

# Repérage des salariés potentiellement exposés aux nanoparticules

EN  
RÉSUMÉ

AUTEUR :

F. Jacquet, médecin-conseil du CISME, Centre interservices de santé et de médecine du travail en entreprise

En mars 2010, une enquête par questionnaire a été initiée auprès des services de santé au travail interentreprises afin de repérer les salariés potentiellement exposés aux nanoparticules. En juin 2012, 57 questionnaires ont pu être analysés, couvrant 17 entreprises, 27 postes de travail et 167 salariés. Ce petit nombre de réponses, alors que les nanoparticules sont présentes dans de très nombreux produits finis, laisse à penser que le repérage de leur utilisation se heurte à plusieurs difficultés.

**MOTS CLÉS**  
Nanoparticule /  
enquête

**A**u printemps 2010, le groupe toxicologie du département Action scientifique en milieu de travail (ASMT) du Centre interservices de santé et de médecine du travail en entreprise (CISME) (encadré 1) a initié une enquête sur les nanoparticules dont les objectifs étaient [1] :

- d'aider au repérage des entreprises concernées et des situations potentiellement dangereuses,
- d'assurer la traçabilité des expositions et des moyens de prévention,
- de repérer les salariés potentiellement exposés.

Il s'agissait d'aider les médecins du travail (MT) et les intervenants en prévention des risques pro-

fessionnels (IPRP) des services de santé au travail interentreprises (SSTI) dans leur activité de conseil, de participation à l'évaluation et à la traçabilité des expositions et de veille sanitaire. Les outils, support de l'enquête, ont été élaborés afin de permettre une exploitation collective des données avec l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et l'Institut de veille sanitaire (InVS).

Selon la norme ISO/TS27687 2008 [2], un nano-objet est un matériau dont une, deux ou trois dimensions sont à la nano-échelle (1 nm à 100 nm). Un nano-objet ayant trois dimensions nanométriques est appelé nanoparticule, avec deux dimensions nanofibre et avec une dimension nanofeuillet. Seules les deux premières familles nommées ci-dessus, manufactu-

↓ Encadré 1

## > COMPOSITION DU GROUPE TOXICOLOGIE AU 1<sup>ER</sup> OCTOBRE 2012

Marie-Claude Carbonnel, Toulon  
Dorothée Collot-Fertey, Yvelines Santé Travail (YST), Montigny-le-Bretonneux  
Patrick Deslandes, Centre Hospitalier, Le Havre  
Françoise Faupin, Association interprofessionnelle des centres médicaux et sociaux (ACMS), Suresnes  
Bernard Fontaine, Pôle Santé Travail, Lille  
Philippe Gripon, Renault Trucks, Blainville-sur-Orne

Françoise Jacquet, CISME, Paris  
Dominique Leuxe, Association paritaire de santé au travail du Bâtiment et des travaux publics (APST-BTP), Bourg-la-Reine  
Mireille Loizeau, APST-BTP, Bourg-la-Reine  
Valérie Schach, Lilly, Illkirch

Le groupe a été aidé par Nadia Moujane, chargée d'études CISME pour l'exploitation des données.

### Repérage des salariés potentiellement exposés aux nanoparticules

rées ou incorporées dans les processus ont été prises en compte dans l'enquête. Les nanoparticules sous formes d'agrégats (ensemble de particules liées entre elles par des liaisons fortes de type covalentes ou métalliques) ou d'agglomérats (ensemble de particules liées entre elles par des liaisons faibles de type Van der Waals, électrostatiques ou dues à la tension de surface) ont été aussi identifiées. Cette enquête n'a concerné ni les nanoparticules libérées lors de procédés industriels tels que soudage, fonderie, découpage de métaux, combustion/émission des moteurs diesel ou des centrales d'incinération, ou procédés mécaniques d'usinage, ponçage, polissage, ni les étapes d'élimination ou de recyclage des nano-objets.

#### PROTOCOLE

Une lettre à l'attention des présidents et directeurs des 270 SSTI adhérents au CISME et un courrier à l'attention de leurs 5 545 MT et 500 IPRP accompagné des différents documents [questionnaire Nanoparticules en version Word® et Excel®, le tableau « Nano » et le guide d'utilisation du questionnaire (cf. les annexes de [1])] ont été envoyés en mars 2010. Un appel à participation a été publié dans la revue *Documents pour le Médecin du Travail* [1] et des relances régulières ont été effectuées jusqu'en mars 2011. Pour le bon déroulement de cette étude, chaque SSTI devait nommer un référent de l'action en charge des questionnaires et de la diffusion des informations. L'enquête s'est déroulée en deux temps successifs :

- repérage et traçabilité des expositions par les SSTI et réception

des questionnaires jusqu'à fin mai 2012,

- exploitation définitive des questionnaires en juin 2012.

