

Réalité prévention

Risques professionnels Travail Société



“There's plenty of room at the bottom”;

il y a plein de place en bas, écrivait déjà en 1959 Richard Feynman, futur prix Nobel de physique. L'infiniment petit n'en finit pas de délivrer les promesses d'un nanomonde où les propriétés de la matière semblent se métamorphoser. Les scientifiques parlent d'espoirs de recherches et les industriels, de révolution.

Mais comment ne pas être frappé par le décalage qui existe entre ce que l'on sait vraiment des nanoparticules et des nanotechnologies et l'usage industriel qui en est déjà fait ? Tandis que les toxicologues s'interrogent toujours sur les effets sur la santé des nanoparticules, beaucoup d'industries les ont déjà intégrées dans leurs procédés ou fabriquent des produits qui “rejettent” des nanoparticules. La pollution particulaire “classique”, celle du diesel par exemple, fait partie de notre environnement, en dépit que l'on en ait. Mais que sait-on du devenir des particules ultrafines contenues par exemple dans nos produits cosmétiques ? Le secret industriel allié aux exigences marketing laissent peu de place à l'information.

Comme pour chaque révolution, c'est par une collaboration entre les industriels et les scientifiques que le progrès social peut être réel et sans tache. Si nul ne met en doute les propriétés extraordinaires des particules ultrafines, la protection pour les travailleurs ne peut se contenter d'être seconde, c'est-à-dire correctrice de situations à risques : nous avons une chance de faire de la prévention.

Marylène Mongalvy
Directrice de la rédaction



Nanomonde : la nouvelle frontière de la prévention

Avec le développement des nanotechnologies, nous sommes à la veille d'une révolution industrielle, de celles qui engendrent autant de craintes qu'elles offrent de promesses. Les nanoparticules formées ou utilisées par ces technologies constituent des pistes de progrès dans des domaines variés : médical (traitements anticancéreux), industriel (matériaux plus résistants), cosmétique (crème solaire invisible !), etc.

Pour autant, cet avenir prometteur ne doit pas occulter les interrogations quant à la toxicité des nanoparticules : les résultats disponibles montrent que l'inhalation des particules ultrafines n'est pas neutre, et qu'elles sont susceptibles de se répandre dans tout l'organisme.

Il est important que les institutions en charge de la prévention des risques professionnels s'approprient cette question, d'autant que les sommes énormes qui y sont consacrées dans le monde vont plutôt aux travaux de Recherche-Développement qu'aux efforts en matière d'hygiène et de sécurité.

Quelle prévention mettre en place pour éviter des expositions qui seront peut-être les maladies de demain ?



Interview
de Michel Destot,
député-maire de Grenoble
Page 2

Rencontre avec...

Michel Destot,
député-maire de Grenoble



Les inquiétudes exprimées, portent sur l'usage qui peut être fait de ces technologies plutôt que sur les procédés eux-mêmes. Le débat existe, il est légitime...

Réalité Prévention : Le pôle Minatec qui se développe à Grenoble va devenir un centre de référence en matière de nanotechnologies. **Pouvez-vous nous décrire en quelques mots ce projet et les raisons de l'implication de votre collectivité ?**

Michel Destot : Le pôle Minatec (pour micro et nanotechnologies), est un projet unique en Europe de par son ampleur. Il s'agit du regroupement de deux écoles d'ingénieurs rassemblées au sein de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, de deux

laboratoires de recherche et d'une structure de haute technologie dédiée au développement de partenariats entre recherche et industrie. Ces moyens sont mobilisés pour soutenir la recherche et développer les diverses applications industrielles issues de ces technologies, le domaine central étant celui dit du "hard", c'est-à-dire des composants électroniques du type "puces".

Le budget du projet est de 169 millions d'euros dont 110 millions d'investissements publics. Il s'agit d'une opération structurante pour le développement du pôle d'innovation grenoblois, et surtout, créatrice d'emplois. Au-delà des 1 500 emplois directs attendus en 2006, Minatec permet le développement de nombreuses applications industrielles dans les hautes technologies mais aussi dans des domaines comme les biotechnologies, l'optique, le textile, les nouvelles technologies de l'énergie, l'environnement...

Les projets similaires sont rares. Il existe un pôle en Allemagne, un aux États-Unis (1 milliard de dollars d'investissements) et un au Japon (700 millions de dollars investis).

R.P. : Quelle est la perception de ce projet au niveau local ? S'est-on préoccupé d'éventuelles conséquences sanitaires des nanotechnologies ?

M. D. : Le projet rencontre une forte adhésion de la part des Grenoblois, 90 % d'entre eux soutiennent cette politique de développement économique, c'est ce que révèlent les sondages. La courbe de création d'emplois est ascendante et même si elle n'est pas régulière, le solde en nombre d'emplois est positif, surtout si l'on prend en compte les emplois indirects et induits. De plus, la population grenobloise est un peu atypique car il

existe une culture "recherche et industrie" assez ancienne à Grenoble.

