

LA  
**Revue**  
DE LA CFDT

**Dossier**

# Nanotechnologies, le progrès en débat

**Éclairage**

- Bilan de la conférence à mi-mandat de la CES

> N°94  
Bimestriel  
Revue de débats  
11 €

**Cfdt**  
des choix. des actes

## Éditorial

Fabienne Doutaut

Nanotechnologies, nanosciences, nanoparticules, nanomatériaux, nano-produits: un nouveau monde, le nano-monde, s'ouvre à nous. Il représente un univers de potentialités puisque l'infiniment petit offre des perspectives technologiques, médicales, et d'innovation. En conséquence, les nanos constituent un enjeu économique, social, sociétal et éthique.

Économique, car depuis vingt ans les investissements dans la production des nanotechnologies sont prolifiques dans bon nombre de pays industrialisés, rendant ce marché de plus en plus lucratif. Celles-ci sont déjà présentes dans l'alimentation, les textiles, les cosmétiques, les matériaux de construction, l'électronique... Et à priori les capacités d'innovation sont très prometteuses dans le domaine énergétique et médical.

Social, car les nanoparticules ont pénétré de nombreux secteurs et pourraient créer des emplois. Cependant, elles changent les conditions de travail dans les entreprises, d'autant plus que les effets sur la santé des travailleurs ne sont pas encore totalement connus. Cette situation engage l'ensemble de nos sociétés sur les utilisations des nanotechnologies.

**U**n certain nombre de questions doivent être posées et il est essentiel qu'un débat sociétal ait lieu. Comment les produits sont-ils fabriqués? Quelle est leur utilité? S'il y a un

franchissement des barrières biologiques par les nanoparticules, le principe de précaution doit être appliqué pour tous les travailleurs en contact avec elles, du donneur d'ordre au sous-traitant en passant par les intérimaires. Les risques pour la santé doivent être identifiés car il est possible qu'il y ait aussi des contre-indications médicales à leur utilisation.

Sur un plan éthique, il existe un risque de manipulation. Chacun a-t-il les moyens d'être averti de ce qu'il ingère ou de ce qu'on lui injecte? De même, tout consommateur a le droit d'être prévenu s'il achète des marchandises comprenant des nanoparticules.

Le travailleur, le consommateur comme le citoyen doit pouvoir être éclairé pour s'appropriier les termes du débat. Il est légitime que notre société choisisse en connaissance de cause et s'appuie sur une réglementation nationale et européenne.

**L**es perspectives et les craintes que suscitent les nanotechnologies justifient pleinement l'organisation par la CPDP<sup>1</sup> du débat national sur les nanotechnologies qui comprend dix-sept réunions publiques à partir d'octobre et la publication d'une quarantaine de cahiers d'acteurs<sup>2</sup> qui doivent instruire l'État en février sur les arguments exprimés sur «l'organisation du contrôle et du suivi des nanomatériaux, la caractérisation de l'exposition et



■■■  
l'évaluation de la toxicité sur l'homme et les écosystèmes, l'information et la protection du travailleur et du consommateur, les modalités de soutien à la recherche et aux innovations dans ce domaine». Toute la société civile (syndicats, associations de protection de l'environnement, associations de consommateurs...), les représentants institutionnels et de la recherche sont invités à présenter leurs analyses du phénomène. C'est une opportunité dans laquelle s'est engagée la CFDT.

**P**our donner un éclairage sur les différents points de vue, *La Revue de la CFDT* en publie ici quelques-uns : ceux de la CFDT, bien sûr, du Medef et de la fédération France nature environnement (FNE). Tous s'accordent à souhaiter une meilleure régulation des nanotechnologies par une politique de recherche d'évaluation des risques et la mise en place d'une traçabilité des nanoproduits. En tant que syndicat, la CFDT a toujours préconisé de considérer le progrès avec nuance puisque celui-ci signifie aussi bien des avancées scientifiques ou technologiques que des reculs sociaux, sanitaires ou des problèmes sociétaux ou éthiques. Ainsi, elle considère le principe de prévention active comme un élément essentiel du débat puisque celui-ci doit s'appliquer aux travailleurs en contact avec les nanoparticules. La santé au travail doit être articulée avec la responsabilité sociale des entreprises. Et à un niveau

plus global, les nanotechnologies doivent être analysées dans le cadre du développement durable. C'est ce qu'explique dans son texte Marcel Grignard, secrétaire national en charge de ce dossier.

Ce numéro s'ouvre sur un article de Laurent Chicoineau, directeur de la Casemate, qui présente les nanotechnologies, le développement potentiel de la «monumentalisation» après celui de la miniaturisation et les perspectives d'avenir imaginables. Il décrit aussi les peurs que les nanos peuvent susciter au sein de la population française.

L'univers nano s'ouvre donc à nous, espérons que les dimensions humaine et sociale seront prises en considération à leur juste valeur. ■

(1) CPDP : Commission particulière sur le débat public.

(2) <http://www.debatpublic-nano.org/documents/liste-cahier-acteurs.html>



## Sommaire

### Dossier

#### **Nanotechnologies, le progrès en débat**

**Laurent Chicoineau**

**p. 4** Révolution nano ?

**Marcel Grignard**

**p. 9** Les enjeux syndicaux d'une prise en charge  
des nanotechnologies

**Cahier d'acteur CFDT**

**p. 14** Il est temps que le débat s'engage

**Cahier d'acteur du Medef**

**p. 19** Nanotechnologies, des enjeux économiques considérables

**France nature environnement**

**p. 25** L'urgence de la maîtrise des risques associés  
aux nanoparticules et nanomatériaux !

#### **Repères** p. 32

- Bibliographie
- Sites Internet

### Éclairage

**Thierry Dedieu et Mariano Fandos**

**p. 35** Bilan de la conférence à mi-mandat de la CES

# Révolution nano ?

**Comment  
sont apparues les  
nanotechnologies ?  
Comment définir  
le nanomonde  
et ses enjeux ?  
Explications  
sur ce changement  
d'échelle.**

**Laurent Chicoineau,**  
Directeur du Centre de culture  
scientifique technique  
et industriel de Grenoble (CCSTI,  
La Casemate). Auditeur de  
l'IHEST (Institut pour les hautes  
études scientifiques  
et techniques).  
Commissaire de l'« Expo Nano ».<sup>1</sup>

**À** l'appel du collectif « d'Opposition grenobloise aux nanotechnologies », dont l'acronyme rappelle furieusement un autre grand sujet de discord (OGN), des militants anarchistes, altermondialistes et écologistes viennent, le 1<sup>er</sup> juin 2006, manifester contre l'ouverture, programmée pour le lendemain, du pôle d'innovation en micro et nanotechnologies baptisé Minatec par ses deux principaux acteurs, l'Institut national polytechnique de Grenoble (INPG) et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Grenoble. Devant des passants perplexes, les manifestants aux slogans parfois surréalistes (« Non aux machines vivantes ! ») se heurtent à un impressionnant dispositif de sécurité. Les compagnies de CRS ont installé des herses anti-émeutes juste devant l'entrée du site, et les fonctionnaires de police filtrent l'accès à la zone. Pour la préfecture, ce dispositif de haute sécurité se justifie par la présence de nombreuses personnalités scientifiques et politiques à cet événement. Le Premier ministre est attendu ; Dominique de Villepin sera finalement représenté par son ministre délégué à l'Industrie, François Loos. Pourquoi autant de tension autour de l'inauguration d'un complexe de bâtiments offrant près de 50 000 m<sup>2</sup> dédiés à la recherche, à l'enseignement et au développement industriel des nanotechnologies ? Qu'est-ce qui justifie, d'un côté comme de l'autre, et même s'ils ne sont pas comparables, une telle mobilisation de moyens ? Peut-on parler d'une véritable « révolution » nano ?

## Que sont les nanotechnologies ?

En 2002, Jean-Louis Pautrat publie le premier ouvrage de vulgarisation en langue française sur les nanotechnologies<sup>2</sup>. Physicien de formation, spécialiste des semi-conducteurs et chercheur au CEA Grenoble, J.-L. Pautrat plante le décor dès l'introduction, à travers un néologisme qui n'a rien de scientifique : le nanomonde. «Le nanomonde existe. Il est au cœur de la matière et à la source de la vie» écrit-il dès l'introduction et, plus loin, «le nanomonde est en quelque sorte le monde ultime<sup>3</sup>». L'univers qu'il dépeint est bien le nôtre ; ce qui change, c'est le point de vue que nous portons dessus. Nous passons de l'échelle humaine, du visible, à celle de l'invisible, du minuscule. Le préfixe «nano», issu du mot grec signifiant «petit», est ni plus ni moins une unité de mesure. Comme «kilo», «centi» ou «milli», «nano» est une puissance de 10. Un nanomètre équivaut à un milliardième de mètre ; une nanoseconde à un milliardième de seconde. Cette échelle est celle des atomes, brique élémentaire de la matière, et des molécules. Une molécule d'ADN, par exemple, mesure 2,5 nanomètres de largeur. En longueur par contre elle peut atteindre un micron, c'est-à-dire un millionième de mètre, ou 1000 nanomètres.

Ce qui provoque l'intérêt pour ce nanomonde ne se limite pas à un changement d'échelle. Déjà depuis les années 1950, les chercheurs pouvaient «voir» les atomes grâce aux microscopes électroniques. Le changement se produit en 1981, avec l'invention du microscope à effet tunnel. Mis au point par l'Allemand Gerd Binnig et le suisse Heinrich Rohrer, ce nouvel instrument permet de «toucher» les atomes un par un, de les manipuler. Pour cette découverte, réalisée au centre de recherche de l'entreprise IBM à Rüslikon, les deux chercheurs reçoivent le prix Nobel de physique en 1986. Ils viennent de créer l'outil qui va permettre l'essor des nanotechnologies.

Ce qui définit les nanotechnologies, c'est cette capacité à agir sur la matière, à l'échelle atomique ou moléculaire. Manipuler les atomes permet aussi de mieux comprendre la nature et d'enrichir les connaissances, ce qui est généralement regroupé sous le terme de «nanosciences». Les nanosciences concernent l'étude des phénomènes et des matériaux dont les propriétés aux échelles nanométriques sont significativement différentes de celles observées à plus grande échelle.