#### REPÉRAGE ET TRAÇABILITÉ DES EXPOSITIONS

Le tableau « Nano » cité plus haut recense, par secteur d'activité et code NAF, 13 nanoparticules fabriquées et utilisées ainsi que leurs propriétés principales. Il permettait de repérer les entreprises potentiellement concernées. Ainsi, chaque SSTI participant à l'enquête a pu éditer pour les MT et/ou IPRP participants, la liste de l'ensemble des entreprises ayant un de ces codes NAF (Nomenclature des activités françaises).

Pour chacune des entreprises sélectionnées, l'équipe de santé au travail intervenante a utilisé le questionnaire permettant d'identifier les nanoparticules, les situations potentiellement dangereuses, les moyens de prévention mis en place et le nombre de salariés potentiellement exposés.

Le questionnaire devait être rempli par entreprise et par nanoparticule. Si plusieurs nanoparticules étaient utilisées dans une même entreprise, autant de questionnaires que de nanoparticules devaient être complétés. La partie du questionnaire rendue anonyme, relative aux expositions aux nanoparticules et subdivisée en 9 parties permettait de recueillir des informations sur le secteur d'activité, l'identification du produit fabriqué, la nanoparticule identifiée, le poste de travail et les circonstances d'exposition, les équipements de protection collective (EPC) et individuelle (EPI), les autres mesures mises en œuvre, la métrologie éventuelle et enfin les autres polluants. Un guide d'utilisation facilitait le renseignement des questionnaires.

#### EXPLOITATION NATIONALE DES DONNÉES

L'exploitation nationale collective a été réalisée à partir de données saisies sur le tableur Excel® cité ci-dessus.

#### RÉSULTATS

##### PARTICIPATION

Au 1<sup>er</sup> juin 2012, 57 questionnaires étaient renvoyés pour 7 SSTI ([tableau I](#)), impliquant 18 médecins du travail et 2 IPRP.

##### ENTREPRISES CONCERNÉES

Le [tableau II](#) présente la répartition des 17 entreprises recensées selon leur taille. Dans ces entreprises, 27 postes sont identifiés comme exposant potentiellement aux nanoparticules.

Il faut noter que, pour certaines entreprises, certaines données sont manquantes, soit parce que ces entreprises n'ont pas souhaité communiquer aux médecins du travail ou aux IPRP certains éléments techniques, soit parce que les fiches de données de sécurité (FDS) étaient insuffisamment renseignées.

**Les 17 entreprises se répartissent selon les secteurs suivants :**

- laboratoires de recherche et développement : 5
- secteur des peintures : 3
- secteur des cosmétiques : 2
- fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a. (renforçant caoutchouc) : 1
- fabrication de ciment : 1
- secteur du verre : 1
- secteur dit « fabrication autres produits pharmaceutiques » : 1
- secteur chaudronnerie : 1
- fabrication d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels : 1
- fabrication d'articles en fil métallique : 1

\* n.c.a. : non classés ailleurs.

↓ Tableau I

➤ NOMBRE DE QUESTIONNAIRES RECUEILLI PAR SSTI PARTICIPANT

N° SSTI	Questionnaires reçus	En % du total de questionnaires reçus
SSTI n° 1	20	35,09 %
SSTI n° 2	14	24,56 %
SSTI n° 3	10	17,54 %
SSTI n° 4	7	12,28 %
SSTI n° 5	3	5,26 %
SSTI n° 6	2	3,51 %
SSTI n° 7	1	1,75 %
TOTAL	57	100 %

↓ Tableau II

➤ RÉPARTITION DES ENTREPRISES SELON LEUR TAILLE

Entreprises	Nombre d'entreprises	Nombre de salariés
De 1 à 20 salariés	8	Minimum 7
De 21 à 50 salariés	2	
≥ 51 salariés	7	Maximum 308 salariés

**NANOPARTICULES CONCERNÉES**

Parmi les 8 nano-objets identifiés, les plus fréquemment utilisés sont le dioxyde de titane (26 %), le noir de carbone (21 %), l'oxyde de silicium (19 %).