Les inquiétudes exprimées portent sur l'usage qui peut être fait de ces technologies plutôt que sur les procédés eux-mêmes. Le débat existe, il est légitime, et nous savons que notre responsabilité n'est pas d'accompagner aveuglément, sans principe, sans objectif et sans précaution le développement.

R.P. : Comment gérer ces inquiétudes au niveau local ?

M. D. : Les collectivités assurent un travail d'information essentiellement axé sur les aspects économiques. La communauté scientifique communique également sur ses activités, les experts du CEA ont initié le projet Nanosafe 2 dont la première rencontre a eu lieu à Grenoble en avril 2005. Pour les aspects sociétaux, on s'appuie sur les compétences de l'Université Pierre Mendès-France, et leur expertise en sciences sociales. La Métro, la communauté d'agglomération de Grenoble, a organisé en juin une table ronde sur ces sujets à la Maison de la culture de Grenoble avec des experts et des associations.

On parle beaucoup de principe de précaution pour les domaines où l'on ne voit pas très clair, où les scientifiques ne peuvent prendre position. L'application de ce principe conduit à mon sens à l'inaction et à l'immobilisme, ce qui ne me semble pas le meilleur choix.

Minatec permet le développement de nombreuses applications industrielles dans les hautes technologies.

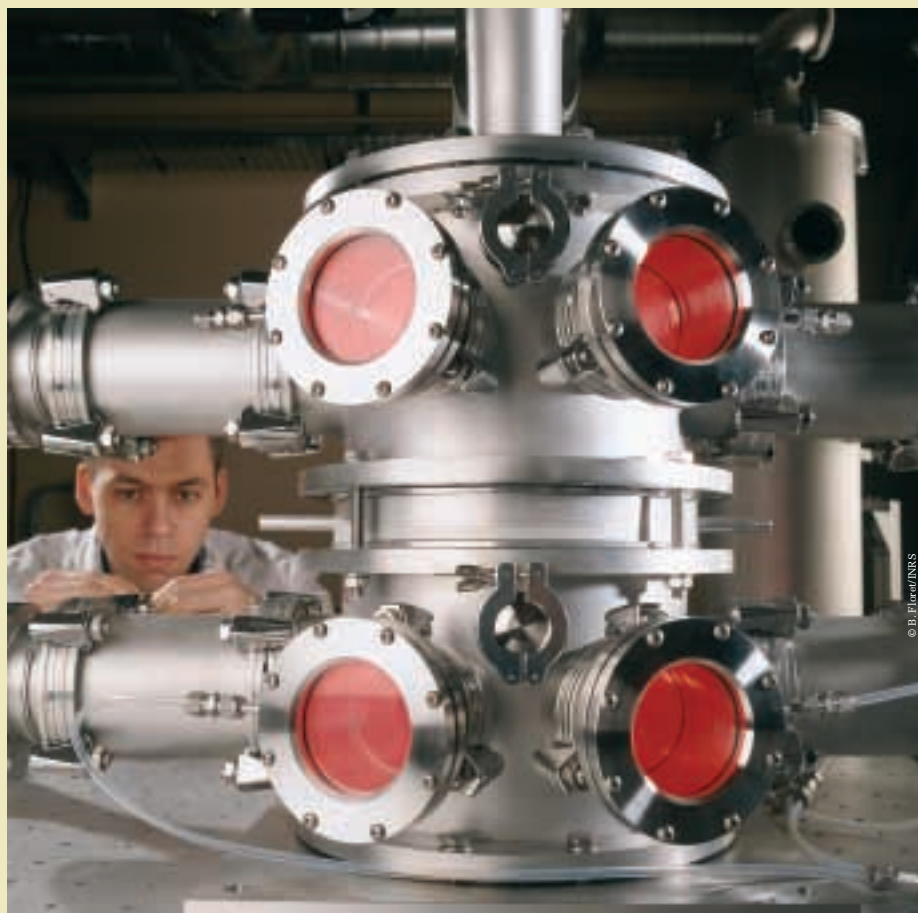


Ce qui me préoccupe en tant qu'élus, c'est le fossé qui existe entre ce qui se fait dans les entreprises et la perception qu'on en a à l'extérieur. C'est le rôle du représentant des pouvoirs publics de trouver le langage qui puisse être entendu par tous. Le premier principe à respecter est la transparence. Il faut éviter l'erreur qui a été faite sur le nucléaire, par exemple, sur lequel il y a eu un déficit de communication et un manque de distinction dès l'origine entre activités civiles et militaires.

R.P. : Comment vous informez-vous sur les éventuelles conséquences sur la santé de ces nouvelles technologies ? Avez-vous confiance en vos partenaires industriels ?