Ainsi, les nanotechnologies nous permettent de construire et de manipuler des objets de dimensions très réduites. Elles sont l'aboutissement actuel de la miniaturisation, processus démarré dans les années 1960. Le développement du pôle Minatec s'inscrit dans cette tradition, car Grenoble a joué un rôle de tout premier plan dans cette histoire, avec l'élaboration des premières puces françaises au Leti, un laboratoire du CEA créé en 1967.

Il existe cependant une autre approche des nanotechnologies, complémentaire et inverse à la miniaturisation, l'approche constructiviste de

1 > L. Choicoineau anime le blog «*Making Science Public*» à propos des médiations entre sciences et sociétés.

Références web :  
[www.ccasti-grenoble.org](http://www.ccasti-grenoble.org),  
[www.exponano.com](http://www.exponano.com),  
[www.making-science-public.com](http://www.making-science-public.com)

2 > Jean-Louis Pautrat, *Demain le nanomonde, voyage au cœur du minuscule*, coll. «Le temps des sciences», Fayard, 2002.

3 > *Op. cit.*, p. 11-12.

**Les nanosciences concernent l'étude des phénomènes et des matériaux dont les propriétés aux échelles nanométriques sont significativement différentes de celles observées à plus grande échelle.**

4> Eric Drexler,  
*Engins de création,  
l'avènement  
des nanotechnologies*,  
Vuibert, 2005.

5> Christian Joachim,  
Laurence Plévert,  
*Nanosciences,  
la révolution invisible*,  
coll. «Science ouverte»,  
Seuil, 2008.

6> [www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org)

la «monumentalisation». Cette voie «ascendante» (*bottom-up*), par opposition à la miniaturisation, voie «descendante» (*top-down*), s'inscrit dans la tradition des chimistes et des spécialistes des matériaux. C'est la perspective de l'ingénierie moléculaire, développée par le chercheur américain Eric Drexler, dans un célèbre livre publié en 1986<sup>4</sup>. Visionnaire – révolutionnaire? – E. Drexler se place dans un avenir lointain et imagine des assembleurs mécaniques à l'échelle moléculaire qui pourraient être programmés, dotés d'une énergie autonome, et même se répliquer sans intervention humaine. Soucieux de l'épuisement programmé des ressources naturelles, Drexler spéculait sur une possible convergence de disciplines (génétique, électronique, informatique, neurosciences) et milite pour «l'avènement des nanotechnologies» qui permettraient, selon lui, de construire un monde meilleur, plus respectueux de l'environnement et garantissant santé et longévité à l'ensemble des populations humaines. Cependant cette vision sera «détournée» par le lobby industriel américain, affirment Christian Joachim et Laurence Plévert<sup>5</sup>, et les nanotechnologies deviennent le fer de lance de la nouvelle stratégie de développement économique américaine, puis mondiale. Les États-Unis, le Japon et l'Europe mènent la danse à grands coups d'investissements, publics et privés, dans la recherche et développement en nanotechnologies, talonnés de près par les grands pays émergents: la Chine, l'Inde et le Brésil.

## À quoi servent les nanotechnologies ?

«Si les nanotechnologies sont la réponse, on aimerait savoir quelle est la question» ironise la philosophe et historienne des sciences française Bernadette Bensaude-Vincent. En effet, à force de tout rebaptiser «nano», on ne sait plus très bien de quoi on parle. Quelles sont les applications de ces nouvelles technologies? Sont-elles déjà disponibles sur le marché? Le 2 octobre 2007, le Project on Emerging Nanotechnology, un organisme de veille américain<sup>6</sup>, publie un inventaire de 580 produits déjà commercialisés contenant ou étant fabriqués par des procédés nanotechnologiques. En volume, le plus important domaine d'application actuel (356 produits) est celui du «bien-être» et de la «forme»: cosmétiques, vêtements, accessoires de sport, parapharmacie. Viennent ensuite toute une série de produits, de la peinture aux emballages alimentaires, en passant évidemment par l'informatique, l'audiovisuel, l'automobile ou encore les matériaux de construction. Photographie du marché des nanoproduits, cet inventaire high-tech à la Prévert ne traduit pas toutes les dynamiques de recherche et développement en cours.

Par exemple, les applications médicales des nanotechnologies laissent entrevoir la possibilité de soigner en agissant directement à l'échelle des cellules. Cette «vectorisation» des médicaments permettrait, grâce à un effet de concentration locale, d'adapter et de réduire les doses. Cette

**En volume,  
le plus important  
domaine d'application  
actuel des nanoproduits  
(356 produits)  
est celui du «bien-être»  
et de la «forme»:  
cosmétiques,  
vêtements,  
accessoires de sport,  
parapharmacie.**

nouvelle médecine, la «nanomédecine», vise ainsi l'élaboration de thérapies individualisées, de méthodes de diagnostic précoce et d'exploration du corps humain moins contraignante pour le patient. Les «bio-puces», ou puces à diagnostic, sont les premiers outils de cette nanomédecine. Véritables laboratoires de traitement biologique sur quelques centimètres carrés de silicium, elles permettent, en un temps record et pour un prix minime, de créer une posologie sur mesure pour chaque patient, rendant ainsi la prise de médicaments à la fois plus sûre et efficace.

Autre grand domaine d'application des nanotechnologies, l'énergie et l'environnement. Même si en matière de développement durable la technologie seule ne suffit pas, les nanotechnologies pourraient contribuer à résoudre certains problèmes environnementaux, comme le traitement de l'eau (filtration, décontamination, dessalement), la dépollution des sols, ou encore le développement d'énergies propres ou renouvelables (nouvelles cellules solaires, piles à combustibles). Certains constructeurs automobiles utilisent déjà des nanocristaux pour améliorer le rendement des filtres à particules dans les pots catalytiques des véhicules diesel.

Enfin, plus discrètes mais très nombreuses, les applications militaires des nanotechnologies visent à perfectionner les moyens de surveillance et de renseignement, et à renforcer – voire augmenter – la résistance et la performance des soldats. Aux États-Unis, le célèbre MIT (Massachusetts Institute of Technology) a même créé un centre de recherche spécialisé dans les applications militaires : l'«Institute for Soldier Nanotechnologies»<sup>7</sup>.

**Les nanotechnologies pourraient contribuer à résoudre certains problèmes environnementaux, comme le traitement de l'eau, la dépollution des sols, ou le développement d'énergies propres ou renouvelables (nouvelles cellules solaires, piles à combustibles).**

7> <http://web.mit.edu/ISN/>

## Faut-il avoir peur des nanotechnologies ?

Que sait-on aujourd'hui des effets des nanoparticules sur la santé et l'environnement ? Que deviennent-elles une fois que le produit dans lequel elles ont été intégrées a achevé son cycle de vie ? Sont-elles biodégradables ? L'incertitude est grande aujourd'hui sur la nocivité éventuelle de certaines applications des nanotechnologies car il existe peu d'études portant sur la toxicité de ces produits.

Certains chimistes font le rapprochement entre les impacts éventuels des nanotubes de carbone sur la santé humaine et l'amiante. Se présentant sous forme de fibres, les nanotubes de carbone pourraient pénétrer et venir se stocker dans les alvéoles pulmonaires. Pour le moment, ces nanoparticules n'existent qu'incorporées dans des matériaux solides, les risques de dissémination dans l'environnement paraissent donc réduits. En revanche, les personnes qui commencent à les produire sont plus exposées. Ce qui explique pourquoi les industriels qui expérimentent leur production, comme le groupe Arkema, mettent en œuvre des précautions importantes (scaphandre intégral, salle dépressurisée, robotisation des procédés, etc.).

8> Jérôme Goffette,  
*Naissance  
de l'anthropotechnie.*  
*De la médecine au modelage  
de l'humain,*  
coll. «Pour demain»,  
Vrin, 2006.

9> Disponible à partir  
du site Internet Nano  
de la Commission  
européenne :  
[http://cordis.europa.eu/  
nanotechnology/](http://cordis.europa.eu/nanotechnology/)

Autre source d'inquiétude, les conséquences de la convergence des technologies. À l'échelle atomique, les frontières entre le naturel et l'artificiel s'estompent ; la manipulation des atomes permet la modification – voire la création – de molécules, de dispositifs techniques comme biologiques. Les nanotechnologies détiennent de fortes capacités de transformation de l'homme et de l'environnement. Pour certains philosophes, elles sont cataloguées parmi les «anthropotechnies», ces techniques mises au point par l'homme pour se modifier lui-même. Elles soulèvent ainsi nombre de questionnements éthiques. «Modifications esthétiques, dopage physique ou intellectuel, modulation de l'humeur et de la sexualité, cyborgisation, procréations assistées atypiques, l'anthropotechnie apparaît comme un service multiforme de transformation biologique de l'humain à des fins de performance, de quête d'identité, de liberté, de standardisation<sup>8</sup>.»

**Face à  
ce potentiel élevé  
de développements  
industriels  
et économiques,  
de risques sanitaires  
ou encore de dérives  
et de mésusages,  
la Commission  
européenne vient de  
publier un «Code de  
bonne conduite».**

Face à ce potentiel élevé de développements industriels et économiques d'un côté et, d'un autre côté, de risques sanitaires ou encore de dérives et de mésusages, la Commission européenne vient de publier un «Code de bonne conduite pour une recherche responsable en nanosciences et en nanotechnologies<sup>9</sup>». «Les nanotechnologies et les nanosciences pourraient bien être à l'origine de la prochaine révolution dans les technologies diffusantes» estime Janez Potocnik, le Commissaire européen chargé de la science et de la recherche. «Notre force réside en partie dans l'attention que nous accordons à leur développement et à leur utilisation responsables. Le code de bonne conduite est un outil élaboré par la Commission, après consultation du public, qui permettra de répondre plus aisément aux préoccupations légitimes que peuvent susciter les nanotechnologies.»

