

Fin de vie des nanomatériaux par incinération : cas des nanocomposites

Ghania Ounoughene, Olivier Le Bihan

► **To cite this version:**

Ghania Ounoughene, Olivier Le Bihan. Fin de vie des nanomatériaux par incinération : cas des nanocomposites. Rapport Scientifique INERIS, 2016, 2015-2016, pp.10-11. ineris-01869613

HAL Id: ineris-01869613

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-01869613>

Submitted on 6 Sep 2018

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.

FIN DE VIE DES NANOMATÉRIAUX PAR INCINÉRATION: cas des nanocomposites

RÉFÉRENCES

Ounoughene G., Le Bihan O., Chivas-Joly C., Motzkus C., Longuet C., Debray B., Joubert A., Le Coq L., Lopez-Cuesta J., "Behavior and fate of Halloysite nanotubes (HNTs) when incinerating PA6/HNTs nanocomposite", *Environmental Science and Technology* 03/2015; 49(9):5450-5457.

Ounoughene G., Longuet C., Chivas-Joly C., Le Bihan O., Motzkus C., Debray B., Joubert A., Lopez-Cuesta J-M., Le Coq L., "Study of the incineration of a nanosilica filled polydimethylsiloxane using two experimental setups", *Journal: European Polymer Journal*, submitted August 2016.

Le développement des applications industrielles relatives aux nanotechnologies entraîne un accroissement du nombre et de la variété de déchets contenant des nanomatériaux, déchets qui sont générés par l'industrie, les consommateurs et les laboratoires de R&D. Des familles de matériaux incorporant des nano-objets se développent alors que les travaux sur l'évaluation de l'adéquation des filières de fin de vie (recyclage et élimination) vis-à-vis du risque potentiel lié aux nanomatériaux n'ont été entrepris que récemment.

Objectifs et méthode

Les nanocomposites, dont la fin de vie est susceptible d'être prise en charge par l'incinération, font l'objet de travaux menés à l'Institut. L'objectif est de connaître le devenir des nano-objets lors de l'incinération des nanocomposites, en étudiant tout particulièrement leur comportement dans la chambre de combustion. À terme, il s'agit d'exploiter les résultats de recherche, pour en retirer des recommandations opérationnelles. Ces travaux s'inscrivent dans la continuité du programme de recherche NanoFlueGas (2011-2014), qui a notamment permis de développer un pilote d'incinération désormais opérationnel dans la plateforme S-nano de l'INERIS. Les essais d'incinération ont été réalisés à l'échelle laboratoire dans un four tubulaire et un cône calorimètre

spécialement modifiés dans le but de contrôler les paramètres clés de l'incinération.

Résultats

Les résultats obtenus sur différents nanocomposites montrent que la nanostructure d'un nano-objet incorporé dans une matrice polymère peut, lors de l'incinération, soit être détruite, soit évoluer, soit rester inchangée. Le nano-objet se répartit entre le résidu et l'aérosol de combustion.

À titre d'exemple, la combustion d'un thermoplastique PA6 contenant des nanotubes d'halloysite (HNTs - nano-argiles), à hauteur de 5% de sa masse, mène à la production d'un aérosol et d'un résidu contenant tous deux de l'halloysite, nanostructurée sous une forme individuelle ou agrégée (**Fig1**), avec une structure minérale modifiée. Il s'agit à ce stade d'une analyse qualitative.

L'influence du nano-objet et de son taux d'incorporation sur la nature des émissions et sur les mécanismes de décomposition et d'émission ainsi que l'influence du taux d'oxygénation et de la température ont été mises en évidence. Les suivis temporels des concentrations en gaz de combustion (CO , CO_2 , O_2 et NO_x), des concentrations en nombre des particules ainsi que l'analyse des résidus de combustion ont permis de comprendre les mécanismes mis

FIGURES

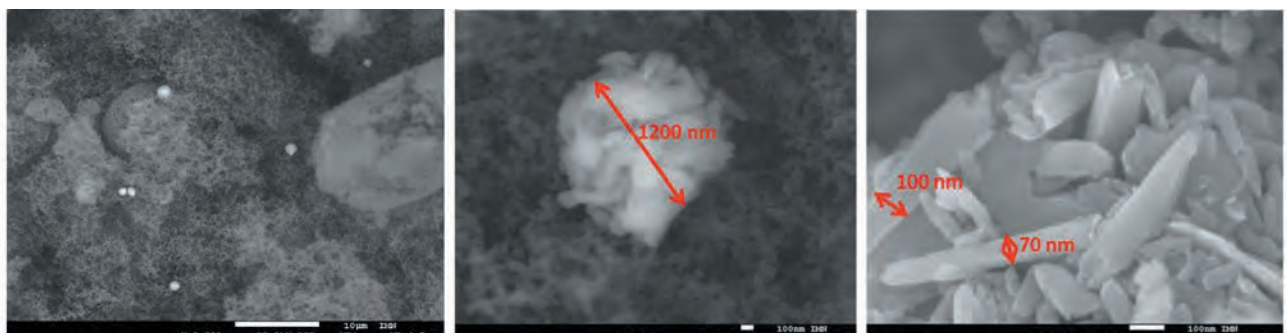


Fig1 Images par MEB (microscopie électronique à balayage) de l'aérosol de combustion : suies et nano-argiles agrégés émis lors de l'incinération de PA6 contenant 5% de nanotubes d'halloysite

en jeu durant la décomposition thermique des nanocomposites (Fig2). L'étude de la dégradation thermique et de la réaction au feu a aidé à conforter les interprétations.

