

# Nanotechnologies : entre utile et futile...

Gérald HAYOTTE

**Les nanotechnologies suscitent un immense intérêt et déchainent les passions : les uns ne jurent que par elles, au nom d'une « nouvelle humanité » ; les autres y voient tous les méfaits d'une science incontrôlée. Entre les deux, entre « modernité et inquiétudes », le mouvement syndical pose le principe de précaution, en l'occurrence un principe durable qui prenne en considération, dans une approche globale, les enjeux économiques, environnementaux et sociaux !**

Lorsque, dans les années 1960, le physicien Richard Feynman, prix Nobel de physique, se demanda jusqu'où pouvait aller la miniaturisation contrôlée de la matière, les réponses qu'il esquissa posèrent les bases de ce qu'allait devenir, quelques vingt années plus tard, la nanotechnologie moléculaire<sup>1</sup>. En 1980, le microscope à effet tunnel qui permettait l'observation à l'échelle de l'atome (0,1nm) ouvrait définitivement la porte de l'infiniment petit...

Depuis, la recherche a fait son chemin, laissant entrevoir d'impressionnantes perspectives dans différents domaines, entre autre celui de la médecine, de la réparation active de lésions, de l'amélioration des tissus, voire de l'augmentation des capacités du cerveau..., une des retombées espérées étant une augmentation de la durée de vie dans un état de jeunesse préservé. L'exemple médical est sans doute celui qui marque le plus les esprits, alors que de nombreux domaines sont concernés, ce qui permet d'affirmer que nous sommes indéniablement là, face à une révolution technologique sans commune mesure avec ce que nous avons vécu jusqu'alors ! Et cela amène à se poser la question de savoir si le XXI<sup>ème</sup> siècle sera celui de la révolution « de la matière à l'échelle du milliardième de mètre » ; autrement dit, la révolution des nanosciences.

En 1974, le Professeur Norio Taniguchi de la Tokyo Science University a évoqué le terme nanotechnologie<sup>2</sup>. Il l'a défini comme une technologie de traitement, de séparation, de renforcement et de déformation des matériaux par un atome ou une molécule. Il n'y a pas de définition précise attribuée aux mots liés au domaine des nanotechnologies. Plusieurs comités techniques de l'organisation internationale de normalisation (ISO) ont travaillé à l'élaboration de définitions dont il ressort notamment que la nanotechnologie peut-être définie comme la conception, la caractérisation, la production et la mise en œuvre de structures, de dispositifs et de systèmes par un contrôle de leur forme et de leur taille à une échelle nanométrique.

En octobre 2011, la Commission Européenne a recommandé de définir le nanomatériau comme étant un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50% des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre un nanomètre et cent nanomètres. Une révision de cette définition est prévue à la fin de l'année 2014<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Introduction à la nanotechnologie moléculaire. Frederic Levy. <http://www.spirtech.com/flv/nano/>

<sup>2</sup> The history of nanotechnology. <http://www.nanoproducts.de/index.php?mp=info&file=nanotechnologie&language=eng>

<sup>3</sup> Journal Officiel de l'Union Européenne. Recommandation du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux. 2011/696/UE. Bruxelles, 18 octobre 2011.

Les Etats ont bien mesuré les enjeux que représentent ces nanotechnologies : En 2001, la *National Science Foundation* américaine avait évalué que le marché mondial était de l'ordre de 40 milliards d'euros et serait de 1000 milliards en 2015. Certaines études font état de prédictions, à l'horizon 2015, de 3100 milliards de dollars<sup>4</sup>. D'autres avancent des chiffres moins conséquents : 1000 milliards de dollars à cette même échéance. D'autres enfin, comme l'OCDE, présentent un marché qui se situerait dans une fourchette peu précise allant de 150 à 3100 milliards dans les années à venir et générant quelques 2 millions d'emplois nouveaux<sup>5</sup>.

Aux Etats-Unis, le Fonds Fédéral a engagé 1,5 milliard de dollars en 2009 ; l'Union Européenne, dans son 7<sup>ème</sup> PCRD (2007-2013), a, quant à elle, investi 3,5 milliards d'euros... En ce qui concerne la Chine, les investissements dans le domaine auraient dépassé ceux des Etats-Unis en 2011<sup>6</sup>.

Sans que l'on y prenne garde, les nanomatériaux ont, depuis une vingtaine d'années, envahi notre quotidien ! Les secteurs les plus concernés par ces nanoproduits sont la cosmétique, l'habillement, le sport, mais aussi la construction, l'électronique, l'automobile, l'alimentation, l'armement... Si les Etats-Unis sont les premiers fabricants de nanoproduits, l'Europe n'est pas en reste... En 2010, un article du quotidien « Le Monde » faisait état de plus de 1000 produits commercialisés incluant des nanoproduits<sup>7</sup>. Malgré tout, un européen sur deux n'a jamais entendu parler de nanotechnologies<sup>8</sup>.

Si, faute de données suffisantes et d'un inventaire pertinent, il y a lieu de demeurer prudents, il faut toutefois reconnaître qu'au vu des chiffres avancés, « l'affaire n'est pas anodine » ; les nanotechnologies vont irriguer de nombreux secteurs par des applications potentielles qui iront de la nanoélectronique à la vectorisation de médicaments, en passant par la communication, l'automobile, la cosmétique, l'alimentaire... pour ne citer que ces quelques exemples

Une chose est sûre, « la nanotechnologie va bon train » et l'on peut même affirmer que la caractéristique première des nanotechnologies est la place qu'elles prennent dans tous les secteurs, qui plus est avec une rapidité stupéfiante ; le passage de la connaissance à l'application est à un tel point rapide que cela soulève nombre de questions ! Les débats français du Grenelle – et nous ne parlerons pas là des positions dogmatiques sans grand intérêt – ont mis en évidence ce questionnement et ces inquiétudes : il faut bien reconnaître que cette course en avant à la nanoscience a généré un contexte de méconnaissance et d'incertitude fort, les principales questions ayant pour objet, les incidences sur la santé des

---

<sup>4</sup> Selon la National Science Foundation américaine, le marché mondial des nanotechnologies pourrait atteindre 1 000 milliards de dollars d'ici à 2015 (contre 40 milliards de dollars en 2001).