M. D. : Il faut rappeler que ces industries ne naissent pas de rien, elles ont une longue expérience dans les domaines de l'électronique et de l'énergie. Ces secteurs sont empreints d'une forte culture de sécurité. De plus, ces entreprises sont présentes dans la région, nous les accompagnons depuis longtemps.

Ces industriels sont convaincus de la nécessité d'informer sur leur activité. Notre rôle, en tant qu'élus, est de les aider à faire passer leur message auprès du grand public, ce qui n'est pas dans la culture des ingénieurs !



Avis d'expert

Benoît Hervé-Bazin

chargé de mission à la direction scientifique



L'INRS est amené à s'intéresser aux nanotechnologies, pouvez-vous nous décrire l'approche qui est celle de l'Institut ?

Pour l'INRS, l'exigence première est de répondre à sa mission fondatrice "pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles". Nous nous intéressons donc non pas à l'ensemble des nanotechnologies, mais à tout ce qui peut donner naissance, en milieu de travail, à des expositions à des "particules ultra-fines" (PUF) et par conséquent imposer une évaluation des risques.

Un nanomètre représente un millionième de millimètre. Le passage de la matière à de telles dimensions fait apparaître des propriétés inattendues, aussi bien dans les domaines techniques (par exemple un métal très peu réactif devient un excellent

catalyseur) qu'en toxicologie : à propriétés nouvelles, risques nouveaux.

Les particules ultrafines existent pourtant depuis longtemps, pourquoi cet intérêt particulier aujourd'hui ?

En effet, les PUF ont toujours existé dans l'environnement (pollens, fumées...) et sont anciennes dans le monde du travail, formées secondairement (émissions de fours métallurgiques, décompositions thermiques, soudage...) ou, plus récemment, directement (noirs de carbone, silices amorphes, ou encore par usinage à grande vitesse). Les évolutions techniques récentes permettent de pressentir ce que l'homme pourrait tirer de leur exploitation rationnelle, mais elles ont souvent eu lieu sans se préoccuper d'éventuels risques pour la santé.

(SUITE PAGE 4)

Avis d'expert

Benoît Hervé-Bazin

chargé de mission à la direction scientifique

C'est d'autant plus regrettable qu'on sait que les PUF se déposent dans les voies pulmonaires en proportion supérieure aux particules plus grosses, et de façon plus importante lors d'une activité physique qu'au repos, comme chez des personnes dont les fonctions pulmonaires sont altérées (asthme, bronchite obstructive chronique).

Quels paramètres doit-on prendre en compte pour une meilleure évaluation des risques ?

Des travaux menés dans l'environnement ont mis en évidence les effets chez l'homme d'épisodes de forte pollution urbaine. Depuis, nombre d'études ont cherché à dégager le(s) paramètre(s) le(s) mieux corrélé(s) aux effets biologiques.

En hygiène du travail, on évalue le risque de l'exposition aux "poussières" en fonction de leur concentration massique (mg/m^3) dans l'atmosphère inhalée par le travailleur. Pour les PUF, le paramètre pertinent devient le nombre et/ou la surface des particules, mais d'autres facteurs sont évoqués, notamment

Quels paramètres prendre en compte pour une meilleure évaluation des risques ?

Le nombre des particules ?

Peu d'études sur l'animal impliquent ce paramètre ; elles ont été menées avec des PUF de dioxyde de titane, souvent considéré comme un "modèle" de toxicité limitée. Elles ont montré que ces PUF pénètrent plus facilement le tissu pulmonaire et sont finalement distribuées dans tout l'organisme. Plus elles sont petites et nombreuses, plus elles pénètrent.

Les données environnementales montrent des corrélations entre pollution particulaire urbaine du jour même, ou de quelques jours précédents, et différents paramètres de la fonction respiratoire. D'autres constatent des effets sur le système cardiovasculaire. L'une des difficultés ici est la présence d'autres polluants (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone...), dont les variations de concentrations sont souvent liées à celles des PUF.

Leur surface ?

Dès les années 90, des chercheurs montraient que l'incidence des tumeurs pulmonaires chez l'animal n'était vraiment lisible qu'en fonction de la surface des particules. Des travaux, menés avec des PUF très diverses, ont confirmé qu'il existe bien "un effet PUF", mais qu'il est fonction de la nature de la particule ; par exemple, la pénétration dans le tissu pulmonaire peut différer d'un facteur 10 entre deux PUF différentes de même taille.

Où encore d'autres paramètres ?

D'autres paramètres que la surface interviennent, par exemple la cristallinité (phénomène bien connu pour la silice), la capacité à donner naissance à des radicaux libres (espèces chimiques très réactives, nocives pour l'organisme), ou encore la présence de métaux de transition.

les métaux, les substances absorbées, ou la formation de radicaux libres. (voir l'encadré ci-dessus)

Il devient alors clair qu'il ne faut pas oublier les enseignements de la toxicologie classique, à savoir que, si certains paramètres physiques peuvent jouer un rôle prédominant dans le cas des PUF, l'ensemble des caractéristiques de la particule (composition chimique, forme, cristallinité, impuretés ou charges superficielles, etc.) peut contribuer à moduler ses propriétés toxicologiques et en faire un cas particulier à part entière.

