

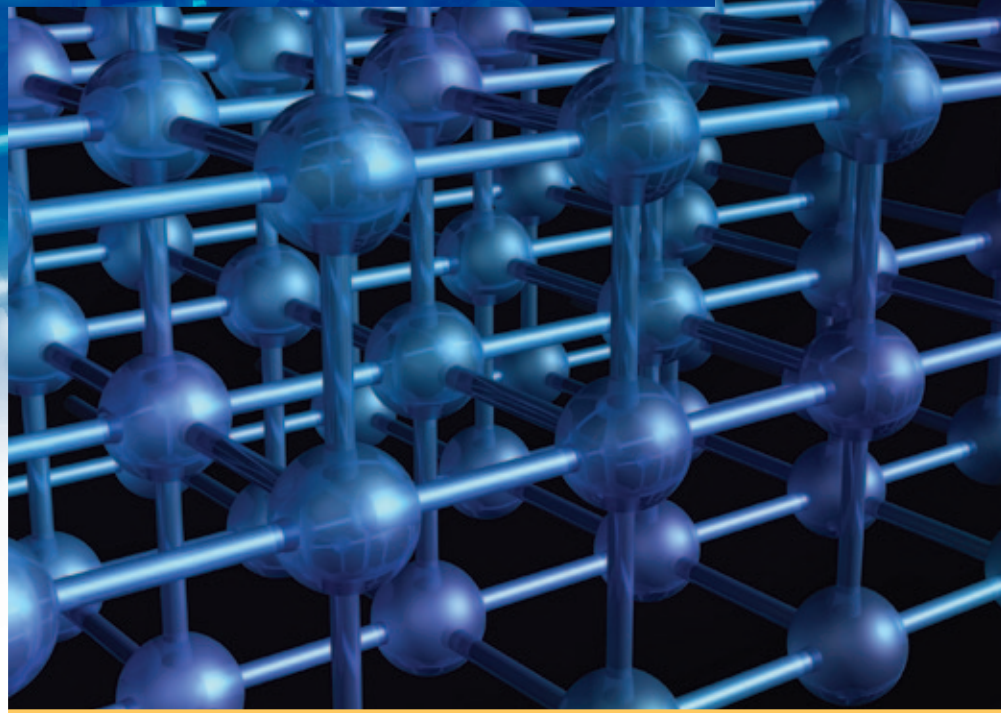
Nanotechnologies et SST

Ce qu'on sait maintenant

L'utilisation des nanotechnologies se confirme et s'affirme de plus en plus. Le Québec est d'ailleurs la première province canadienne à avoir établi une stratégie globale pour en soutenir le développement et leur exploitation commerciale. Parallèlement, l'IRSST poursuit son travail de « balisage », cette fois avec un deuxième bilan des connaissances sur les risques et les mesures de prévention liées à ces nouvelles technologies, le premier étant paru en 2006.

LES NANOTECHNOLOGIES ne représentent pas uniquement une autre étape de la miniaturisation, mais également une façon de maîtriser la matière de façon plus fine. Elles intègrent deux paramètres distinctifs : ce sont des produits synthétisés volontairement, avec l'objectif d'en exploiter les propriétés mécaniques, électriques, optiques, etc. Ces propriétés uniques n'existent pas chez ces mêmes matériaux à la taille normale. En fait, à peu près toutes les matières pourraient être synthétisées à l'échelle nanométrique, mais seulement certaines présenteraient alors des propriétés nouvelles permettant d'améliorer l'efficacité de produits existants et d'en créer de nouveaux.

En 2010, comme en 2006, on constate l'aspect encore fragmentaire des connaissances sur les dangers de la présence de nanoparticules sur la santé et la sécurité du travail (SST). Dans un contexte où les données sur la majorité des substances nanométriques sont incomplètes, il est impossible de quantifier les risques pour les travailleurs dans la plupart des situations, car la toxicité des produits, leur capacité de causer des incendies ou des explosions et le niveau d'empoussièrement des milieux de travail demeurent peu documentés. D'une part, l'exploitation des nouvelles propriétés des nanoparticules, souvent



imprévisibles, offre un extraordinaire potentiel de développement économique, avec des applications dans de multiples domaines. D'autre part, l'impossibilité de prévoir leur comportement dans l'organisme humain, à cause justement de ces propriétés imprévisibles, est au centre des préoccupations des chercheurs en SST.