Sera-ce suffisant pour rassurer nos opposants grenoblois? Manifestement, non. Avec les nanotechnologies, nous entrons dans une nouvelle ère, où l'avancée des sciences et des techniques n'est plus considérée comme un progrès à priori. Où la compétition internationale est telle qu'appliquer des règles locales, comme le principe de précaution français, ne prémunit en rien contre la survenue des problèmes, ailleurs. Où maîtriser la recherche sans l'entraver devient indispensable ; où favoriser le débat, la formation et l'information est plus que jamais vital. Libre à certains de refuser ce monde. Nous, Centres de culture scientifique technique et industrielle (CCSTI), avons choisi de l'explorer, de le questionner, d'impliquer le plus grand nombre à sa co-construction. ■

# Les enjeux syndicaux d'une prise en charge des nanotechnologies

**Pour la CFDT, le champ des nanotechnologies est un domaine où l'innovation prend corps. Toutefois leur développement oblige à une nouvelle approche critique exigeante pour que l'environnement et la santé des travailleurs soient préservés.**

**Marcel Grignard,**  
Secrétaire général adjoint,  
responsable de la politique  
du développement durable,  
des politiques industrielles,  
de la recherche et de la RSE.

**L**e débat public organisé par la CPDP<sup>1</sup> sur les nanotechnologies était une demande du Grenelle de l'environnement. Cet engagement est tenu, certes avec retard, mais il est tenu.

Les nanotechnologies ont envahi notre vie quotidienne, du pneu au dentifrice « dents blanches ». Mais la plupart du temps le consommateur ne le sait pas. Le salarié, impliqué plus ou moins directement dans la fabrication de ces produits les manipule, parfois sans le savoir.

Le scandale de l'amiante a pris une telle place dans notre société que les pouvoirs publics ont finalement pris conscience de l'urgence d'ouvrir le débat.

Pour le syndicalisme, traiter du progrès technologique est depuis toujours une question redoutable. Quelles peuvent être les conséquences d'un nouveau produit, d'une nouvelle technologie, d'un nouveau process sur la santé et sur l'environnement ?

La question en soi n'est pas nouvelle. Elle est présente dans toute l'histoire du mouvement social, de la destruction des machines à la glorification de la vaccination.

Cependant, confrontés à des défis redoutables à l'échelle mondiale, qu'il s'agisse de la limitation des émissions de gaz à effet de serre ou de la capacité de la planète à nourrir l'ensemble des populations, le « progrès technique » prend une nouvelle dimension.

\* Albert Einstein :  
«La personnalité créatrice  
doit penser et juger  
par elle-même,  
car le progrès moral  
de la société dépend  
uniquement  
de son indépendance.»

1> CPDP : Commission  
particulière  
du débat public  
sur les nanotechnologies.

Les sauts technologiques peuvent permettre de trouver des solutions innovantes. Ils peuvent conduire à de nouveaux risques non maîtrisés. Le développement des nanotechnologies nous oblige donc à une nouvelle approche critique exigeante.

## Comment définir le progrès technique ?

Pour la CFDT, le progrès technique est une notion ambivalente, capable de créer le bien-être tout autant que d'entraîner des dommages importants.

Nous n'avons jamais épousé les thèses matérialistes considérant que le progrès technique était le bonheur au bout de la science. Il y a un siècle, l'électricité, symbole de la seconde révolution industrielle, était le signe tangible du progrès : nous sortions de la société archaïque et féodale pour passer à celle de la lumière.

Personne n'envisage de nier le rôle positif de l'électricité. Cependant, il est indéniable que la pénétration de cette nouvelle source d'énergie a bousculé les manières de produire, de consommer et de vivre.

**Une société sans  
innovation est  
une société morte.  
Il faut maîtriser  
l'inconnu tout  
en reconnaissant que  
le risque zéro  
n'existe pas.  
Les visions binaires  
réductrices sont  
souvent  
régressives.**

Il n'est pas inutile de rappeler qu'à l'arrivée de l'électricité, qui progressivement allait remplacer la vapeur pour faire tourner la machine, était annoncée la fin des grandes entreprises, cette nouvelle distribution de l'énergie devant entraîner la multiplication de plus petites unités. Il n'en a rien été. À l'époque, il n'était pas davantage possible d'imaginer ce que deviendraient les modes de production de cette formidable invention... encore moins d'envisager qu'un jour ce serait un enjeu complexe du futur de l'humanité entre d'un côté, un développement de l'utilisation du charbon avec ses catastrophiques émissions de CO<sub>2</sub> ; d'un autre, une énergie nucléaire au centre de préoccupations sociétales et géopolitiques.

Avec les nanotechnologies, nous sommes dans un cas de figure semblable face à des inconnues plus grandes encore. La science physique de l'infiniment petit ne suit pas les lois de la physique classique, les barrières naturelles disparaissent et la nanoparticule «voyage» sans que son point d'aboutissement soit connu.

Dans ce numéro, un article donne des informations précises sur ces inconnues. Nous pourrions alors nous contenter d'avoir une vision restrictive, voire dogmatique, du principe de précaution. Puisqu'on ne sait pas tout, alors on freine, voire on arrête. Notre vision est différente. Une société sans innovation est une société morte. Il faut maîtriser l'inconnu tout en reconnaissant que le risque zéro n'existe pas. Dans ces domaines comme dans d'autres, les visions binaires réductrices sont souvent régressives. Le champ des nanotechnologies est pour la CFDT un domaine où l'innovation prend

corps. Le passage à l'infiniment petit ouvre des perspectives dans de nombreux domaines, la santé, l'environnement, etc., et nos sociétés ne peuvent s'en priver.

Cependant ces nouvelles aventures laissent place à de l'incertitude, ouvrent aux risques et à notre capacité de maîtrise du nouveau. Notre raisonnement est de même nature que sur les OGM (organismes génétiquement modifiés). Et l'on sait que faute de l'avoir préparée sérieusement, la recherche sur les PGM (plantes génétiquement modifiées) en France et en Europe a pratiquement disparu de notre portefeuille de connaissances, c'est-à-dire d'innovation et d'emplois nouveaux, tout en laissant à des multinationales d'autres continents, le monopole de la recherche privée et de la production... La peur devant l'inconnu l'a emporté en accroissant les risques par une posture qui visait à les maîtriser.

## Comment appréhendons-nous le risque technologique et scientifique ?

Pour nous, syndicalistes habitués depuis toujours à rechercher des compromis entre des avantages et des risques, le risque zéro n'a pas de sens. C'est une illusion soit de protection excessive de la société, soit d'intégrisme sectaire.

La science, dans nos démocraties, ne fait pas la vérité. C'est pour cela que le débat public autour des questions relatives à l'évolution de la science est important. C'est un enjeu politique. On se méfie, on doute. Ce doute est accru par la difficulté pour le citoyen de maîtriser les connaissances nécessaires aujourd'hui pour être partie prenante d'un débat scientifique. À la différence des siècles passés, siècle des Lumières ou siècle de l'enthousiasme scientifique, la diffusion des connaissances scientifiques n'est plus assurée par ceux-là même qui les construisent. Les rumeurs et les « fausses informations » font le lit de la défiance. À cet égard, les réticences qui apparaissent sur le principe de vaccination sont redoutables et se nourrissent des informations les plus « farfelues » qui circulent sur Internet.

Pour se donner des repères nous permettant de décrypter les progrès techniques, il faudrait essayer de trouver un équilibre entre deux clés d'analyse. D'une part, une société qui progresse par la science et la technologie résout des difficultés dans le champ des connaissances ou élabore des éléments essentiels de survie, comme par exemple la résistance des constructions aux tremblements de terre ou aux raz-de-marée.

Dans le même temps, il faut s'assurer que les éventuels effets négatifs induits par ces progrès ne viennent pas bouleverser le bilan des effets positifs. Autrement dit, nous devons essayer de sortir du productivisme.

**À la différence  
des siècles passés,  
la diffusion  
des connaissances  
scientifiques n'est plus  
assurée par ceux-là  
même qui les  
construisent.  
Les rumeurs et  
les « fausses  
informations » font  
le lit de la défiance.**

## Des réglementations indispensables pour tempérer l'ambivalence du progrès technique

Au-delà des principes posés pour « apprécier » la portée d'un progrès technique, il faut des dispositifs de débat, d'évaluation, c'est-à-dire là aussi une forme de régulation.

Tôt ou tard, si les nouvelles technologies se diffusent dans le monde, la maîtrise des risques et la régulation qui la permet doit être mondiale. En effet, si la course à la productivité n'est pas gage de bien-être, il n'est pas possible de faire comme si la compétition mondiale n'existait pas. Nos frontières sont des tigres de papier aussi perméables qu'un tissu troué face au développement des nanotechnologies.

Si, au nom d'un principe de précaution frileux, nous renoncions à ces technologies, les autres y travailleraient, laissant souvent de côté les études épidémiologiques indispensables.

Ces études sont incontournables si nous voulons protéger travailleurs et utilisateurs. Chaque innovation doit être accompagnée d'une évaluation simultanée, ce qui peut être décliné dans le monde du travail par la proposition : « chaque salarié doit faire l'objet d'un suivi précis. »

Au préalable, pour les salariés comme pour les citoyens en général, il faut impulser un droit à savoir, à accéder au partage des connaissances qui influent directement sur leur intégrité physique ou qui vont contribuer à les conditionner à leur insu.

Il n'y a pas de maîtrise possible du progrès technique dans une société où les multinationales dominent le monde de l'innovation sans une vraie transparence. Nous croyons à une société de la connaissance partagée, seule à même de ne pas laisser se développer le totalitarisme d'une économie de la connaissance marchande ignorante de ses responsabilités vis-à-vis de la société. La bagarre est rude, Monsanto en est un exemple, mais d'autres plus discrets cachent au nom de la propriété intellectuelle leurs nouveautés.

La question de la propriété intellectuelle est posée depuis plusieurs années quand l'urgence sociétale est incompatible avec le développement sur la seule base commerciale des médicaments. C'est avéré avec

le VIH, le paludisme et plus globalement l'accès aux médicaments pour les pays pauvres. Si la propriété intellectuelle doit permettre de lutter contre le pillage de l'innovation et empêcher les concurrences déloyales, elle ne peut pas être un bunker rendant inaccessible la connaissance de nouveaux risques.

