restent essentiellement descriptifs, avec peu d'interprétation.

Une recherche de concepts théoriques a été menée, et a permis de trouver des outils théoriques dans le domaine des matériaux, de la tribologie, et de la mécanique des solides : des paramètres clés ont été identifiés.

Conclusion et perspectives

Sur la base de l'état de l'art, certains des majeurs facteurs possibles affectant la quantité, la morphologie, la taille, la nature et le mécanisme de génération des particules d'usure des aérosols ont

été identifiés. Il s'agit notamment des états de surface, des conditions de stress, de la dissipation de l'énergie thermique, des conditions de contact, de la nature des transitions (régime élastique / plastique), etc.

Cet ensemble, s'il présente d'ores et déjà des limites, laisse supposer néanmoins la possibilité de développer des interprétations à l'aide d'un couplage théorie-expérience.

Référence :

- [1] Donaldson K, Li X.Y., MacNee W., Ultrafine particle mediated lung injury, *Aerosol Science* 29: 553-60, 1998
- [2] McCawley M.A., Kent M.S., Berakis M.T., Ultrafine deryllium number concentration as a possible metric for chronic disease risk, *Appl Occup Environ Hyg* 16: 631-8, 2001
- [3] Vorbau M., Hillemann L., Stintz M., Method for the characterization of the abrasion induced nanoparticles release into air from surface coatings, *Aerosol Science* 40: 209 – 217, 2009
- [4] Guiot A., Golanski L., Tardif F., Measurement of nanoparticle removal by abrasion, *Journal of Physics*, 170: 1-4, 2009
- [5] Thorpe A., Brown R.C., Measurement of the effectiveness of dust extraction systems of hand sanders used on wood, *Annals of Occupational Hygiene* 38: 279-302, 1994
- [6] Zimmer A.T., Maynard A.D., Investigation of the Aerosols produced by a high speed hand held grinder using various substrates, *Annals of Occupational Hygiene*, vol. 46- 8, pp. 663-672, 2002
- [7] Kukutschova J., Roubicek V., Malachova K., Pavlickova Z., Holusa R., KUbackova J., Filip P., Micka V., Wear mechanism in automotive brake materials, wear debris and its potential environmental impact, *Journal of Wear*, 267: 807-817, 2009
- [8] Bressot C., Le Bihan O., Dalle M., Gheerardyn L., Aguerre-Chariol O., Chen Y.-M.; Morgenyey M., Développement d'un banc de caractérisation des émissions de particules, lors d'une usure par abrasion : application à un solide plan, CFA, 25-26 janvier, Paris 2012.