Comment imposer la prévention dans ce secteur en plein essor ?

Dans ce contexte, la prévention doit s'imposer par une maîtrise crédible des risques. Contrairement à ce que l'on croit parfois, elle n'est pas totalement démunie, grâce à un certain recul industriel (noirs de carbone, silices amorphes...) et à la validité éprouvée de solutions classiques (fabrication en vase clos, mise en œuvre sous forme

agglomérée ou en milieu liquide...). Mais la taille des PUF pose des difficultés nouvelles : passage éventuel à travers la peau ou des gants, notamment aux endroits de flexions répétées. Il faudra donc vérifier que les précautions et matériels d'usage sont adaptés à ce contexte. Quelle est l'efficacité réelle des équipements de protection collective ou individuelle ? Comment être sûr que l'on maîtrise vraiment l'ouverture d'un réacteur et son nettoyage, ou encore la mise en conditionnement ?

Subsistent trois problèmes majeurs :

- les méthodes de mesure nécessaires ne sont pas toutes disponibles ou faciles d'emploi ;
- on sait trop peu de choses sur les conditions actuelles d'exposition aux PUF récentes ;
- on ne sait pratiquement rien de leurs effets à long terme.

Raison de plus pour veiller jalousement à ce bien inestimable : la santé ! Saurons-nous relever un tel défi ?



Côté partenaires

Depuis quand l'IRSN s'intéresse-t-il aux nanoparticules ?

Historiquement, c'est via l'industrie nucléaire que l'IRSN a été amené à s'intéresser aux nanoparticules. L'IRSN, qui ne s'appelait pas comme cela à l'époque, a travaillé dès les années 50 sur la radioprotection des mineurs d'uranium, parce que plusieurs constats montraient que cette population présentait davantage de cancers du poumon que la normale. Ces observations ont été depuis confirmées par des études épidémiologiques sur des cohortes de mineurs d'uranium. Or, ces cancers étaient dus non à l'uranium mais

Denis Boulaud, adjoint au Directeur de l'Environnement et de l'Intervention, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire



conduisent à des appareils facilement utilisables sur le terrain, notamment aux postes de travail.

L'intérêt est qu'il existe une convergence réelle entre la problématique environnementale et celle de santé au travail : les travaux de métrique sont identiques, qu'ils portent sur les particules de diesel "environnemental" ou sur des PUF présentes dans les atmosphères de lieux de travail.

té pour la santé. La migration des PUF dans différents organes, jusqu'au cerveau notamment, est un des points de préoccupations le plus important.

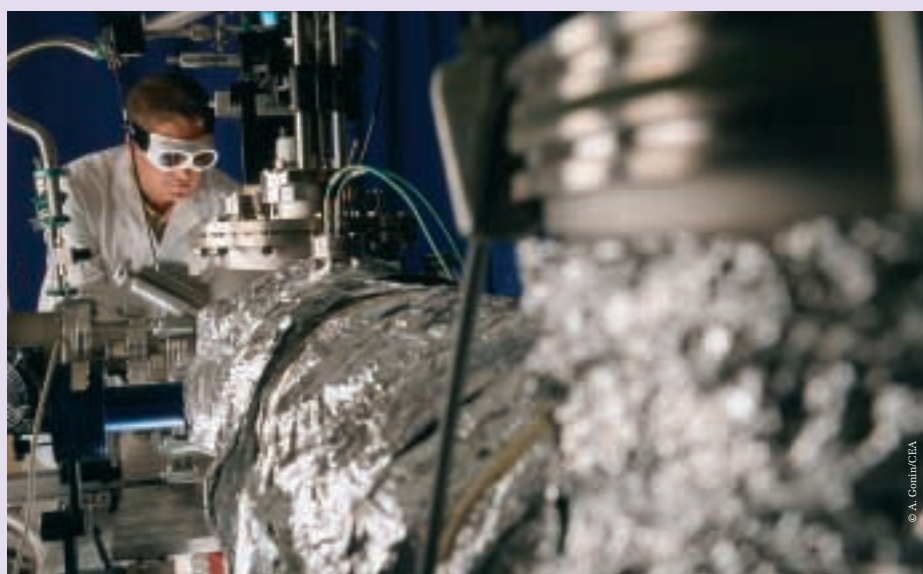
C'est, à mon sens, une des raisons qui explique l'intérêt grandissant pour les PUF. En matière d'effet sur la santé, nous ne savons pas grand chose. Hormis les effets des descendants du radon, étudiés depuis longtemps, les travaux sur la toxicité des PUF sont assez récents, une dizaine d'années au maximum. C'est sur ce point que doivent se concentrer les efforts de la recherche. Il s'agit en effet de ne pas mettre sur le marché des PUF aux propriétés certes extraordinaires, mais nocives pour la santé, aussi bien des travailleurs qu'en population générale.