Tous ces résultats constituent des données d'entrée préliminaires à destination des toxicologues et des chercheurs étudiant l'efficacité des systèmes de filtration vis-à-vis des fumées générées par certains nanocomposites. La liste n'étant pas exhaustive, il serait pertinent de tester d'autres nanocomposites. Cependant, d'ores et déjà, des caractéristiques communes de comportements des nano-objets incorporés dans des matrices polymères lors de l'incinération de nanocomposites ont été identifiées.

La présentation d'un outil d'aide à la décision prenant la forme d'un arbre décisionnel conclut cette étude (Fig3). Ce schéma décisionnel permet de faciliter l'utilisation des résultats de l'étude à un niveau opérationnel. Il est destiné aux exploitants d'unité d'élimination de déchets contenant des nanomatériaux et aux décideurs publics pour les aider à mener au mieux l'élimination de nanomatériaux par incinération (ou par d'autres procédés thermiques d'élimination), dans le respect de l'environnement et en veillant à la sécurité des opérateurs.

TRANSLATION

Nanocomposites have been widely studied and produced since the end of the nineties. These trendy materials containing nanomaterials are expected to end up in incineration waste plants due to the lack of specific recovery procedures. The aim of this work is to investigate the behavior and the fate of the nano-objects from nanocomposites during their incineration and to give insights on potential environmental risk related to the incineration of waste containing nanomaterials. Incineration tests have been performed at lab-scale using specific pilots respecting regulatory incineration requirements. The influence of the nano-objects presence on the combustion mechanisms (aerosol release and decomposition) is investigated. The combustion residues and the combustion aerosol (collected downstream the incinerator) have been characterized using various techniques devoted to the analysis of aerosols. Furthermore, it has been studied the influence of different parameters (temperature of combustion, oxygen concentration, loading of nano-objects, type of nano-objects) on the nature of emissions. Finally, a decision tree has been proposed to decision-makers and incineration plant managers.

Partenaires

Cette étude correspond au travail de thèse de doctorat de Ghania Ounoughene, cofinancée par l'ADEME, le LNE et l'INERIS. Cette recherche a été soutenue par un consortium constitué des financeurs et des laboratoires C2MA et GEPEA des Écoles des mines d'Alès et de Nantes. Le projet a également bénéficié des compétences industrielles de Trédi-Gruppe Sécché Environnement.

Remerciements

L'INERIS remercie les partenaires (LNE, des École des mines de Nantes, École des mines d'Alès, Sécché Environnement), en particulier les représentants des organismes dans l'encadrement du doctorat de Ghania Ounoughene (L. Le Coq, J. M. Lopez, C. Chivas, C. Longuet).

FIGURES

Fig2
Formation de l'aérosol de combustion en conditions « incinération » - cas du nanocomposite PA6/HNTs

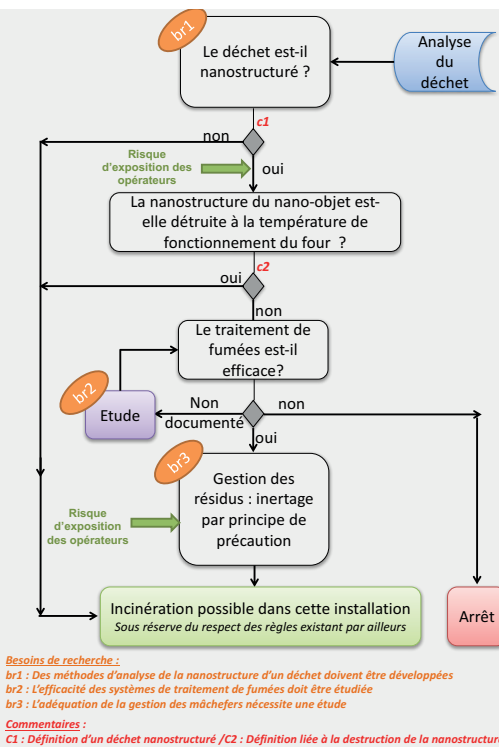
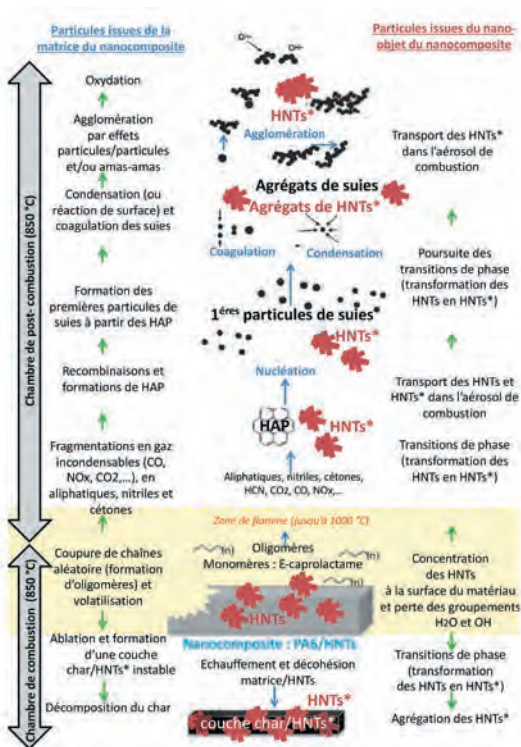


Fig3 Arbre décisionnel de type opérationnel - Incinération de déchets contenant des nanomatériaux