



Les méthodes d'évaluation de l'écotoxicité et de la toxicité des nanoparticules

Contexte

Les nanomatériaux sont présents dans de nombreux domaines d'application et produits de la vie quotidienne. La toxicité chez l'homme des nanoparticules, lorsqu'elles sont ingérées ou inhalées, demeure mal connue. De nombreuses questions subsistent également concernant leur impact sur l'environnement. Les propriétés dangereuses des nanomatériaux sont variées : (éco-)toxicité directe, induite ou oxy-réactivité (explosion, inflammabilité...). Leurs risques potentiels, chroniques comme accidentels, sont liés aux propriétés spécifiques qui caractérisent les échelles nanométriques¹. Le défi consiste donc à évaluer ces risques potentiels durant tout le cycle de vie des nanomatériaux : de leur production et intégration dans les produits jusqu'à la fin de vie, en passant par l'usage. L'enjeu préalable est la définition précise et partagée de ce qui doit être mesuré : la réglementation et la normalisation sont des leviers importants pour homogénéiser les modalités de caractérisation physico-chimique des nanomatériaux.

Au niveau européen, les dossiers d'enregistrement REACH susceptibles de concerner des nanomatériaux font apparaître de manière imparfaite les caractéristiques propres aux formes nanoparticulaires des substances. Ceci conduit à un déficit dans l'information tant des utilisateurs que des consommateurs ou du grand public. La Commission Européenne estime que REACH reste le meilleur cadre possible pour la gestion des risques liés aux nanomatériaux mis sur le marché, à condition que les annexes du règlement soient adaptées. Afin d'explicitier les informations requises pour les nanomatériaux, leur révision est donc en cours.

Les compétences de l'INERIS

L'Institut dispose de compétences en caractérisation des dangers (éco-) toxicologiques et physico-chimiques, métrologie, sécurité des procédés, évaluation des expositions, analyse des risques chroniques et accidentels. Ces compétences sont enrichies par des programmes de recherche nationaux et européens puis mises en œuvre dans des missions d'appui (technique, réglementaire), d'expertise (publique ou privée), de formation et de certification. De plus, l'INERIS s'est doté d'une plate-forme nano-sécurisée pour renforcer l'expertise et la recherche sur les risques liés aux nanotechnologies. L'Institut a été retenu pour le pilotage du développement de nouveaux protocoles pour l'inflammation et l'explosivité des nanomatériaux dans le cadre du CEN/TC 352. Il fait aussi partie du groupe d'experts de l'OCDE en charge de stabiliser des documents de référence sur la problématique des nanomatériaux et de définir les outils, moyens d'essais et modes opératoires devant être mis en œuvre pour leur gestion (stockage, valorisation, recyclage).

¹ Les substances à l'état nanoparticulaire ont des dimensions comprises entre 1 et 100 nanomètres.

Etat des lieux et perspectives concernant les méthodes d'évaluation de la toxicité des nanoparticules

L'INERIS développe des méthodes pour évaluer la toxicité des substances chimiques et des nanomatériaux par voie respiratoire. A l'heure actuelle, l'expérimentation animale reste le moyen le plus fiable pour évaluer la toxicité d'un nanomatériau inhalable. Toutefois, les exigences éthiques (règle des « 3R »²) ainsi que la diversité extrême des nanomatériaux nécessitent de rechercher des méthodes alternatives aux expérimentations *in vivo*, telles que des méthodes *in vitro*. L'enjeu est alors de développer des conditions expérimentales qui miment au mieux la réalité des expositions. Ainsi, des modèles cellulaires (co-cultures, cultures 3D) et des méthodes d'exposition (interface air-liquide) sophistiqués ont été développés. Néanmoins, il reste encore à déterminer si évaluer la toxicité *in vitro* d'un nanomatériau en simulant les conditions d'exposition *in vivo* donne des résultats fiables et prédictifs. Les résultats préliminaires des travaux de recherche en cours sur cette question à l'INERIS seront présentés et illustrés par des exemples portant sur des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂), dont la France assure l'évaluation dans le cadre du plan d'action communautaire pour l'évaluation des substances du règlement REACH.

Etat des lieux et perspectives concernant les méthodes d'évaluation de l'écotoxicité des nanoparticules

S'agissant des méthodes d'évaluation de l'écotoxicité, l'exposé portera davantage sur l'application des protocoles d'essai existants (*i.e.* ligne directrice OCDE, normes ISO) à la problématique posée par les nanoparticules. Il est ici rappelé que les axes de travail de l'INERIS au sein de cette thématique focalisent sur la caractérisation de l'écotoxicité vis-à-vis des micro-crustacés et des micro-algues d'eau douce. L'Institut conduit des études sur l'influence des méthodologies d'essai, en lien avec les modes de préparation et la stabilité des suspensions pour les essais aquatiques. Ainsi, les résultats des travaux publiés fin 2015 sur l'évaluation des effets de nanoparticules de TiO₂ sur la croissance d'algues vertes unicellulaires utilisant l'essai OCDE 201, et les trois systèmes d'exposition recommandés, seront expliqués et illustrés. Ils démontrent là encore la nécessité d'adapter les essais existants aux caractéristiques physico-chimiques spécifiques des nanoparticules.

INERIS en bref

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, sur la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Il mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention. Ses compétences scientifiques et techniques sont mises à la disposition des pouvoirs publics, des entreprises et des collectivités locales afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale. Créé en 1990, l'INERIS est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du Ministère en charge de l'environnement. En 2015, il emploie 575 personnes basées principalement à Verneuil-en-Halatte, dans l'Oise.

www.ineris.fr

Contact

Céline Boudet. celine.boudet@ineris.fr



² Remplacer, Réduire, Raffiner (les protocoles ayant recours aux animaux)