Au poste de travail, les outils de prévention collectifs, comme la ventilation, ou individuels, comme les masques respiratoires, sont-ils efficaces face à ces nanoparticules ?

Au risque de paraître iconoclaste, je dirais oui. Si nous avons beaucoup de travail pour améliorer la caractérisation des nanoparticules et développer la connaissance de leurs effets sur la santé, globalement les techniques de filtration et de captage des PUF devraient être assez satisfaisantes. Une particule nanométrique ne se comporte pas fondamentalement différemment de ce que les modèles prévoient. Elles sont "piégées" dans les filtres. Néanmoins, rien ne nous empêche de rester attentif à ces sujets, même si aucune étude sérieuse n'a démontré le contraire jusqu'à présent.

Le principal problème est que si, en santé au travail, les mesures de prévention existent, il n'est pas possible de filtrer toutes les particules environnementales. Et ce n'est pas tant un problème technologique – il existe des filtres à particules pour les diesels – qu'un problème financier : comment équiper tous les camions, voitures, deux-roues, etc. de filtres à particules ?

Si l'augmentation de la prévalence de l'asthme ou de maladies respiratoires est due à la pollution atmosphérique, c'est pourtant vers une réduction de l'émission des particules qu'il faut se diriger. ■



aux particules nanométriques issues de la désintégration du radon, un gaz qui fait partie de la filiation radioactive de l'uranium. Les premiers travaux ont donc porté sur la caractérisation et la mesure de ces particules ultrafines (PUF).

Par la suite, cette compétence a été utilisée dans d'autres domaines, essentiellement celui de la pollution atmosphérique, mais aussi, dans les domaines de la sûreté des installations, des transferts de radionucléides dans l'environnement et de la prévention des risques professionnels, sur le transfert des contaminants au poste de travail.

Le partenariat entre l'IRSN et l'INRS porte précisément sur ce domaine, celui de la métrologie des aérosols. Le problème qui se pose est le suivant : comment mesurer les PUF, comment les caractériser au mieux ? Par leur nombre ? Par leur surface ? Par leur volume ? Nous ne sommes pas absolument démunis : tout physicien des aérosols connaît les principes à mettre en œuvre pour mesurer les PUF, mais il reste des progrès à faire pour que ces principes

Existe-t-il une spécificité des PUF que l'on trouve aux postes de travail dans différentes industries ?

L'existence des particules ultra-fines n'est pas nouvelle. Nous "baignons" naturellement dedans, en quelque sorte : parmi les plus grands producteurs de PUF, on compte les océans, qui rejettent du soufre organique. Mais, par effet de concentration dans les milieux urbains, c'est la pollution automobile qui est la plus ressentie, à quoi s'ajoute les PUF dégagées par toutes sortes de combustions (fioul, forêts...).

Au poste de travail, la différence essentielle est que l'on trouve des PUF "fabriquées" aux propriétés entièrement nouvelles : par exemple celles de pénétrer à travers les cellules. Je pense à une étude où des chercheurs ont démontré que telle particule métallique pouvait traverser les membranes de certaines bactéries et s'y accumuler. Les nanotubes de carbone ont des propriétés de résistance mécanique exceptionnelle, mais des travaux récents émettent des doutes quant à leur innocui-

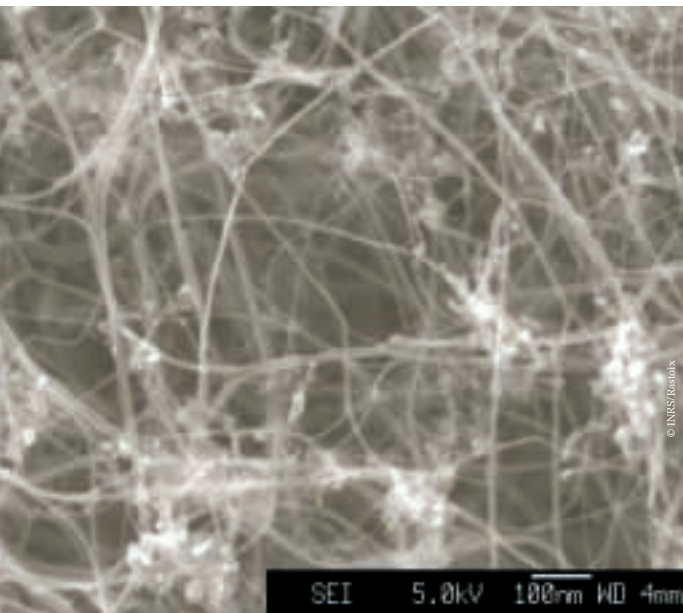
Daniel Bernard

expert nanotechnologie,
direction Recherche
et Développement d'Arkema

Nous définissons des recommandations de bonne pratique de manipulation des nanotubes avec nos partenaires... en leur indiquant que ces produits sont expérimentaux...