Le [tableau III](#) montre la répartition des questionnaires en fonction du type de nanoparticule et de leur utilisation.

La forme des nanoparticules rencontrées dans les entreprises est sphérique dans 57 % des cas mais la forme n'est pas renseignée dans 22 % des questionnaires.

Deux tiers des nanoparticules sont sous forme de poudre, 21 % de suspension liquide (dont gel) et 12 % sous forme solide ou d'agglomérats.

↓ Tableau III

➤ RÉPARTITION DES QUESTIONNAIRES EN FONCTION DU TYPE DE NANOPARTICULES ET DES SECTEURS D'ACTIVITÉ

Nanoparticules	Secteurs d'activité/utilisation	Nombre de questionnaires
Dioxyde de titane	Secteur peinture (pigment)	7
	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	5
	Secteur cosmétiques (écran solaire)	2
	Fabrication de ciment	1
Noir de carbone	Secteur peinture (anticorrosion)	1
	Fabrication de ciment	1
	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.* (renfort caoutchouc)	10
Oxyde de zinc	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	3
	Secteur peinture (anticorrosion)	1
	Chaudronnerie tuyauterie (tenue étanchéité)	1
	Fabrication d'articles en fil métallique (tenue étanchéité)	1
	Équipement aéronautique et frigorifique industriel (tenue étanchéité)	1
Nano-argent	Fabrication d'articles en fil métallique (tenue étanchéité)	1
	Chaudronnerie tuyauterie (tenue étanchéité)	1
	Équipements aéronautiques et frigorifiques industriels (tenue étanchéité)	2
	Secteur laboratoires R&D	2
Oxyde de silicium	Secteur laboratoires R&D (synthèse de nanopolymères)	5
	Secteur laboratoires R&D	3
	Fabrication de ciment	2
	Fabrication autres produits pharmaceutiques	1
Oxyde de cérium	Secteur du verre (brillantage du verre)	2
Oxyde d'aluminium	Fabrication d'organes métalliques de transmission (renfort)	1
	Fabrication de ciment	2
Titanate de baryum	Secteur Laboratoires R&D (synthèse de nanopolymères)	1

\*n.c.a. : non classés ailleurs.

## Repérage des salariés potentiellement exposés aux nanoparticules

### SALARIÉS POTENTIELLEMENT EXPOSÉS

Cette enquête a permis de recenser 167 salariés potentiellement exposés aux nanoparticules, certains d'entre eux étant exposés à plusieurs d'entre elles. C'est ainsi que 84 sont exposés à une seule nanoparticule, 66 à deux, 1 à trois et 17 à six nanoparticules

Dans le **tableau IV** est indiquée la répartition des salariés selon le type de nanoparticules et leur utilisation.

La durée d'exposition, donnée en minutes, est renseignée pour 21 des 27 postes (soit 77,7 %). La durée médiane est de 60 mn par journée de travail, avec des extrêmes allant de 1 minute à 480 minutes.

### MESURES DE PROTECTION

#### ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION COLLECTIVE (EPC)

Tous les questionnaires ont été renseignés pour cet item.

Les équipements de protection collective existent dans deux entreprises sur trois et sont absents pour 37 % des postes. Le **tableau V** précise le type d'EPC présents.

#### ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

Le port de gants est systématique. Le type de gants est renseigné dans 38 % des questionnaires (gants en latex, en caoutchouc, en nitrile ou en vinyle).

Les masques de protection (masques filtrants FFP2 ou FFP3) sont utilisés à 16 postes sur 27.

### FORMATION ET INFORMATION DU SALARIÉ

Cet item n'a été renseigné que pour 4 entreprises : information spécifique sur les risques (trois fois) ou établissement d'une fiche de poste (une fois).