Nous pensons que le syndicalisme a une responsabilité essentielle pour faire avancer la régulation du progrès technique. En interne dans le monde du travail, et en externe au plan

**Il n'y a pas de maîtrise possible du progrès technique dans une société où les multinationales dominent le monde de l'innovation sans une vraie transparence.**

### Article de la Constitution sur le principe de précaution

**Article 5.** - Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage.

de l'environnement. La mise en œuvre de la responsabilité sociale des entreprises, qui met en mouvement les différentes parties de l'entreprise dans le cadre d'une confrontation des intérêts, doit permettre de prendre à bras le corps l'innovation dans tous ses aspects : celui du bond technologique, de l'organisation du travail afin de favoriser les transitions professionnelles.

Il faut aussi confronter notre conception du progrès avec la notion de croissance. Depuis des années nous mettons en évidence les limites de la mesure de la croissance. La commission Stiglitz-Sen<sup>2</sup> a ouvert des pistes pour débusquer ce qui, dans la mesure actuelle de la croissance, recouvre, en fait, des destructions. Plus fondamentalement, il s'agit de parvenir à une mesure qui intègre le bien-être humain. Soulignons le travail important résumé dans le rapport du CESE porté par Philippe le Clézio, secrétaire confédéral, en mai 2009 sur les indicateurs de développement durable et l'empreinte écologique<sup>3</sup>.

À l'heure où nous attendons que le débat dans les instances internationales permette un engagement en faveur du développement durable à l'échelle planétaire, la question des indicateurs est incontournable. Il faudrait que les approches diverses et parfois contradictoires débouchent sur un consensus. Le développement durable ne se limite pas à «verdir» l'économie ou les emplois.

Les nanotechnologies sont certainement au cœur d'une partie des innovations de demain. De nouveaux espaces de bien-être, dans la santé notamment, sont possibles. Des utilisations dans le domaine de l'environnement, de la dépollution sont accessibles.

Ne pas se priver d'innovations prometteuses capables de répondre aux défis que nous devons affronter tout en assurant la protection de la santé des salariés et des consommateurs à court et à long terme... Voilà l'enjeu d'un débat difficile, mais passionnant. ■

2> Rapport de la Commission sur la mesure de la performance économique et du progrès social, septembre 2009. [http://www.stiglitz-senfitoussi.fr/documents/rapport\\_francais.pdf](http://www.stiglitz-senfitoussi.fr/documents/rapport_francais.pdf)

3> P. Le Clézio, *Les Indicateurs du développement durable et l'empreinte écologique*, avis du CESE, mai 2009. <http://www.conseil-economique-et-social.fr/presidence/publication/PU09-338.pdf>

# Il est temps que le débat s'engage

**Force de progrès technologique mais aussi source de risques professionnels et autres, les nanotechnologies présentent une ambivalence. C'est pourquoi la CFDT exige que leur développement soit accompagné de régulation et d'information, notamment pour la santé des travailleurs, les citoyens et les consommateurs.**

**Cahier d'acteur  
de la CFDT.**

**L**a CFDT, qui a su discuter très précocement des «dégâts du progrès» et de la gestion des risques, apprécie l'organisation de ce débat public. Les nanotechnologies sont, comme toutes les techniques, ambivalentes : porteuses de progrès mais aussi d'inquiétudes, voire de destructions.

La CFDT s'inscrit dans le soutien à l'innovation, au développement régulé à l'échelle européenne des systèmes de recherche publics et industriels, à la création de nouveaux espaces de dialogue entre scientifiques de bonne volonté et citoyens de bonne foi, à l'invention de nouvelles formes de discussion des connaissances bien au-delà des seuls cénacles de spécialistes.

## **La singularité du débat sur les nanotechnologies**

Les nanotechnologies sont banalisées, présentes depuis plus d'une décennie dans les industries de pointe (aéronautique, nouveaux médicaments, nouveaux matériaux en chirurgie de réparation, nouveaux outils de communication) et dans la vie quotidienne (pneus à longue durée de vie, peintures, cosmétiques, textiles pour l'habillement, puces des téléphones portables). Elles présentent un potentiel considérable de développement et d'applications dans des champs déterminants pour la compétitivité des acteurs

économiques et pour l'amélioration de « biens sociaux » comme la santé et l'environnement.

Malgré cette perception neutre ou positive des nanotechnologies et de leurs produits dérivés, des interrogations ont émergé à posteriori au sein des filières productrices et utilisatrices, concernant la santé des travailleurs en contact avec les nanoparticules, et le souci des contaminations environnementales, porté par le Grenelle de l'environnement, s'est généralisé.

Se sont greffées aussi des interrogations plus culturelles et sociétales : d'une part sur l'essence même ou la légitimité des nanosciences, qui manipulent et créent des entités à l'échelle des constituants fonctionnels du vivant ; d'autre part sur les possibilités d'applications subreptices en contradiction avec le respect des libertés fondamentales, à l'insu des utilisateurs.

## Les attentes de la CFDT en matière de développement et de régulation des nanotechnologies

**Préserver la santé des travailleurs.** Après le scandale de l'amiante, qui a fait des milliers de morts, la CFDT n'accepte pas que des produits soient fabriqués et manipulés sans connaître leurs effets potentiels sur la santé humaine et l'environnement : l'identification et l'évaluation des risques doivent être opérées bien avant le passage à la fabrication industrielle.

La loi du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (article 42) rappelle l'information due aux salariés en matière de nanotechnologies et la nécessité de l'améliorer. L'article 39 propose l'expérimentation concertée avec les partenaires sociaux de dispositifs assurant un meilleur suivi des expositions professionnelles aux substances nocives. La CFDT propose une traduction concrète de ces intentions :

- les travailleurs et les représentants du personnel doivent être informés, formés et responsabilisés dans l'évaluation des risques et les mesures de prévention spécifiques aux nanoparticules (suivi des expositions poste par poste) ;
- les intérimaires et les sous-traitants doivent bénéficier des mêmes dispositions. L'exposition aux nanoparticules doit faire intégrer le dispositif de traçabilité des expositions professionnelles tout au long de la carrière professionnelle des salariés à l'instar des CMR (substances cancérigènes et/ou mutagènes et/ou toxiques pour la reproduction) et des produits phytosanitaires ;
- les nanomatériaux passent d'entreprise en entreprise tout au long de la fabrication et de la distribution du produit final : tous les salariés des entreprises concernées doivent être informés et consultés au niveau des CHSCT. Dans l'attente de techniques de détection permettant la traçabilité des

**Malgré une perception neutre des nanotechnologies, des interrogations ont émergé au sein des filières utilisatrices, concernant la santé des travailleurs en contact avec les nanoparticules, et le souci des contaminations environnementales s'est généralisé.**

nanomatériaux, qui doivent faire l'objet d'une recherche immédiate, seule la déclaration obligatoire prévue auprès de l'autorité administrative pourra garantir la continuité de la chaîne d'information entre les différents acteurs économiques et leurs salariés. Cette déclaration doit donc être notifiée d'entreprise productrice à entreprise utilisatrice.

**Appliquer la réglementation Reach aux nanoparticules et nanomatériaux.** La CFDT soutient la résolution de la CES (Confédération européenne des syndicats) sur les nanotechnologies et les nanomatériaux (25 juin 2008). Elle revendique l'extension et l'adaptation des dispositions du règlement européen Reach (Enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques) aux nanoparticules.

L'accord réalisé autour de Reach au niveau européen peut grandement faciliter une réglementation européenne sur les nanomatériaux.

**Investir dans une recherche visant autant l'action que la régulation.** *Pour construire l'expertise publique.* L'expertise est d'abord chez ceux qui sont praticiens des nanotechnologies, publics et industriels. Laisser le champ du développement des nanotechnologies à l'industrie seule, et confiner la recherche publique à un rôle de commentateur ou de lanceur d'alerte sur ce que les autres font serait reproduire la situation développée autour des PGM (plantes génétiquement modifiées), source du retard peut-être irrattrapable que nous connaissons.

**La CFDT demande que tout projet nanotechnologique comporte un volet sur la sécurité et une section « pédagogique » expliquant l'intérêt de cette recherche et de son respect des préoccupations éthiques et environnementales.**

La communauté scientifique publique doit pouvoir conjuguer des recherches pour l'action (s'impliquer dans l'invention de nouvelles entités nanoparticulaires, en comprendre les propriétés, etc.) et la mise à disposition de la société d'une information accessible, notamment sur les aspects de sécurité pour la santé humaine et environnementale. Les experts publics, après déclaration d'intérêt, et dans le respect du secret industriel, peuvent assumer ce rôle avec la confiance de tous.

La CFDT demande que tout projet nanotechnologique, industriel ou académique, soutenu par les agences de financement françaises, comporte non seulement un volet sur la sécurité et les conséquences économiques de l'innovation, mais aussi une section « pédagogique » proposant l'explication au public de l'intérêt de cette recherche et de son respect des préoccupations éthiques et environnementales.

*Pour assurer une bonne synergie transdisciplinaire, préalable à une « nanotoxicologie ».* Le champ des nanosciences doit être défini au-delà de la seule référence à la taille physique des nanoparticules, vision restrictive qui induit des recherches en termes de sécurité essentiellement appuyées sur la physique. Une synergie transdisciplinaire faisant appel aussi bien à la chimie qu'à la biologie structurale ou cellulaire, à la virologie structurale ou à la biologie des membranes, permettra de mettre au point des modèles

prédictifs des modes d'impact des nanoparticules sur le vivant, favorables ou dangereux.

La mise au point de modèles toxicologiques fiables et standardisés adaptés aux nanoparticules exige le dialogue interdisciplinaire. La CFDT demande que les agences de financement soient exigeantes voire contraignantes sur le dialogue entre disciplines (y compris sciences humaines) autour des nanotechnologies.