Pouvez-vous expliquer comment le groupe Arkema a débuté son activité de production de nanotubes de carbone ?

Nous avons mené un travail de veille technologique sur les nanotechnologies, notamment aux États-Unis, qui a débouché sur l'élaboration d'un projet de production de nanotubes de carbone. La décision de lancement opérationnel du projet a été prise mi 2003 et le pilote mis en place sur notre site de Lacq a fonctionné en mai 2004. Au moment où nous avons commencé nos travaux exploratoires, en 2001, un gramme de nanotubes coûtait entre 100 et 1 000 euros, un de nos objectifs était de faire baisser les coûts de fabrication d'au moins un facteur mille pour que leur utilisation industrielle puisse être envisagée.



Quels sont les principaux problèmes que pose cette activité ?

Concernant les nanotubes de carbone, deux grands types de problèmes se posent, ceux liés aux questions d'Hygiène Sécurité Environnement (HSE) et ceux de la normalisation. Il existe des incertitudes en matière de toxicité, certaines publications récentes sont préoccupantes, mais elles sont critiquées et font l'objet d'un débat. Autre problème, il n'existe pas de

méthode validée de mesure permettant de définir des spécifications pour les nanotubes. Enfin, il y a des inquiétudes sur les technologies de filtration existantes, dont on ne sait pas si elles sont efficaces vis-à-vis de ces nanoparticules.

Comment gérez-vous ces incertitudes ?

Compte tenu de ces éléments, notre outil pilote a été conçu dans une optique de protection maximum. Il est équipé d'un système d'aspiration de l'atmosphère avec lavage à l'eau de l'effluent gazeux. Les eaux sont ensuite récupérées et incinérées, les nanotubes de carbone ayant l'avantage d'être combustibles, contrairement aux particules minérales. Comme il n'existe pas de normalisation de masque adaptée, toutes les interventions se font

en scaphandres étanches avec un système de sas et de douches. Nous sommes en train d'installer un nouvel équipement qui fonctionnera en système clos, piloté de l'extérieur et complètement lavable sans intervention humaine, les eaux seront également récupérées et incinérées.

Par ailleurs, nous sommes devenus membres du projet Nanosafe 2 aux côtés du CEA, de l'INSERM, de Procter & Gamble, BASF, CILAS... Cette démarche programmée sur quatre ans vise à faire progresser les connaissances en matière de détection, et de toxicité des nanoparticules, et à développer des méthodes adaptées. Nous leur fournissons deux des quatre produits pilotes étudiés dans le cadre du programme.

Et concernant la commercialisation des nanotubes ?

Nous avons des exigences importantes concernant l'échantillonnage afin de limiter les risques de dissémination. Nous définissons des recommandations de bonne pratique de manipulation des nanotubes

avec nos partenaires et leur faisons signer des décharges leur indiquant que ces produits sont expérimentaux et que nos connaissances sur les risques liés à une exposition à ces produits sont actuellement limitées. Les dernières publications nous ont amené à limiter le nombre de partenaires et à renforcer encore les conditions d'approvisionnement. Aujourd'hui, nous travaillons en priorité avec notre partenaire Zyvex, un industriel américain qui utilise nos nanotubes de carbone pour préparer des nanocomposites utilisés dans des articles de sport bicyclettes, battes de base-ball...). Nous sommes aussi partenaires de plusieurs projets français et européens comme fournisseurs de nanotubes.

Comment s'est passé le dialogue en interne pour définir les règles de sécurité au moment de la mise en œuvre de cette nouvelle technologie dans votre établissement de Lacq ?

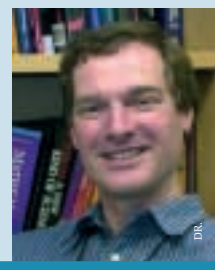
Beaucoup d'ingénieurs et de techniciens étaient si enthousiasmés par le projet qu'il a fallu dans certains cas les freiner un peu. On les a encadrés, en insistant sur le respect des procédures et expliqué qu'en matière de toxicité, il y avait encore beaucoup d'inconnues. Dès le début, le médecin du travail du site a été impliqué, il y a eu des réunions d'échanges avec des médecins du travail du CEA et de la SNECMA ainsi qu'avec des médecins du travail de l'industrie pharmaceutique qui ont une expérience intéressante sur les poudres. Le CHSCT a également été impliqué.

Il en est ressorti des recommandations, notamment sur les fournitures (limitation des livraisons sous forme de poudres, et fournitures de formulations liquides ou solides). En cas de livraison en poudre, les exigences relatives à l'équipement des clients sont fortes. La poudre est expédiée dans des conteneurs navettes spéciaux et les clients doivent disposer d'une installation adaptée, ayant reçu notre agrément.