↓ Tableau IV

### ➤ RÉPARTITION DES SALARIÉS SELON LE TYPE DE NANOPARTICULES ET LES SECTEURS D'ACTIVITÉ

Nanoparticules	Secteurs d'activité/ utilisations	Nombre de salariés potentiellement exposés	Sous total
Dioxyde de titane (poudre)	Secteur peinture (pigment)	16	48
	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	10	
	Secteur cosmétiques (écran solaire)	5	
	Fabrication de ciment	17	
Dioxyde de titane (suspension liquide)	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	30	30
Oxyde de zinc (suspension liquide)	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	30	30
Oxyde de zinc (poudre)	Secteur laboratoires R&D (écran solaire)	10	10
Nano-argent	Fabrication d'articles en fil métallique (tenue étanchéité)	3	28
	Chaudronnerie tuyauterie (tenue étanchéité)	2	
	Équipements aérauliques et frigorifiques industriels (tenue étanchéité)	21	
	Secteur laboratoires R&D	2	
Oxyde de silicium (suspension liquide) Silice amorphe Dioxyde de silicium	Secteur laboratoire R&D	2	7
	Secteur laboratoires R&D (synthèse de nanopolymères)	2	
	Fabrication autres produits pharmaceutiques	3	
Oxyde de zinc (hexagonal)	Équipements aérauliques et frigorifiques industriels (tenue étanchéité)	20	25
	Chaudronnerie tuyauterie (tenue étanchéité)	2	
	Fabrication d'articles en fil métallique (tenue étanchéité)	3	
Noir de carbone diamètre 14,17, 18, 19, 32, 34,35, 40, 50 nm	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a. (renforçant caoutchouc)	61 (dont 6 en entreprises extérieures)	79
	Fabrication de ciment	17	
Noir de carbone		1	
Oxyde d'aluminium	Fabrication organes métalliques de transmission (renfort)	2	19
	Fabrication de ciment	17	
Oxyde de cérium	Secteur du verre (brillantage du verre)	10	10
Titanate de baryum	Secteur laboratoires R&D (synthèse de nanopolymères)	2	2
<b>TOTAL **</b>			<b>288</b>

\*\* un salarié peut être exposé à plusieurs nanoparticules ce qui explique un total supérieur à 167.

↓ **Tableau IV**

➤ **ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION COLLECTIVE (EPC) AUX 27 POSTES DE TRAVAIL**

Absence d'EPC	37,04 %
Ventilation mécanique	7,41 %
Système d'aspiration à la source	25,91 %
Ventilation mécanique + système d'aspiration à la source	7,41 %
Captage enveloppant	11,11 %
Ventilation mécanique + système d'aspiration à la source + captage enveloppant	7,41 %
Vase clos	3,71 %
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>

**DISCUSSION**

Le nombre de retours de questionnaires est à ce jour faible.

Divers freins ont été identifiés :

- la difficulté de repérage des nano-objets,
- les moyens humains dans les SSTI parfois insuffisants,
- l'existence d'autres priorités dans les SSTI (les produits cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction – CMR –, les risques psychosociaux).

La difficulté de repérage des nano-objets est multifactorielle et notamment due à :

- la difficulté de repérer les nano-objets à partir du code du secteur d'activité NAF, ce dernier n'est pas suffisamment discriminant. Par ailleurs un médecin a identifié deux secteurs d'activité qui n'existaient pas dans le tableau des codes NAF répertoriés,
- la difficulté technique de connaître la granulométrie des poussières (micro ou nanométrique). Les recherches sur les méthodes de prélèvements progressent mais n'existent pas encore en routine [3],

\*\*\*RSE :  
responsabilité  
sociale des  
entreprises.

- l'absence le plus souvent de notifications sur les FDS et l'absence de fiches techniques des produits,
- un contexte réglementaire imprécis limitant les obligations d'information des fabricants et fournisseurs. Depuis, le décret du 17 février 2012 oblige à une déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire dans certaines conditions [4]. Cependant, dès 2008, une note circulaire de la Direction générale du travail attirait l'attention sur la protection des salariés [5],
- la qualité de l'information fournie par les entreprises,
- la pratique inégale de la communication des entreprises sur cette thématique. Ceci est noté aussi dans l'analyse RSE\*\*\* de Novethic, en 2010, qui conclut que sur 92 entreprises européennes cotées productrices et utilisatrices de nanotechnologies, 54 % n'ont aucune communication sur les nanotechnologies [6].

Les caractéristiques des nanoparticules mises en évidence dans l'échantillon présent d'entreprises rejoignent les données d'autres sources [7 à 13] :

- le dioxyde de titane et le noir de carbone sont les nanoparticules les plus fréquemment retrouvées et peuvent avoir des tailles différentes,
- le dioxyde de titane est identifié dans les peintures et les écrans solaires, et le noir de carbone dans l'industrie du caoutchouc.

À noter qu'aucun nanotube de carbone n'a été repéré dans notre enquête.