**Rénover la pédagogie à l'égard des citoyens et des consommateurs.** Si l'on veut éviter que les nanotechnologies aient à réaliser une «reconquête de l'opinion», le devenir des nanoparticules tout au long du cycle de fabrication et d'utilisation des produits (jusqu'à leur élimination comme déchets) doit être expliqué : les formes libres sont-elles seules actives sur la santé humaine, l'environnement ? Lorsque les nanoparticules sont intégrées à une matrice (pneu, vernis), leur réactivité spécifique est-elle confinée définitivement, ou peut-elle «s'échapper» par usure, travail ou destruction ultime du matériau ? Ces questions ont un enjeu fondamental (comprendre comment l'incorporation de nanoparticules confère des propriétés nouvelles à un matériau composite), mais aussi appliqué (durabilité d'un matériau, mesures de sécurité à anticiper, traçabilité des nanoparticules) et enfin pédagogique : elles sont au cœur des inquiétudes des non-spécialistes, auxquelles il faut répondre en termes compréhensibles.

Des métiers transversaux de «passeurs de connaissances» en direction de tous les publics (adultes et scolaires) pourraient être créés, assurant un débouché à des doctorants et popularisant le travail de régulation de développement de la connaissance des agences et des organismes spécialisés (Afssa, Afssaps, Afsset, Ineris, INRS<sup>1</sup>).

On peut imaginer déléguer cette mission en partie à une haute autorité nouvelle ; mais le CSRT (Conseil supérieur de la recherche et de la technologie) d'une part, le Haut Comité des biotechnologies d'autre part (qui examinera les nanobiotechnologies), tous deux associant la société civile, tous deux ayant vocation de communication à l'égard des parlementaires et des citoyens, pourraient peut-être y veiller de concert ?

**Agir en cohérence européenne.** La CES, les organisations de consommateurs par leur position unifiée, plusieurs ONG, ont montré leur capacité à construire des consensus au niveau européen. Il serait impensable, autant au plan technique (les produits circulent librement en Europe) qu'au plan politique, que les salariés et les citoyens soient en avance dans cette aspiration à une régulation européenne sur des gouvernants protectionnistes, des entreprises timorées ou une Commission qui ne semble plus porter de projet européen. La CFDT, avec la CES, fera tout pour forcer à une régulation européenne des nanotechnologies.

1 > Afssa : Agence française de sécurité sanitaire des aliments.  
Afssaps : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.  
Afsset : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement.  
Ineris : Institut national de l'environnement industriel et des risques.  
INRS : Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

**La CFDT  
demande que  
les agences  
de financement soient  
exigeantes voire  
contraignantes  
sur le dialogue  
entre disciplines  
(y compris sciences  
humaines)  
autour des  
nanotechnologies.**

**En appeler à la responsabilité sociale et environnementale des entreprises.** C'est la pierre de touche de la préoccupation du développement durable au sein des entreprises, comme vis-à-vis de leurs partenaires. La RSE appelle une révision des priorités stratégiques: en comparaison des investissements financiers consacrés à la recherche et au développement commercial des produits, les efforts destinés à la prévention et aux études de risque doivent être accentués et intégrés par anticipation à la stratégie d'innovation des entreprises, ou contractualisés avec des organismes compétents.

**Bien soupeser l'impact des nanotechnologies sur la compétitivité des entreprises, les créations d'emplois, les nouvelles qualifications.** Les nanotechnologies sont l'objet d'une intense compétition internationale et peuvent être motrices pour la compétitivité et l'indépendance technologique. Les évaluations en termes d'emplois futurs sont pour l'instant incertaines. Ces deux aspects méritent un vrai travail de modélisation, et donc de recherche. Les nanotechnologies ne doivent pas être un miroir aux alouettes comme les biotechnologies, faute d'engagement des entreprises.

### **Gérer aujourd'hui le futur: que chacun assume ses responsabilités**

Que les politiques s'assurent que les règlements, en cohérence européenne, sont suffisamment explicites et solides pour garantir la protection de la nature, de l'environnement et de la santé, et qu'ils ne se dérobent pas à cette obligation en flattant les idéologies anti-science. Que les «sachants» soient ouverts à la discussion critique des nouvelles échelles de la connaissance par les citoyens et qu'ils s'investissent dans une reformulation accessible à tous de leurs projets et résultats. Que les acteurs économiques osent le pari technologique, plus porteur d'avenir que les jeux financiers. Que les salariés, utilisateurs premiers et porteurs des nouveaux savoirs, soient pleinement acteurs de la responsabilité sociale et environnementale des entreprises.

La CFDT est prête à participer, à tous les niveaux, aux processus délibératifs et décisionnels concernant les grands défis posés par les nanotechnologies. ■

# Nanotechnologies, des enjeux économiques considérables

**Le Medef apprécie le rôle moteur que peuvent jouer les nanotechnologies pour la compétitivité économique de la France. Il s'exprime aussi sur une amélioration de la gouvernance et de la prise en compte de la dimension sanitaire et environnementale.**

**Cahier d'acteur  
du Medef\*.**

**L**e développement des nanotechnologies est porteur de nombreux progrès dans de multiples domaines touchant notre santé (prévenir, diagnostiquer et traiter certaines maladies), notre vie quotidienne et la protection de l'environnement (réduction des émissions polluantes).

Pour préparer l'avenir, toutes les nations industrielles sont engagées dans un effort soutenu de recherche et développement. Cette dynamique concerne surtout les États-Unis, l'Asie ainsi que l'Europe au sein de laquelle la France joue un rôle leader dans les secteurs de l'imagerie médicale, de l'électronique et de la cosmétique.

La France veille naturellement à intensifier ses efforts dans le cadre d'un réseau international de pôles de recherche.

Enjeu capital pour la compétitivité économique de la France, les nanotechnologies connaissent un développement très rapide dans un contexte marqué par un certain nombre d'interrogations des parties prenantes, ce qui conduit le Medef à s'exprimer sur les thèmes suivants :

- nanotechnologies et dimension sanitaire et environnementale : s'entourer des conditions de sécurité optimales ;
- nanotechnologies et gouvernance : des mesures à renforcer.

1> INRS: Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.  
Afsset: Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.

2> Le Concours médical 2008; 130: 951-953.

## Nanotechnologies et dimension sanitaire et environnementale: s'entourer des conditions de sécurité optimales

Le Medef considère que la question des impacts sanitaires et environnementaux est essentielle et doit être examinée à la lumière conjointe des données scientifiques et de l'analyse des bénéfices attendus, afin de poursuivre dans des conditions de sécurité optimales le développement des nanotechnologies. Le Medef, n'ayant pas de compétence scientifique spécifique, s'appuie sur les synthèses réalisées par les organismes scientifiques nationaux (notamment INRS et Afsset<sup>1</sup>) ou internationaux reconnus et sur l'expertise des entreprises.

Les impacts sanitaires et environnementaux de plusieurs matériaux nanostructurés (d'une dimension supérieure à 100 nanomètres) mis sur le marché depuis très longtemps à des tonnages très significatifs (silice précipitée, dioxyde de titane, argile...) ont fait l'objet d'évaluations précises. Le recul dont nous disposons par rapport à leurs utilisations montre à ce jour l'absence d'effets observables alors que leur bénéfice pour la protection de la santé du consommateur ou de l'environnement apparaît incontestable.

**L'inhalation semble constituer une voie importante d'exposition aux nano-objets et notamment aux nanoparticules et aux nanofibres. Ces dernières, une fois inhalées, peuvent se déposer dans les différentes régions de l'arbre respiratoire.**

Le Medef prend acte qu'à ce jour, «le risque chez l'homme demeure incertain<sup>2</sup>» car peu de connaissances disponibles en matière de toxicité et d'écotoxicité des nano-objets (d'une dimension inférieure à 100 nanomètres) permettent d'explorer les spécificités de ces nanomatériaux. La plupart des données proviennent d'études expérimentales *in vitro* ou *in vivo* chez l'animal dont les protocoles doivent être adaptés aux substances à l'état nanoparticulaire. Il apparaît que les substances de taille nanométrique peuvent présenter une toxicité différente de celle des mêmes substances sous forme micro ou macroscopique.

Selon les produits et leur forme, les conditions d'utilisation industrielles et professionnelles et l'usage par le consommateur, les voies d'exposition sont très variables. L'inhalation semble constituer une voie importante d'exposition aux nano-objets et notamment aux nanoparticules et aux nanofibres. Ces dernières, une fois inhalées, peuvent se déposer dans les différentes régions de l'arbre respiratoire. Ce dépôt varie notamment en fonction de la substance, de son diamètre, des degrés d'agrégation et d'agglomération ainsi que de son comportement dans l'air. Les nano-objets peuvent également se retrouver dans le système gastro-intestinal après avoir été ingérés. Des études expérimentales chez l'animal montrent que certains nano-objets inhalés ou ingérés peuvent être capables, du fait de leur taille, de

### \* Le Medef

Le Mouvement des entreprises de France, Medef, est le premier réseau d'entrepreneurs de France. Il représente 750 000 entreprises de toutes tailles et de tous secteurs: industrie, commerce, services.

Deux réseaux complémentaires assurent sa représentativité:

- le réseau des métiers avec ses 80 fédérations professionnelles;
- le réseau territorial avec les 148 Medef territoriaux.

Le Medef, acteur du développement durable, est le porte-parole des entreprises.

franchir différentes barrières biologiques et de migrer vers différents organes. La pénétration transcutanée des nano-objets est une hypothèse encore à l'étude pour la plupart d'entre eux. Il est cependant établi que le dioxyde de titane ne franchit pas la barrière cutanée saine.

La question des impacts sanitaires et environnementaux reste encore empreinte d'incertitude scientifique. Le Medef estime que les recherches doivent être poursuivies pour améliorer la connaissance sur ces sujets. Les entreprises qui veulent innover en utilisant les nanotechnologies doivent prendre les mesures de prévention et de précaution qui intègrent le niveau d'incertitude des connaissances. Cette approche n'est pas spécifique aux nano-objets mais s'applique à toute technique nouvelle dont on ne connaît pas nécessairement l'ensemble des impacts éventuels au moment de son développement. Les mesures de protection prennent notamment en compte le niveau de danger. L'utilisation des substances à l'état nanoparticulaire conduit à mettre en place des moyens de protection collectifs et individuels adaptés, par exemple le confinement en milieu industriel. Les substances à l'état nanoparticulaire pour lesquelles les données toxicologiques sont manquantes ou lacunaires, doivent être considérées à défaut comme présentant un haut niveau de danger.