« Même durant cette période d'incertitude et de manque de connaissances, sans vouloir minimiser le défi que cela représente, il ne faut pas perdre de vue que le risque de contracter des maladies professionnelles est toujours déterminé par une équation qui multiplie la toxicité par le niveau d'exposition, explique le chimiste Claude Ostiguy, auteur principal des bilans de connaissances sur les nanoparticules de l'IRSST et directeur du Service soutien à la recherche et à l'expertise de l'Institut. Si le niveau d'exposition est égal à zéro, la toxicité a beau être ce qu'elle est, le risque sera minimal. Le degré de maîtrise doit être déterminé en fonction de l'importance des risques documentés, estimés ou potentiels, de même que des incertitudes relatives à ceux-ci. »

Or, pour ce qui est des effets documentés ou estimés sur la santé, les nanotechnologies montrent un « potentiel » qui ne fait aucun doute. Certaines nanoparticules peuvent atteindre, dans des proportions variables, les systèmes sanguin et lymphatique après avoir franchi les membranes pulmonaires ou gastro-intestinales, se distribuer dans les différents organes et s'accumuler dans des sites spécifiques. D'autres, captées au niveau nasal, peuvent voyager le long des nerfs olfactifs, franchir la barrière hématoencéphalique et pénétrer directement dans le cerveau ou encore, traverser les barrières cellulaires et rejoindre le noyau de la cellule. Certains de ces matériaux nanométriques (qui sont de l'ordre du milliardième de mètre) peuvent pénétrer la barrière placentaire et se loger dans l'embryon. Cela est particulièrement vrai pour les nanoparticules insolubles ou peu solubles dans les fluides biologiques puisque la toxicité des particules solubles est liée uniquement à leur composition chimique et à l'organe où elles se déposent. Par ailleurs, de multiples recherches ont démontré divers effets toxiques reliés à

certaines nanoparticules. Par exemple, des études sur les nanotubes de carbone ont révélé une inflammation, des réactions fibrogènes pulmonaires, la formation de granulomes et de tumeurs mésothéliales chez l'animal, suggérant un potentiel de comportement semblable à celui de l'amiante.

DANS L'ENSEIGNEMENT ET LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE

À ce jour, on estime à environ 2000 le nombre de personnes qui travaillent dans l'enseignement ou dans la production, dans des milieux où l'on utilise des nanoparticules au Québec, mais ce nombre devrait croître. Même si au moins une cinquantaine d'entreprises alimentent ce contingent, c'est chez les étudiants et les professeurs qu'on trouve actuellement le plus important groupe de personnes potentiellement exposées aux nanoparticules. Cette situation devrait s'inverser au fur et à mesure que les entreprises intégreront des nanoparticules dans leur chaîne de production pour créer des produits à valeur ajoutée. Dans les milieux scientifiques et éducatifs, il existe présentement plus de 50 groupes de recherche engagés dans des domaines liés aux nanotechnologies. Quatre cégeps forment des nanotechnologies.

le chimiste a pourtant pris son bâton de pèlerin à plusieurs reprises, car chaque fois qu'on fait une demande relative aux nanotechnologies, c'est lui qui monte au front : « 60 sorties déjà ! », dont deux visant à « sensibiliser » les autorités et les préventionnistes de la Conférence des recteurs et des principaux des universités au Québec.

Ce qui rend importante cette diffusion d'information, c'est qu'il est impossible, pour l'instant du moins, de fixer des seuils d'exposition sécuritaires. En fait, c'est toute la façon de considérer la toxicité qui est remise en question lorsqu'on aborde cette échelle infinitésimale... « Les nanoparticules nous obligent à revoir complètement les façons d'évaluer la toxicité, poursuit M. Ostiguy. Normalement, en toxicologie, les effets sont reliés à la quantité de produit auquel l'animal ou l'homme est exposé. Donc, plus grande est la masse absorbée, plus grand est l'effet.

