

QUESTIONS OUVERTES

Les nanoparticules nuisent-elles au cerveau ?

Nous sommes de plus en plus exposés à des particules nanométriques produites par l'industrie. Or des expériences sur des animaux suggèrent que de telles nanoparticules risquent d'atteindre le cerveau et de lui être nocives.

Anna BENCSIK

La production mondiale de nanomatériaux – des matériaux comprenant des particules de taille nanométrique (10^{-9} mètre), ou nanoparticules – a été multipliée par dix entre 2002 et 2011. En à peine une décennie, les nanomatériaux sont passés de la recherche à la commercialisation. Les propriétés obtenues sont variées : transparence, légèreté, résistance, durabilité... Dès lors, ils sont intégrés dans de nombreux produits, issus de presque tous les secteurs. On trouve par exemple des nanoparticules dans les composants électroniques des téléphones portables, les bétons, les peintures, les emballages, les catalyseurs, les agents dépolluants, les pales d'éoliennes, certaines boissons... Ces nanoparticules peuvent être libres dans des poudres, en suspension dans un fluide (par exemple dans une sauce, une crème ou une peinture), ou piégées dans une matrice (de plastique, de verre, de béton, etc.).

Les nanomatériaux peuvent aider à répondre à de grands enjeux sociétaux, tels que la transition énergétique, et alimentent une industrie florissante, pourvoyeuse d'emplois. Cependant, ils sont soupçonnés de nuire à la santé, notamment au niveau cérébral. En s'appuyant sur les publications scientifiques cumulée depuis une dizaine d'années, il est aujourd'hui possible de faire un premier état des lieux sur la neurotoxicité potentielle des nanomatériaux.

Les nanomatériaux ne sont pas toujours faciles à tracer, mais il y a eu des progrès récents (voir l'encadré page 16). En France, depuis le 1^{er} janvier 2013, les industriels sont obligés de déclarer leur présence dans les produits. Ces données facilitent l'inventaire des nanoparticules introduites sur le territoire national, même si elles comportent des faiblesses. En outre, en Europe, la présence de nanoparticules doit obligatoirement être indiquée par un étiquetage pour les cosmétiques et les biocides (pesticides, désinfectants, etc.) depuis 2013. Cette obligation devrait être

AVALÉES, INHALÉES OU ÉTALÉES SUR LA PEAU, les nanoparticules pénètrent facilement dans l'organisme.

étendue aux produits du secteur alimentaire (nourriture, additifs, matériaux en contact avec les denrées alimentaires) en 2015.

Les études toxicologiques classiques ne semblent pas adaptées à l'évaluation de la toxicité des nanomatériaux. Il est en particulier difficile d'établir la relation entre dose et effet pour déterminer une exposition maximale autorisée, car l'effet dépend de nombreux paramètres autres que la concentration : taille des nanoparticules, morphologie, propension à s'agréger, solubilité, etc. En outre, il est trop tôt pour qu'une étude épidémiologique permette d'identifier un lien causal entre un signe de nocivité et l'exposition aux

nanomatériaux, ces derniers n'étant répandus que depuis une dizaine d'années. Pour évaluer leur dangerosité, on se fonde alors plutôt sur des expériences de laboratoire, réalisées *in vitro* sur des cellules isolées ou sur des organes mis en culture, ainsi qu'*in vivo* chez l'animal. Et ces expériences donnent quelques motifs d'inquiétude – même s'il faudra beaucoup d'études complémentaires pour évaluer précisément le danger pour la santé humaine.

De par leur petite taille, les nanoparticules pénètrent facilement dans l'organisme, après avoir été avalées, étalées sur la peau ou inhalées (quand elles sont mises en suspension dans l'air, par exemple par un procédé d'usinage). Plusieurs études ont révélé leur présence dans différents organes. Ces travaux soulignent l'atteinte des voies respiratoires et cardio-vasculaires, en particulier dans le cadre d'une exposition professionnelle par inhalation. Les nanoparticules peuvent alors causer des inflammations ou des infections pulmonaires graves, ainsi que des pathologies respiratoires chroniques, telles que l'asthme ; certaines passent dans le sang et atteignent divers autres organes.

Très peu d'études se sont intéressées au cerveau. Pourtant, ce dernier est particulièrement sensible à des stress tels qu'une hypoxie (un manque d'oxygène), une infection, une lésion mécanique ou une inflammation. Plusieurs protections