Les entreprises doivent fournir à leur personnel, à leurs clients et aux consommateurs une information adaptée, loyale et régulièrement actualisée sur les substances utilisées à l'état nanoparticulaire. De plus, de manière à recueillir des informations à posteriori (après la mise sur le marché), la traçabilité des expositions professionnelles et l'ensemble des vigilances portant sur les produits de consommation doivent être mieux formalisés. Cette indispensable vigilance est d'autant plus importante que l'application des nanotechnologies à la science et notamment à la médecine ouvre des champs particulièrement prometteurs pour la santé (prévention, diagnostic, thérapeutique...).

Les entreprises concernées travaillent sur ces questions, notamment au sein de leur organisation professionnelle (élaboration de lignes directrices...) et sont prêtes à collaborer avec les pouvoirs publics.

## Nanotechnologies et gouvernance: des mesures à renforcer

Pour répondre au déficit ou aux insuffisances de connaissances scientifiques et techniques, il est nécessaire d'approfondir les recherches, en particulier sur les méthodes d'essai et d'évaluation des risques et les techniques analytiques de mesure, l'acquisition

### À chaque substance, une propriété toxicologique

Il n'est pas envisageable de considérer les substances concernées comme formant un groupe ayant les mêmes propriétés toxicologiques ou écotoxicologiques; ainsi, chacune d'entre elles, dans le contexte de son cycle de vie, constitue un cas particulier en ce qui concerne ses effets potentiels sur la santé et l'environnement.

**Après la mise sur le marché, la traçabilité des expositions professionnelles et l'ensemble des vigilances portant sur les produits de consommation doivent être mieux formalisés.**

### Analyse et évaluation des risques

Les entreprises fabriquant, important ou utilisant des substances à l'état nanoparticulaire analysent puis évaluent les risques lors de l'utilisation des substances tout au long de leur cycle de vie, y compris les déchets résultant des activités industrielles et les produits en fin de vie.

de données sur les effets (éco)toxicologiques et sur les utilisations et expositions, la caractérisation des « nanos », la mise au point de normes et d'une classification cohérentes.

Dans ce contexte évolutif, le Medef estime que l'une des réponses les plus appropriées consiste à renforcer les mesures de gouvernance, dont les principales sont les suivantes :

**Prévention et précaution.** La mise en œuvre de substances ayant fait l'objet d'une évaluation complète des risques conduit à déployer des mesures de prévention graduelles. Si tous les risques ne peuvent être totalement évalués compte tenu des incertitudes scientifiques, l'application du principe de précaution conduit à proposer des mesures proportionnées de maîtrise des risques prenant en compte l'incertitude de l'évaluation.

**Le Medef constate que malgré un très important effort des États et des industriels, l'harmonisation des nomenclatures et des définitions n'est toujours pas actée. Celle-ci doit être réalisée au niveau international.**

**Cadre réglementaire.** Le Medef estime que le cadre réglementaire existant est très complet. Il oblige les entreprises à évaluer, à mettre en place des mesures de maîtrise des risques et à organiser la communication d'informations dans la chaîne de distribution des produits.

Les législations européennes et nationales embrassent globalement la question des « nanos » par les réglementations « Environnement » (IPPC, Seveso II, Directive cadre sur l'eau, Directive cadre sur les déchets), « Santé et sécurité au travail » (Directive agents chimiques...), « Produits » (Reach, réglementations « sectorielles », sécurité générale des produits).

En outre, il existe des dispositions réglementaires spécifiques relatives aux « nanos » dans les nouveaux règlements cosmétiques et nouveaux aliments.

Le Medef est cependant favorable à une évaluation précise de la portée des réglementations européennes et nationales existantes relatives à l'utilisation des nanos et à des ajustements si des insuffisances pouvant avoir des conséquences en matière de protection de la santé ou de l'environnement sont mises en évidence. Dans cette hypothèse, le Medef considère que les réglementations sectorielles sont plus appropriées pour accueillir des dispositions particulières aux nanos que les réglementations « génériques », car les caractéristiques des marchés et des substances l'emportent sur des critères plus généraux.

**Cadre normatif.** Le Medef constate que malgré un très important effort des États et des industriels, l'harmonisation des nomenclatures et des définitions n'est toujours pas actée. Celle-ci doit être réalisée au niveau international.

**Approche volontariste des acteurs économiques.** L'approche réglementaire et normative peut être utilement complétée par des approches

volontaristes développées par des fédérations professionnelles ou par des entreprises. Les fédérations professionnelles développent des guides techniques comportant des préconisations en matière de protection de la santé et de l'environnement.

### **Assurer la transparence pour un développement serein.**

*Information du public.* L'État doit, par le biais des agences compétentes, mettre à disposition du public des informations scientifiquement validées et mises à jour régulièrement. Il doit également veiller à équilibrer son discours en abordant systématiquement les bénéfices apportés par les nanotechnologies en regard des risques.

*Communication vis-à-vis du grand public.* Dès lors qu'une application concernant le public peut conduire à une exposition à des nano-objets, il est légitime que le consommateur reçoive une information appropriée par le truchement des moyens existants de communication (étiquetage, consignes de prudence, notice, composition...). À ce titre le dispositif de déclaration par les acteurs économiques auprès d'une autorité compétente constitue une réponse de premier niveau en vue de l'information des consommateurs.

*Communication dans la chaîne d'approvisionnement.* S'agissant de technologies nouvelles dont les impacts ne sont pas intégralement appréhendés, il est nécessaire que la communication dans la chaîne de distribution des produits permette à chaque maillon de la filière d'appréhender les risques et d'en informer son personnel et ses clients.

Le Medef est favorable à un recensement précis des filières de production, d'utilisation, et d'élimination des nanoparticules, de leur potentiel de développement. Il faut également identifier les flux de nanoparticules manufacturées, et les formes sous lesquelles elles sont conditionnées, transportées et mises en œuvre. Les filières de recyclage et d'élimination devraient également être recensées.

**Le Medef  
est favorable  
à un recensement  
précis des filières  
de production,  
d'utilisation,  
et d'élimination  
des nanoparticules,  
de leur potentiel  
de développement.**

*Protection des données.* Le développement des nanotechnologies conduit à une compétition mondiale sans précédent. Il est important que les services de l'État prennent en compte le caractère confidentiel de certaines informations et assurent la protection des données qui leur sont transmises par les acteurs économiques.

**Surveillance du marché.** Une réglementation efficace ne peut se concevoir sans un contrôle rigoureux et ciblé du marché visant aussi bien les productions intra-communautaires que les importations.

**Gouvernance de la recherche.** Le Medef estime que la gouvernance de la recherche doit être améliorée pour que la France conserve une place de choix dans la recherche et le développement des nanotechnologies. Comme pour toute expertise scientifique, l'État doit veiller à

### Cadre européen et international

L'utilisation des nanomatériaux répond à des enjeux de dimension internationale, les initiatives prises par la France, qui vont dans le sens d'une meilleure prévention et d'une information du public, doivent être portées au minimum au niveau européen, voire au niveau international.

garantir leur qualité ; cela est particulièrement vrai pour les domaines où les connaissances sont extrêmement évolutives. L'expertise doit être plurielle, transparente et collectivement indépendante.

Il est nécessaire pour la France de renforcer l'expertise scientifique transversale associée à des compétences mobilisant les dimensions sociales, éthiques et politiques des projets. Le déficit de connaissance doit en effet conduire à un renforcement et à une meilleure organisation de la recherche au niveau européen. Cela passe par une meilleure collaboration public/privé au moyen de structures mixtes de financement.



Le développement des nanotechnologies offre des perspectives de progrès dans les domaines de la santé, de la vie quotidienne et de la protection de l'environnement qui en font des technologies clés du XXI<sup>e</sup> siècle. Elles représentent des enjeux économiques considérables.

Leur essor rapide rend nécessaire la poursuite des travaux sur les impacts sanitaires et environnementaux afin de s'entourer des conditions de sécurité optimales. La protection de la santé des salariés, celle des consommateurs tout comme la protection de l'environnement doivent être assurées avec la plus grande rigueur et une parfaite transparence.

Le cadre de gouvernance doit répondre aux attentes des parties prenantes et :

- garantir un développement responsable dans un cadre éthique bénéfique à l'ensemble de nos concitoyens ;
- favoriser l'innovation et garantir la cohérence avec les obligations applicables dans d'autres zones géographiques afin de préserver la compétitivité des entreprises ;
- permettre des ajustements au gré de l'acquisition des connaissances et du retour d'expérience.



# L'urgence de la maîtrise des risques associés aux nanoparticules et nanomatériaux !

**À chaque étape  
du cycle de vie  
des nanoparticules  
et nanomatériaux,  
la responsabilité  
de la maîtrise  
des risques doit être  
assumée. FNE  
revendique  
dans ce sens  
un étiquetage  
de façon à ce que  
la traçabilité existe  
pour les citoyens,  
les malades,  
les consommateurs  
ou les travailleurs  
maniant  
des nanoparticules.**

**Cahier d'acteur de France  
nature environnement  
(FNE)\*.**

**L**e dossier nanotechnologies réalisé par le Réseau santé-environnement de FNE (France nature environnement) permet de comprendre ce que sont les nanoparticules manufacturées, en quoi elles sont dès à présent une réalité et pourquoi elles présentent des risques sanitaires et environnementaux particuliers. Il vous fera aussi découvrir tout notre investissement sur cette question depuis déjà plusieurs années<sup>1</sup>.

Nous avons élaboré dès janvier 2007 une plateforme dédiée aux nanomatériaux, régulièrement actualisée en fonction des évolutions technologiques, scientifiques et réglementaires, qui exprime nos attentes vis-à-vis des trois types d'acteurs : la communauté scientifique, les industriels et les décideurs politiques et administratifs de l'État français.

La première version exprimait des positions présentées officiellement en France et au Parlement européen. Les publications scientifiques depuis cette date ont validé nos hypothèses et confirmé la pertinence de nos positions. Présentée aux parties prenantes dans le cadre du Grenelle de l'environnement en 2007, la seconde version a été considérée positivement et a conduit à une évolution législative<sup>2</sup>. La troisième version intègre les publications scientifiques et les évolutions récentes, qui renforcent nos demandes ([http://www.fne.asso.fr/transfert/nanotechnologies/page\\_nano\\_a4.pdf](http://www.fne.asso.fr/transfert/nanotechnologies/page_nano_a4.pdf)). Elle reste d'actualité!