« Dans le cas des nanoparticules, il a clairement été démontré que les effets mesurés ne sont pas bien corrélés à la masse du produit, bouleversant ainsi l'interprétation classique des mesures de toxicité. Il est en effet avéré qu'à masse égale, les nanoparticules sont normalement plus toxiques que les

À l'automne 2008, l'appel de propositions de recherches que l'IRSST et NanoQuébec ont lancé a permis le démarrage de quatre projets importants, qui visent à élaborer une stratégie d'évaluation, à mesurer les niveaux de concentration de nanoparticules dans l'air des milieux de travail et à évaluer l'efficacité de différents moyens de protection, notamment celle des gants, de différents vêtements et des filtres pouvant être utilisés dans les systèmes de ventilation ou dans les appareils de protection respiratoire. Ces travaux regroupent non seulement des chercheurs de l'IRSST, mais également des collaborateurs québécois des universités Concordia et de Montréal, de l'École de technologie supérieure, de même que des scientifiques américains du Harvard School of Public Health et du National Institute of Occupational Safety and Health.

D'ici à ce qu'on en sache davantage, les auteurs continuent de conseiller aux organisations dont le personnel pourrait être potentiellement exposé à des nanoparticules d'utiliser une approche de prévention, voire de précaution, et de minimiser toute exposition. Pour déterminer les mesures préventives à appliquer, il existe différentes stratégies, dont celle du *control banding*. Née en Europe, de plus en plus populaire en Amérique du Nord et faisant l'objet d'une proposition de norme internationale à appliquer aux nanomatériaux, cette approche est « utilisée pour déterminer les niveaux de maîtrise à mettre en place pour des substances ou des mélanges de substances dont les risques toxiques ne sont pas suffisamment connus ». Il s'agit donc d'une stratégie visant la maîtrise de l'exposition dans des conditions réalistes, en l'absence de normes ou de connaissances suffisantes sur la toxicité et le niveau d'exposition. Son application est décrite en détail dans le guide de bonnes pratiques que l'IRSST a publié en 2008.



Claude Ostiguy,
directeur du
Service soutien
à la recherche
et à l'expertise
de l'Institut :
« Les nanopar-
ticules nous
obligent à re-
voir complète-
ment les façons
d'évaluer la
toxicité ».

Photo: Dominique Desjardins, IRSST

Claude Ostiguy admet « que le milieu de l'enseignement ne constitue pas la clientèle habituelle des chercheurs en hygiène du travail à l'IRSST, pas plus que ne le sont les *spin-offs* universitaires, ces PME que créent les professeurs-chercheurs. » Depuis quelques années,

produits de même composition chimique de taille supérieure. Or, un meilleur paramètre (ou série de paramètres) pouvant permettre de relier l'exposition aux effets observés ne fait pas encore l'objet d'un consensus dans la communauté scientifique. »

RECHERCHES TOUTS AZIMUTS

Claude Ostiguy croit que des matériaux de référence bien caractérisés devraient être produits, ce qui permettrait de mieux comparer les résultats des futures études, notamment sur le plan des effets sur la santé et de l'étalonnage

des appareils de mesure. Il faut aussi, de toute évidence, créer de nouveaux équipements : par exemple des instruments portables, à prix abordable, permettant de caractériser l'exposition des travailleurs aux nanoparticules aéropartées. « Les instruments dont nous disposons actuellement permettent une bonne caractérisation de l'environnement ambiant, mais ils sont peu adaptés à l'utilisation en milieu de travail. Plusieurs d'entre eux sont ultra-spécialisés et servent normalement en laboratoire seulement », précise Claude Ostiguy.

Il semble se dégager un consensus dans la communauté scientifique à l'effet que plusieurs facteurs (nombre, surface, concentration, recouvrement, degré d'agglomération, charge de surface, forme, porosité, structure cristalline, potentiel d'attraction électrostatique) contribuent à la toxicité des nanoparticules. Bien sûr, il faudrait aussi documenter, pour chaque type de celles-ci, sa capacité de pénétration et d'absorption à travers les barrières physiologiques (intestin, poumon, peau, barrière hémato-encéphalique, placenta, cellule, noyau de la cellule) et ses différents effets sur la santé. De nombreux organismes de recherche en SST sont activement impliqués dans le domaine émergent des nanoparticules.