Au niveau de la prévention, cette étude montre que :

- la prévention collective est insuffisante au regard du risque potentiel des nanoparticules,

- l'information est insuffisante aux postes de travail.

**CONCLUSION**

Cette étude nationale est une démarche novatrice qui permet de prendre en compte le risque potentiel lié à l'utilisation des nano-objets et d'assurer la traçabilité prospective des expositions et des conditions d'exposition. Les difficultés de repérage et la réponse faible incite à déterminer et favoriser des aides au repérage dans un objectif de prévention primaire.

**POINTS À RETENIR**

- Le repérage des nano-objets est difficile et nécessite des personnels spécifiquement formés dans les services de santé au travail.
- Les fiches de données de sécurité sont à ce jour mal renseignées, notamment sur la granulométrie des particules utilisées dans les process.
- Bien que de plus en plus nombreux, les secteurs d'activité utilisant des nanoparticules sont parfois encore méconnus.
- Des formations spécifiques sur les produits doivent être mises en place par les préventeurs dans les entreprises.
- La prévention, notamment collective, doit être renforcée.

BIBLIOGRAPHIE  
PAGE SUIVANTE



**Repérage des salariés**  
potentiellement exposés  
aux nanoparticules

**BIBLIOGRAPHIE**

- 1 | Repérage des salariés potentiellement exposés aux nanoparticules. Appel à participation. Etudes et enquêtes TF 186. *Doc Méd Trav.* 2010 ; 122 : 185-98.
- 2 | Terminologie et définitions relatives aux nano-objets - Nanotechnologies - Nanoparticule, nanofibre et nanoplat. Spécification technique ISO/TS 27687 : 2008. Genève : Organisation internationale de normalisation ; 2008.
- 3 | WITSCHGER O, LE BIHAN O, REYNIER M, DURAND C ET AL. - Préconisations en matière de caractérisation des potentiels d'émission et d'exposition professionnelle aux aérosols lors d'opérations mettant en œuvre des nanomatériaux. Note documentaire ND 2355. *Hyg Secur Trav.* 2012 ; 226 : 41-55.
- 4 | Décret n°2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L.523-4 du Code de l'environnement. *J Off Répub Fr.* 2012 ; 0043, 19 février 2012 : 2863-66.
- 5 | Protection de la santé en milieu de travail contre les risques liés à l'exposition aux substances chimiques sous la forme de particules de taille nanométrique. 18 février 2008. paris : DGT ; 2008 : 5 p. (non publié)
- 6 | RYCKEWAERT M, RYDER R - Étude RSE Nanotechnologies. Risques, opportunités ou tabou : Quelle communication pour les entreprises européennes ? Novethic, 2010 ([www.novethic.fr/novethic/upload/etudes/etude\\_nanotechnologies.pdf](http://www.novethic.fr/novethic/upload/etudes/etude_nanotechnologies.pdf)).
- 7 | Hervé-Bazin B (Ed) - Les nanoparticules Un enjeu majeur pour la santé au travail ? Avis d'experts. Les Ulis : EDP Sciences ; 2007 : 701 p.
- 8 | Nanomatériaux. Quels risques ? Quelle prévention ? INRS, 2012 ([www.inrs.fr/accueil/risques/chimiques/focus-agents/nanomateriaux.html](http://www.inrs.fr/accueil/risques/chimiques/focus-agents/nanomateriaux.html)).
- 9 | Les Nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement. Maisons-Alfort : AFSSET ; 2006 : 221 p.
- 10 | Les Nanomatériaux. Sécurité au travail. Maisons-Alfort : AFSSET ; 2008 : 247 p.
- 11 | KOSK-BIENKO J (Ed), KALUZA S, BALDERHAAR J, ORTHEN B ET AL. - Workplace exposure to nanoparticles. European Risk Observatory Report 2. Bilbao : European Agency for Safety and Health at Work ; 2008 : 89 p.
- 12 | OSTIGUY C, LAPOINTE G, MENARD L, CLOUTIER Y ET AL. - Les nanoparticules. Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en santé et en sécurité du travail. Études et recherches. Rapport R-455. Montréal : IRSST ; 2006 : 79 p.
- 13 | OSTIGUY C, ROBERGE B, WOODS C, SOUCY B - Les nanoparticules de synthèse. Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en SST. 2<sup>e</sup> édition. Études et recherches. Rapport R-646. Montréal : IRSST ; 2010 : 147 p.