1> [www.fne.asso.fr/fr/themes/subcategory.html?cid=170](http://www.fne.asso.fr/fr/themes/subcategory.html?cid=170)

2> Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement dite Grenelle 1 – article 42 <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548&dateTexte=&categorieLien=id>

3> Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – Comité scientifique de la Commission européenne sur les risques émergents et récents pour la santé – évaluant les risques des produits issus de nanotechnologies [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/nanotechnology/nanotechnology\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/nanotechnology/nanotechnology_en.htm)

Notre communication s'articule autour des trois thèmes essentiels à la bonne gestion des risques environnementaux et sanitaires spécifiques aux nanomatériaux. Ils alimentent nos demandes aux acteurs scientifiques, industriels et institutionnels pour la mise en place d'une gouvernance adéquate.

## Pour évaluer les risques, il faut connaître ce qui est produit et commercialisé

Si les nanotechnologies suscitent une telle méfiance d'ordre toxicologique de la part de FNE, c'est que les études actuelles indiquent clairement l'existence de risques environnementaux et sanitaires, confirmée par le rapport Scenihl de la Commission européenne<sup>3</sup> du 19 janvier 2009 et surtout l'absence de possibilité d'évaluation des risques par manque d'information sur les produits commercialisés.

### La déclaration obligatoire pour identifier et réduire les risques.

Dans le cadre de la loi n° 2009-967, « l'État se donne pour objectif que, dans un délai de deux ans qui suit la promulgation de la loi, la fabrication, l'importation ou la mise sur le marché de substances à l'état nanoparticulaire ou d'organismes contenant des nanoparticules ou issues de nanotechnologies fasse l'objet d'une déclaration obligatoire, relative notamment aux quantités et aux usages, à l'autorité administrative ainsi qu'une information du public et des consommateurs ». Reste à rendre cela opérationnel!

**L'étiquetage pour prévenir le risque de consommation contre-indiquée médicalement.** FNE tient à souligner que l'absence d'étiquetage précis de produits franchissant les barrières biologiques pour atteindre organes, tissus, noyaux des cellules et interférant avec l'ADN du monde végétal et animal, est irresponsable et incompréhensible, compte

tenu des règles européennes actuelles d'étiquetage des produits quel que soit leur degré établi de dangerosité. Même les colorants figurent sur la liste des ingrédients : pourquoi pas les nanoparticules? Cet étiquetage évitera le risque de consommer des produits contre-indiqués pour des raisons médicales et les scientifiques disposeront enfin d'éléments pour estimer les expositions probables.

Sur un plan éthique, cette « démarche étiquette » paraît aussi indispensable car le droit de choisir doit pouvoir être exercé par le citoyen consommateur.

Les chiffres d'affaires générés par la commercialisation des nanoproduits permettent de mettre en place des moyens d'étiquetage

### \* France nature environnement

FNE est une fédération de plusieurs milliers d'associations de protection de l'environnement sur le territoire français, métropole et outre-mer. FNE est un mouvement de citoyens qui s'engagent, volontairement, dans une démarche d'acteurs du dialogue environnemental basée sur un ensemble de valeurs : l'intérêt général, le respect du vivant, la sobriété, l'équité, la solidarité...

Son objectif : faire en sorte que notre démocratie et notre économie soient en phase avec les limites de la planète.

57 rue Cuvier 75231 Paris Cedex 05

<http://www.fne.asso.fr>

Réseau santé-environnement de FNE

Tél. : 05 61 35 88 08 - mail : [sante-env@fne.asso.fr](mailto:sante-env@fne.asso.fr)

Pilote du Réseau santé-environnement de FNE : José Cambou.

Experte nanotechnologies pour FNE :

Dominique Proy-Huart.

satisfaisants, avec communication tant aux agences sanitaires européennes qu'au public par la mise en ligne d'informations. Un étiquetage détaillé permettra aussi aux scientifiques d'avoir une information nécessaire sur les caractéristiques des nanoproducts mis sur le marché et de compléter leurs bases de données.

Pour FNE, toute mise sur le marché européen de nanoproducts doit dans les plus brefs délais s'accompagner d'une étiquette détaillée comprenant au minimum: la taille des particules, la concentration en nanoparticules, la structure des particules et du substrat, la nanotechnologie utilisée, la classification (exemple colloïde).

Tant qu'il n'y aura pas d'étiquette claire, les débats resteront théoriques, les risques incertains et les responsabilités de chacun ne pourront pas être assumées.

FNE demande :

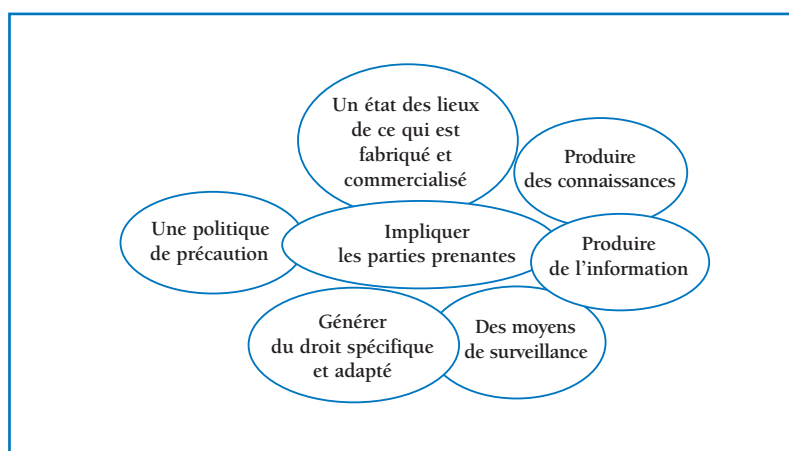
- qu'à partir de 2010, tout produit contenant des nanoparticules et commercialisé dans un circuit grand public ou professionnel (y compris sous-traitance) soit soumis à un étiquetage adapté ;
- que la déclaration produit contienne des informations les plus exhaustives possible et soit accessible sur le Net.

**FNE exige  
une étiquette détaillée  
comprenant  
au minimum: la taille  
des particules,  
la concentration  
en nanoparticules,  
la structure des particules  
et du substrat,  
la nanotechnologie  
utilisée,  
la classification.**

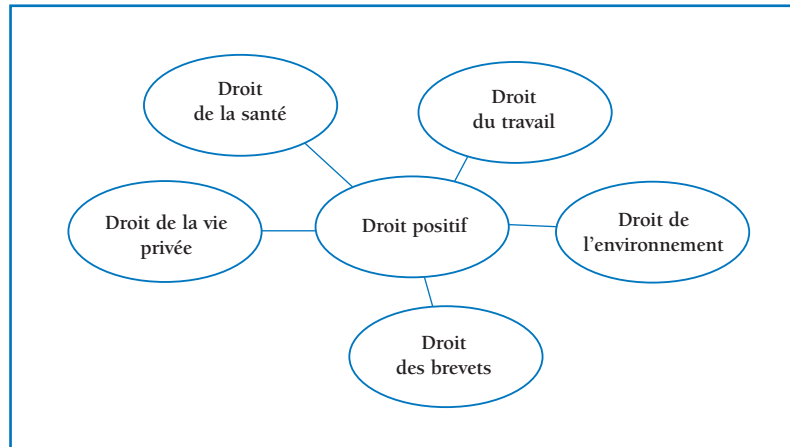
## Les risques d'exposition des salariés et la sécurité au travail sont à prendre en compte de manière urgente

En raison des dangers d'exposition des salariés, FNE demande que soit mis en œuvre rapidement un ensemble de mesures de maîtrise des risques, conformément à la loi n° 2009-967 : «L'État veillera à ce que l'information due aux salariés par les employeurs soit améliorée sur les risques et les mesures à prendre pour assurer leur protection. »

### Nos demandes



### Le pathwork juridique des nanotechnologies



**Les risques de manipulation sans information suffisante et donc le danger d'exposition par ignorance.** Les salariés des secteurs concernés, fabricants, utilisateurs de nanoparticules ou/et de nanomatériaux, réparateurs de produits et matériaux en contenant ainsi que les acteurs de traitement de déchets vont être de plus en plus nombreux dans les mois et années à venir. Ils doivent bénéficier d'un ensemble de mesures de prévention et de précaution, et en tout premier lieu, d'informations et de formations, sur les risques éventuels, sachant que les risques d'explosion de certains nanomatériaux existent.

***Les salariés des secteurs concernés, fabricants, utilisateurs de nanoparticules ou/et de nanomatériaux, réparateurs de produits et matériaux en contenant et les acteurs de traitement de déchets doivent bénéficier de mesures de prévention et de précaution.***

L'étiquetage lisible et apparent est un élément essentiel du dispositif, la traçabilité étant nécessaire à tous les stades de manipulation, de transformation, de stockage et d'élimination.

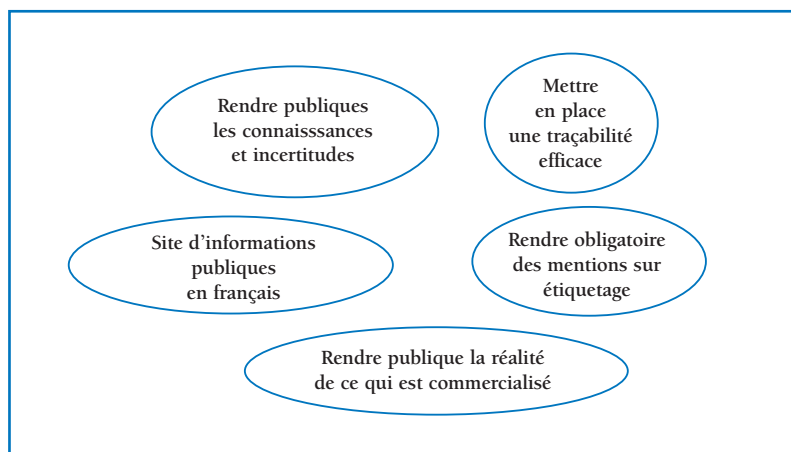
Les salariés doivent aussi bénéficier de la prise en compte de cette exposition dans le cadre de la surveillance médicale dont ils bénéficient.