Le rôle de l'IRSST est avant tout de faire en sorte que les travaux qu'il mène et qu'il finance puissent soutenir les efforts de prévention sur le terrain, notamment par une meilleure connaissance des milieux de travail québécois où des personnes peuvent être exposées aux nanoparticules, sur l'évaluation des expositions professionnelles à ces produits et sur la prévention, plus spécifiquement en ce qui a trait à l'efficacité des moyens. La diffusion des résultats aux différentes clientèles ciblées constitue un élément clé essentiel permettant d'optimiser l'influence potentielle des recherches sur les conditions de travail. **PT**

LUC DUPONT

Pour en savoir plus

OSTIGUY, Claude, Brigitte ROBERGE, Catherine WOODS, Brigitte SOUCY. *Les nanoparticules de synthèse – Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en SST – 2^e édition (2010)*, Rapport R-646, 159 pages.

Téléchargeable gratuitement : www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/R-646.pdf

VERSION ANGLAISE : *Engineered Nanoparticles: Current Knowledge about Occupational Health and Safety Risks and Prevention Measures—Second Edition*, Rapport R-656.

Téléchargeable gratuitement : www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/R-656.pdf

OSTIGUY, Claude, Brigitte SOUCY, Gilles LAPOINTE, Catherine WOODS, Luc MÉNARD, Mylène TROTTIER. *Les effets sur la santé reliés aux nanoparticules – 2^e édition (2008)*, Rapport R-558, 120 pages.

Téléchargeable gratuitement : www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/R-558.pdf

VERSION ANGLAISE : *Health Effects of Nanoparticles—Second Edition*, Rapport R-589.

Téléchargeable gratuitement : www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/R-589.pdf

OSTIGUY, Claude, Brigitte ROBERGE, Luc MÉNARD, Charles-Anica ENDO. *Guide de bonnes pratiques favorisant la gestion des risques reliés aux nanoparticules de synthèse (2008)*, Guide technique R-586, 73 pages.

Téléchargeable gratuitement : www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/R-586.pdf

Pour commentaires et suggestions : magazine-prevention@irsst.qc.ca

Manon Truchon Prix IRSST du meilleur article scientifique

EN NOVEMBRE dernier, la présidente-directrice générale de l'IRSST, Marie Larue, a remis à Manon Truchon, chercheuse au Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (CIRRIS), le prix du meilleur article scientifique publié au cours des cinq dernières années dans le domaine de la santé et de la sécurité du travail.

Le jury a retenu l'article intitulé "Low-back-pain related disability: An integration of psychological risk factors into the stress process model", publié en 2008 dans la revue *Pain*. Rédigé par Manon Truchon, auteure principale, Denis Côté, Lise Fillion, Bertrand Arsenault et Clermont E. Dionne, cet article découle d'un projet de recherche financé par l'IRSST.

« Ce prix, auquel une somme de 10 000 \$ est rattachée, est une forme de reconnaissance pour les chercheurs qui, comme M^{me} Truchon et ses collaborateurs, se consacrent à la recherche scientifique et qui ont apporté une contribution significative à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs. Il récompense l'excellence, le mérite et l'originalité des travaux de ces chercheurs québécois subventionnés en tout ou en partie par l'IRSST, qui ont participé de façon marquante à l'avancement des connaissances », a indiqué la PDG de l'IRSST, en remettant le prix à Manon Truchon.

Le prix du meilleur article scientifique en santé et en sécurité du travail s'inscrit dans le contexte des événements organisés pour souligner le 30^e anniversaire de l'IRSST.

En recevant son prix, M^{me} Truchon s'est dite touchée et honorée. « Cela nous encourage à continuer à travailler fort... Ça donne du sens à notre travail. »

Remerciant l'Institut « pour sa confiance et pour le financement de plusieurs projets », elle a déclaré être « fière d'avoir contribué à développer des connaissances sur l'incapacité des lombalgies ». Elle a également souligné que « la recherche québécoise en SST se démarque sur la scène internationale ». **PT**

JACQUES MILLETTE

