

Fin de vie des nanomatériaux dans la filière d'incinération – Caractérisation et traitement des émissions de particules

Aurélie JOUBERT¹, Sylvain DURÉCU², Christophe DUTOUQUET³, Olivier LE BIHAN³ et Laurence LE COQ¹

¹IMT Atlantique, GEPEA UMR 6144, France

²TREDI, Sèché Environnement, France

³INERIS, France

aurelie.joubert@imt-atlantique.fr

RESUME

Malgré l'utilisation de nanoparticules ou nanomatériaux, de nature et forme variées, désormais généralisée à tous les secteurs d'activité, il n'existe aujourd'hui aucune réglementation française ou européenne sur la gestion des déchets associés, que ce soit au niveau de la fabrication, de l'usage ou de la fin de vie. Les projets ADEME CORTEA NanoFlueGas [1] et Nano-Wet [2] ont étudié le traitement des déchets nanostructurés par la filière d'incinération avec des conditions de combustion des gaz résultants portés à 850°C ou 1100°C respectivement. Les objectifs scientifiques et techniques étaient notamment de caractériser les émissions de particules dans les effluents solides et gazeux en sortie four, d'évaluer l'efficacité des lignes de traitement des fumées, et de dégager des préconisations pour minimiser les risques associés.

En s'appuyant sur le registre national R-nano recensant les substances à l'état particulaire, cinq gisements de déchets ont été identifiés et caractérisés : un déchet de carbone solide finement divisé, un déchet polymère organo-silicé [3], un déchet de peinture en phase aqueuse, un déchet polymère PVC souple avec 36%_{MS} de chlore, un déchet solide de résines sulfoniques avec 15%_{MS} de soufre. La présence de nanocharges a été confirmée dans tous les déchets, hormis dans le déchet soufre. Un dispositif d'incinération a été développé permettant d'approcher en laboratoire les Bonnes Pratiques mises en œuvre industriellement. Les résultats ont montré pour tous les déchets testés, la présence de nanoparticules dans la chambre d'incinération en marche normale en quantités et compositions variables selon les déchets. De plus, les essais réalisés aux 2 températures d'incinération tendent à montrer que favoriser la montée en température permettrait de favoriser le frittage (Fig. 1) et ainsi réduire la fraction nanométrique en particules. Les particules ont également été caractérisées au cœur de la ligne d'épuration des fumées d'une unité industrielle spécialisée de déchets dangereux, sur un point de prélèvement situé en aval d'un précipitateur électrostatique et en amont des colonnes de lavage. Le prélèvement sur impacteurs montre une concentration massique de 14% en PM_{0.2}, incluant la fraction inférieure à 100 nm, et un mode centré à 0,3 µm. La présence de nanoparticules n'a cependant pas été confirmée par analyse des images de microscopie électronique. L'efficacité des lignes de traitement des fumées d'incinération a été évaluée par le biais de l'étude de deux procédés, sec et humide. Le pilote de filtre à manche pulse-jet (100% PTFE) placé en conditions réalistes d'exploitation industrielle a permis de retenir dans les meilleures conditions plus de 99% en nombre des nanoparticules de carbone injectées (Fig. 2). Le pilote de colonne de lavage (spray d'eau à contre courant) a montré des efficacités de collecte significatives des nanoparticules de carbone : Eff moyenne de 60% et minimale de 40%, Fig. 3).

Les projets ont permis d'identifier différents comportements des déchets vis-à-vis de la présence de nanoparticules dans les fumées : conservation, modification, disparition ou apparition (du fait de réactions impliquant les impuretés initialement présentes ou d'atomes contenus dans la structure moléculaire) de la nanostructuration. L'efficacité importante du filtre à manches, identifié comme Meilleure Technique Disponible, a été confirmée au laboratoire et l'étude des colonnes de lavage a mis en évidence le transfert en phase liquide des nanoparticules et pose la question du traitement des nanoparticules dans les rejets aqueux.

MOTS-CLES DU THEME

Valorisation des déchets et coproduits, traitement des effluents gazeux, traitement des polluants émergents.

MOTS-CLES LIBRES

Incineration de déchets, nanoparticules, filtre à manches, colonne de lavage par pulvérisation.