Les médecins du travail doivent être formés aux risques spécifiques des nanoparticules et nanomatériaux.

Enfin, cet aspect de risques sanitaires pour les travailleurs doit être intégré, à l'échelle européenne, dans le cadre d'une surveillance sanitaire sous forme de cohorte.

**Les risques d'intervention des personnels de secours et de traitement des victimes.** Les services d'intervention d'urgence doivent être formés aux risques spécifiques des nanoparticules et nanomatériaux incluant les procédures et protections individuelles pour les sauveteurs amenés à intervenir dans des atmosphères contaminées par les nanoparticules et nanomatériaux. La liste des établissements qui utilisent ces nanos doit donc être connue des services d'intervention.

### Produire de l'information sincère



Les procédures pour les hôpitaux devant traiter les victimes soumises à des taux élevés de nanoparticules doivent être adaptées, compte tenu des symptômes spécifiques.

### Des moyens de vigilance et de surveillance, à tous les stades du cycle de vie du produit, doivent être opérants

Les dangers d'exposition sanitaires et environnementaux sont insuffisamment documentés d'où la nécessité d'une mise en place de moyens de vigilance et de surveillance, à tous les stades du cycle de vie du produit pour permettre de réduire au maximum l'exposition aux risques et de fournir aux scientifiques des éléments d'étude.

FNE demande aux autorités de mettre en place un ensemble de mesures sur les processus industriels :

- prévoir la surveillance des installations de toute nature fabriquant ou utilisant des nanoparticules par les représentants de l'État qui ont la mission de surveillance et contrôle des rejets des activités économiques ;
- mettre en place, en matière de nanoparticules, des dispositifs de surveillance de l'air ambiant et de l'air intérieur et des eaux de surface à proximité de ces installations ;
- recenser les filières de production, d'utilisation et d'élimination des nanoparticules ;
- inventorier et rendre accessible au public la liste des nanomatériaux commercialisés ou en voie de l'être de même que les produits en contenant avec leurs caractéristiques.

Il est essentiel que les déversements de nanoparticules/nanomatériaux dans les milieux (eau, air, sols) soient interdits dans les plus brefs

***Les dangers d'exposition sanitaires et environnementaux sont insuffisamment documentés, d'où la nécessité d'une mise en place de moyens de vigilance et de surveillance, à tous les stades du cycle de vie du produit.***

### Une étiquette pour la nano-éthique ou la « consomm-action »

« Des réunions officielles où les associations françaises et européennes sont conviées pour y exprimer leur point de vue sur les nanoparticules, nanotechnologies et nanosciences et leurs recommandations se multiplient depuis 2007.

Leur intérêt principal est de permettre les échanges entre les parties prenantes et d'initier un dialogue, démarche innovante par rapport à d'autres problématiques (amiante, etc.) qui n'ont été traitées que lorsque des crises graves étaient déclenchées.

Néanmoins, elles sont seulement des groupes de travail sur le monde nano où chaque partie prenante s'accorde à dire que les principes de prévention et de précaution doivent être soigneusement respectés et que davantage de recherche est indispensable; les « vraies décisions » se prennent ailleurs... à des niveaux gouvernementaux et relèvent d'une stratégie politique propre à chaque État.

En Europe, en ce qui concerne la réglementation d'étiquetage, les nanos font l'objet d'un retard inacceptable: je considère comme irresponsable de laisser commercialiser des nano-produits à usage alimentaire ou cosmétique sans étiquetage; chaque consomm-acteur doit pouvoir exercer son choix en toute connaissance de cause! »

**Dominique Proy-Huart**, experte nanotechnologies pour FNE.

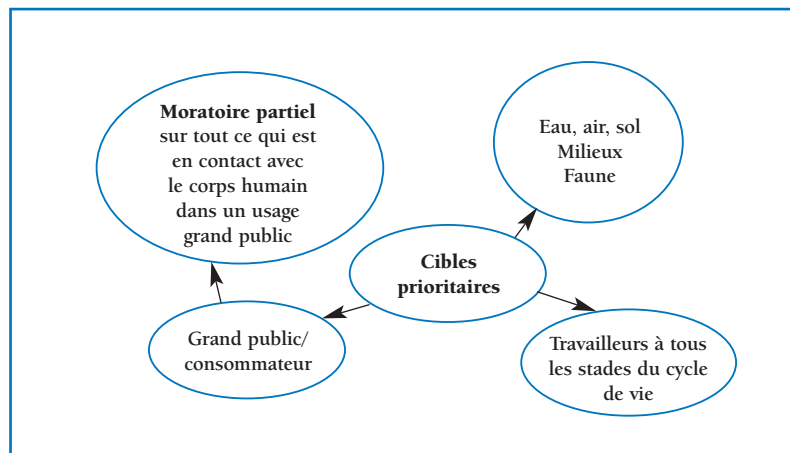
délais avant que les taux de nanoparticules ne soient suffisamment élevés pour être mesurables. FNE souligne que le but n'est pas de laisser les milieux absorber assez de nanoparticules pour servir de champs d'expérience et valider des hypothèses scientifiques.

Les retours d'expériences en qualité de l'air pour des particules de tailles supérieures montrent depuis longtemps les difficultés de dépollution auxquelles la planète est confrontée. Actuellement aucune étude de faisabilité de dépollution n'existe sur les nanoparticules et encore moins sur les coûts.

FNE demande que les productions soient développées en intégrant la notion de risques et que l'Union européenne rende obligatoires :

- sur site industriel, des instruments de mesure adaptés indiquant la présence et la concentration en nanoparticules, pour savoir dans quelles conditions une intervention d'urgence doit être déclenchée ;
- la mise en place des modes de gestion des résidus et rejets de production afin d'exclure toute dispersion de nanoparticules dans les milieux ;
- l'accompagnement de tout programme de développement de nouveaux produits de tests portant sur leur innocuité, notamment par des tests sur cellules, la communauté internationale mettant en doute l'intérêt de tests systématiques sur animaux.

### Développer une politique efficace de précaution



Il est urgent que des moyens financiers suffisants, cohérents avec les investissements industriels, soient consacrés à la prévention des risques y compris transgénérationnels dus aux nanoparticules et nanomatériaux. Un plan d'action ambitieux ne sera envisageable qu'avec des recommandations fortes sur les points soulignés par FNE.



Certes, si FNE formule des demandes aux scientifiques et aux industriels (cf. notre plateforme), elle attend des pouvoirs publics (décideurs politiques et administratifs de l'État français) qu'ils fassent en sorte de favoriser l'amélioration des connaissances ainsi qu'une information sincère du grand public, qu'ils élaborent une réglementation efficace, qu'ils mettent en place des moyens de vigilance et de surveillance et une gouvernance adaptée à ces domaines de forte incertitude où des procédés itératifs de gestion doivent être mis en œuvre.

FNE insiste sur deux points très importants :

- un ensemble de valeurs doit être mis au cœur du débat et pas uniquement celles de la compétitivité et de l'importance des marchés ;
- l'objectif partagé doit être de prendre des décisions économiquement, écologiquement et sociologiquement acceptables.

Les objectifs de FNE sont clairs :

- faire mettre en place rapidement une politique efficace de précaution et prévention ;
- obtenir qu'un recensement régulièrement actualisé sur les nanos fabriqués et commercialisés soit disponible ;
- prendre des mesures adaptées en fonction des usages, des expositions, des risques sanitaires et environnementaux ;
- produire des connaissances scientifiques pour mieux cerner dangers et risques et les rendre publiques ;
- impliquer les parties prenantes et notamment les associations de protection de l'environnement.

Les nanotechnologies sont une illustration des TEPPR (technologies émergentes potentiellement porteuses de risque) et justifient l'urgence d'un moratoire partiel sur les nano-objets à usage non médical et en contact, dans leur usage normal, grand public, avec le corps humain : produits alimentaires, emballages alimentaires, cosmétiques, produits bronzants, vêtements... Il est urgent d'avoir des précisions sur les risques sanitaires potentiels de ces produits déjà disponibles. Un risque faible par individu, mais réel, induirait un véritable problème de santé à l'échelle de la population. ■

***Un ensemble de valeurs doit être mis au cœur du débat et pas uniquement celles de la compétitivité et de l'importance des marchés. Il importe de prendre des décisions économiquement, écologiquement et sociologiquement acceptables.***

## Repères

### Biblio

H. ARRIBART,  
**Nanosciences, nanotechnologies,**  
Lavoisier, 2004.

S. BALIBAR,  
**La Pomme et l'atome : douze histoires de physique contemporaine,**  
Odile Jacob, 2005.

F. BALIBAR, J.-M. LÉVY-LEBLOND, R. LEHOUCQ,  
**Qu'est-ce que la matière ?**  
Le Pommier/Cité des Sciences et de l'Industrie, 2005.

E. DREXLER,  
**Engins de création, l'avènement des nanotechnologies,**  
Vuibert, 2005.

P. JENSEN,  
**Des atomes dans mon café crème : la physique peut-elle tout expliquer ?**  
Points-Sciences, 2004.

C. JOACHIM, L. PLÉVERT,  
**Nanosciences, la révolution invisible,**  
Le Seuil, 2008.

M. LAHMONI, C. DUPAS, P. HOUDY (DIR.),  
**Les Nanosciences. Nanotechnologies et nanophysique,**  
Belin, 2004.

L. LAURENT, J.-C. PETIT,  
**Les Nanotechnologies doivent-elles nous faire peur ?,**  
Le Pommier, 2005.

MINISTÈRE DÉLÉGUÉ À LA RECHERCHE ET AUX NOUVELLES TECHNOLOGIES,  
**À la découverte du nanomonde,**  
2002.

R. MORET,  
**Nanomonde : des nanosciences aux nanotechnologies,**  
CNRS Éditions, 2006.

A. OBADIA,  
**Les Nanotechnologies,**  
Rapport du Conseil économique et social, 2008.