L'option d'un suivi médical spécifique a été évoquée, mais le problème est que l'on ne sait pas quoi observer, compte tenu des données toxicologiques actuelles. ■

Regard international

Andrew D. Maynard, premier conseiller scientifique,
Centre International de Recherche Universitaire Woodrow Wilson (Washington DC)



Nanotechnologies : un nouveau défi à relever sur le plan de la santé pour une nouvelle génération ?

Selon certains experts, les progrès actuels dans le domaine des nanotechnologies sont une seconde révolution industrielle. L'analogie est pertinente étant donné l'explosion technologique qui a marqué les deux époques et dans la mesure où la nouvelle "révolution nanotech" pourrait bien avoir les mêmes conséquences néfastes que la précédente sur la santé et la sécurité des salariés sans les mesures qui s'imposent. En effet, on ne peut pas reproduire les erreurs industrielles du passé qui consistent à attendre de devoir réagir aux dangers. Bien au contraire, il est aujourd'hui de notre devoir d'affronter les risques liés aux nanotechnologies de façon pro-active et de réduire au maximum les menaces qui pèsent sur la santé au travail afin que les futurs progrès technologiques profitent à tous les acteurs de la société.

Le terme "nanotechnologie", plus ou moins considéré comme un néologisme, peut désigner un nombre infini de matériaux, de structures ou d'appareils nouveaux créés par manipulation de la matière à l'échelle de l'atome (1-100 nm). Cette échelle illustre la promesse des nanotechnologies car elle permet de fabriquer des objets uniques aux propriétés nouvelles. Les nanomatériaux font déjà l'objet d'applications diverses amenées à se développer telles que la fabrication de vitres autonettoyantes (titane nanostructuré), la conception de piles à hydrogène (nanotubes de carbone) et de nouvelles formes de dépistage et de traitement du cancer (nanoparticules multifonctionnelles). Des chercheurs espèrent qu'ils permettront l'élaboration de structures entièrement formées de molécules auto-assemblées.

Ces applications nanotechnologiques ont en commun leur caractère résolument innovant, qui doit faire concentrer nos efforts sur les solutions à apporter concernant leurs effets sur la santé publique. Les organismes de santé et de sécurité affronteront-ils les dangers (anticipés ou autre) ou bien doivent-ils

définir de nouveaux modèles d'évaluation des effets sur la santé ?

Les preuves en la matière sont pour le moins ambivalentes. Les recherches ont révélé que pour certaines matières insolubles, la métrique "surface" permettait une meilleure anticipation des effets biologiques que les méthodes de mesure traditionnelles telles que la concentration en masse.

La migration potentielle des nanoparticules des poumons vers d'autres organes et de la sphère ORL vers le cerveau est également préoccupante.

Des recherches récentes sur les nanotubes de carbone monofeuillet ont montré que ces derniers engendraient l'apparition de granulomes multifocaux chez le rat et qu'ils avaient un effet cytotoxique sur certains kératinocytes lorsqu'ils étaient associés à des nanoparticules de fer. Malgré un certain nombre d'initiatives internationales visant à combler les lacunes de la recherche en matière de risques pour la santé liés aux nanotechnologies, on est encore loin d'une compréhension exhaustive.

Parallèlement aux études en cours, les organismes publics apportent leur contribution sur le plan réglementaire et de la recherche et du développement. Aux États-Unis, le gouvernement fédéral a créé un sous-comité Ingénierie et Technologie des Nanosciences (NSET – Nanoscale Science Engineering and Technology) au sein du comité technologique du Conseil National Scientifique et Technologique (NSTC – National Science and Technology Council). L'un des groupes de travail de ce sous-comité a pour mission l'étude des aspects environnementaux et des questions de santé liés aux nanotechnologies. Ce groupe met au point des outils d'analyse de risque et collabore avec l'Institut américain

de Santé et de Sécurité au Travail (NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health) pour définir des guides de bonne pratique. Des initiatives non gouvernementales telles que le projet sur les nanotechnologies émergente du Centre International de Recherche Universitaire Woodrow Wilson aident également les entreprises, les pouvoirs publics et le grand public à anticiper et à gérer les effets potentiels des nanotechnologies sur la santé et sur l'environnement.

Ces préoccupations étant les mêmes pour tous les pays, des partenariats internationaux voient le jour pour tenter d'apporter des réponses. C'est ainsi que le 2^{ème} colloque international sur les nanotechnologies et la santé au travail se tiendra à Minneapolis (États-Unis) en octobre 2005. Fort du succès du premier colloque, tenu au Royaume-Uni en 2004, il accueillera quelque 350 participants de 20 pays différents et d'horizons divers, qui étudieront tous les aspects des effets potentiels des nanotechnologies dans un environnement multidisciplinaire.