FIGURES

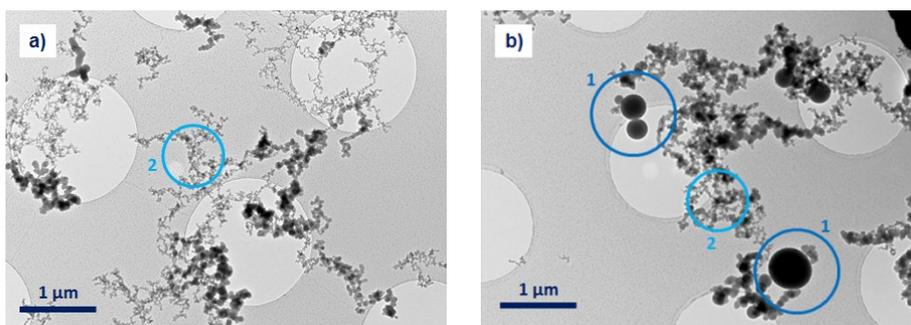


Fig. 1. Analyse en microscopie électronique en transmission de l'aérosol émis par l'incinération du polymère nanosilicé à (a) 850 °C et (b) 1100 °C [2]

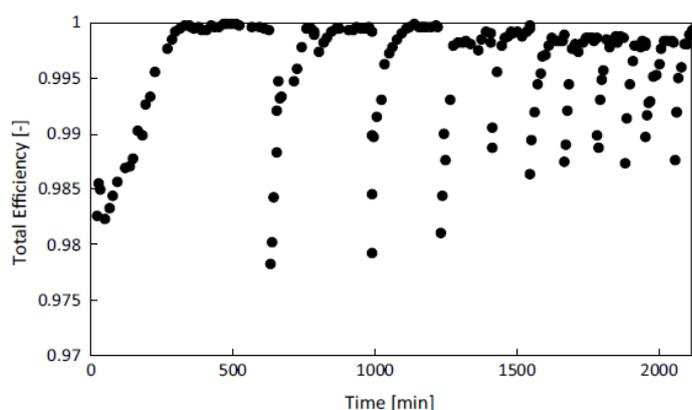


Fig. 2. Evolution temporelle de l'efficacité de filtration de la manche filtrante durant plusieurs cycles de colmatage/décolmatage [4]

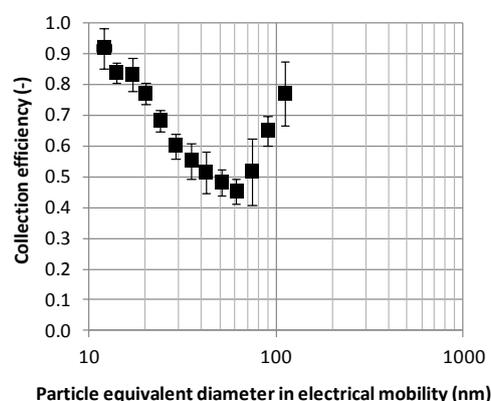


Fig. 3. Evolution de l'efficacité de collecte de la colonne de lavage en fonction du diamètre de mobilité électrique des particules [2]

RÉFÉRENCES

- [1] Le Bihan, O., Joubert, A., Venditti, D., Tran, T., Ounoughene, G., Debray, B., Durécu, S., Le Coq, L. (2014) Characterization and reduction of particulate emissions from the incineration of wastes containing engineered NMs. Summary of the NanoFlueGas ADEME Project. 7pp – Convention n° 1181C0088.
- [2] Joubert, A., Dutouquet, C., Le Bihan, O., Durécu, S., Le Coq, L. (2019). Projet Nano-Wet : Incinération haute température de déchets halogénés/soufrés et nanodéchets - Rapport final. 73 pp – Convention n°1581C0096.
- [3] Tran, D.T., Joubert, A., Venditti, D., Durécu, S., Meunier, T., Le Bihan, O., Fiani, E., Le Coq, L. (2017) Characterization of polymer waste containing nano-fillers prior to waste treatment. *Waste Biomass Valor.* 8(7):2463-2471. doi 10.1007/s12649-016-9757-0.
- [4] Boudhan, R., Joubert, A., Gueraoui, K., Durécu, S., Venditti, D., Tran, D.T., Le Coq, L. (2018) Pulse-Jet Bag Filter Performances for Treatment of Submicronic and Nanosized Particles from Waste Incineration. *Waste Biomass Valor* 9:731–737. doi:10.1007/s12649-017-9858-4.