La principale conclusion que l'on puisse tirer avec certitude des enseignements de la recherche sur les risques professionnels potentiels associés aux nanotechnologies est qu'il reste du chemin à parcourir. Néanmoins, il semble que ces nouvelles technologies nécessitent une réponse spécifique pour la protection de la santé et de la sécurité des salariés. Nous avons la chance unique d'assister à l'avènement d'un phénomène scientifique d'envergure, alors saisissons-la pour contrôler les risques potentiels qui y sont associés de façon pro-active. Il est de notre devoir d'éviter que les erreurs de la première révolution industrielle ne se reproduisent. ■

Remerciements :

Le projet sur les nanotechnologies émergentes du Centre International de Recherche Universitaire Woodrow Wilson a été créé en partenariat avec l'organisation caritative américaine Pew Charitable Trusts.

Les particules ultrafines (nanoparticules) dispersées dans l'air sont considérées comme des facteurs de risque potentiel pour la santé au travail. Des organisations internationales telles que la Commission Internationale de Santé au Travail considèrent qu'elles sont le nouveau défi du 21^{ème} siècle à relever pour la prévention au travail.

RECHERCHE

Pour répondre au besoin indéniable de développer le volet "exposition professionnelle", l'INRS a lancé plusieurs activités :

- Le développement d'une métrologie ad-hoc en termes de prélèvement et d'analyse ainsi que d'un savoir-faire adapté aux contraintes du mesurage des aérosols ultrafins sur les lieux de travail.
- La caractérisation des aérosols ultrafins dans différentes industries.

- L'étude de l'émission en champ proche d'aérosols ultrafins lors de la manipulation de poudres nanostructurées.
- L'étude de la filtration pour les particules ultrafines.

Ces différentes activités sont, pour partie, traitées dans le cadre de thèses et de partenariats avec le CNRS et l'IRSN. Par ailleurs, au niveau international l'INRS participe à différentes actions d'informations et d'échanges avec des instituts homologues comme le BGIA (D), le HSL (GB) ou le NIOSH (USA).

PUBLICATIONS

Hygiène et Sécurité du Travail n° 197 (4^{ème} trimestre 2004) : point de repère (PR15) et deux notes documentaires (ND 2227 et ND 2228).

Téléchargeable gratuitement sur : www.hst.fr

Travail et Sécurité n° 652 (juin 2005), dossier "Particules ultrafines, le nanodéveloppement sous surveillance".

Téléchargeable gratuitement sur : www.travail-et-securite.fr

Contact : Olivier Witschger - E-mail : olivier.witschger@inrs.fr



CONGRÈS INTERNATIONAL SUR "NANOTECHNOLOGIE ET SANTÉ AU TRAVAIL".

Au-delà des questions de toxicologie, d'épidémiologie et de la mesure, d'autres questions se posent :

- Les niveaux de protection des EPI (équipement de protection individuelle : masques, gants, tenues vestimentaires) sont-ils satisfaisants ?
- Les moyens de protection collective sont-ils efficaces ?
- Les procédés actuels sont-ils toujours adaptés lorsque l'on manipule des nanomatériaux ?
- Les nanomatériaux doivent-ils être considérés comme des substances nouvelles ?
- Quelles valeurs limites pour l'avenir ?
- Les règles actuelles sont-elles appropriées pour la protection des travailleurs ?

La mise en évidence des risques potentiels suppose la mobilisation d'équipes pluridisciplinaires dans la plus grande transparence. C'est dans ce sens que le congrès international sur "Nanotechnologie et Santé au Travail" a vu le jour.

Après le succès du 1^{er} congrès de Buxton (octobre 2004, GB) dont le rapport final est disponible sur le site www.hsl.gov.uk, le 2^{ème} congrès s'est déroulé début octobre 2005 à Minneapolis (USA).

Cette conférence a été une grande réussite puisqu'elle a regroupé plus de 400 participants de 20 pays représentant différents secteurs industriels et de la recherche, ainsi que des spécialistes de l'hygiène au travail. Un bilan de cette conférence sera disponible prochainement sur le site du NIOSH (www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/).

Le prochain rendez-vous se tiendra en octobre 2007 à Taiwan.



FORMATION

Avril 2006 : dans le cadre du réseau méditerranéen METRONet, l'INRS propose une formation sur le thème des risques liés à l'exposition aux nanoparticules en milieu professionnel.

www.inrs.fr

Réalité prévention

Risques professionnels Travail Société

INRS, 30 rue Olivier-Noyer, 75680 Paris Cedex 14
Tél. : 01 40 44 30 00 - Télécopie : 01 40 44 30 99
www.inrs.fr

Directeur de la publication : Jean-Luc Marié

Directrice de la rédaction : Marylène Mongalvy

Comité de rédaction : Jean-Claude André,

Pierre Angot, Philippe Jandrot, Marc Malenfer

Ont participé à ce numéro : Benoît Hervé-Bazin,

Olivier Witschger

Conception, réalisation : Groupe Réalités

Impression : Imprimerie de Montligeon

N° ISSN : 1762-3561

Contact : marylene.mongalvy@inrs.fr