Egalement : « ... de découverte des années 1980 à 2000, à une phase d'industrialisation et de commercialisation. Le marché mondial des nanotechnologies représentait déjà entre 30 et 40 milliards d'euros en 2001. Il est évalué, pour 2015, à 1000 milliards d'euros selon un scénario pessimiste et 2300 milliards selon un scénario optimiste ». Rapport de synthèse sur les nanotechnologies. Page 13/107.

[http://www.economie.gouv.fr/files/directions\\_services/cnc/avis/2010/140610rapport\\_nanotechnologies.pdf](http://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/cnc/avis/2010/140610rapport_nanotechnologies.pdf)

Voir également : <http://www.ineris.fr/centredoc/dossier-mag-26.pdf>

<sup>5</sup> Le nombre d'emplois dans le secteur des nanotechnologies est en augmentation. Il devrait atteindre 10 millions en 2014, soit 11 % des emplois dans l'industrie manufacturière. Disponible sur

[http://osha.europa.eu/fr/publications/outlook/te8108475enc\\_osh\\_outlook](http://osha.europa.eu/fr/publications/outlook/te8108475enc_osh_outlook)

<sup>6</sup> Cientifica Ltd (2011), Global Funding of Nanotechnologies and its impact, juillet.

<http://www.imdr.fr/docs/Manifestations/181011/1%20-%20Gaffet.pdf>

<sup>7</sup> L'inventaire mis en place par le Woodrow Wilson Institute dans le cadre du NanoTech Project répertoriait, dans sa dernière mise à jour du 25 août 2009, plus de 1000 nanoproduits sur le marché, au niveau mondial. Rapport de l'Afssset « Nanomatériaux et exposition du consommateur » Saisine n°2008/005 - Mars 2010, p. 23.

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/104000168/0000.pdf>

Egalement : Le journal "Le Monde". Nanoproduits : le principe de précaution préconisé. 25 mars 2010.

Page 4.

<sup>8</sup> Commission Européenne DG Communication. Eurobaromètre spécial sur les biotechnologies. N°341.2010.Pp 37-57. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_fr.pdf)

salariés et des consommateurs, ainsi que sur l'environnement, à un moment où le développement durable reçoit un écho grandissant parmi les citoyens.

Les risques liés aux nanoparticules nous apparaissent finalement « classiques », si l'on excepte cet infiniment petit qui génère bien des fantasmes, apporte sa part de rêve et de pseudo-fiction... Ce dernier mot n'est peut-être pas anodin, puisque la possibilité qu'offriraient les nanotechnologies de l'information et de la communication pourrait aller jusqu'à des contrôles de populations ; bref, entraîner certaines dérives peu éthiques, voire des actes totalitaires<sup>9</sup>.

Nul doute que la frontière est ténue entre des applications éthiques et d'autres qui le seraient moins, voire pas du tout et l'on comprend mieux aussi que cela puisse soulever tant de débats et de prises de positions tranchées. Les « nano sceptiques » ne sont pas dépourvus d'arguments. Ne soyons pas dupes, si la science travaille à repousser toutes les limites et à rechercher les bienfaits que pourrait permettre la mise en œuvre d'un infiniment petit qui franchirait les barrières infranchissables, il faut se dire que là aussi, le Docteur Jekyll a son Mister Hyde. D'où l'enjeu fondamental d'un encadrement démocratique de ces technologies !

### ***Entre utile et futile !***

Cela conduit à poser aussi deux autres questions essentielles: celle du rapport bénéfice / risque qui justifie que l'on mette en œuvre, ou non, tels produits ou procédés ; et celle qui peut, par certains aspects, rejoindre la première : l'utile et le futile...ou de l'intérêt de mettre en œuvre tel ou tel nanoparticule ou nanomatériau et de mesurer, concrètement, quel est réellement son intérêt.

La question est posée et sans suffisamment de réponses aujourd'hui sur la conséquence pour l'Homme et l'Environnement de telle ou telle nanoparticule...

Concernant la notion de bénéfice / risque, nous sommes face à cette incertitude dont l'acceptation ne peut être que politique et sociétale ; le scientifique, au-delà de sa propre conviction, devant se limiter à apporter les éléments de lecture indispensables. Pour imager le propos,

prenons l'exemple des vaccins dont chacun sait bien, et le monde médical encore mieux, que le sujet a toujours suscité de vifs débats quant à l'importance des effets bénéfiques et d'éventuels effets indésirables : « Vivre ou survivre grâce à... Avoir des séquelles, voire mourir, dans quelques cas, à cause de... ». Où, dans ces conditions, faut-il positionner le principe de précaution ? Question complexe à laquelle, bien souvent, le scientifique refuse de répondre et le médecin aussi ! La décision se doit d'être politique, l'expert fournissant le maximum de connaissances car, qu'on le veuille ou non, la non décision n'existe pas ! Et bien entendu, de tels concepts nécessitent, là aussi, de la transparence, de l'information, seules issues si l'on veut que la confiance soit de mise dans ce triptyque expert-politique-citoyen.

Quant à la seconde – l'utile ou le futile – la réponse peut être simple, mais parfois aussi complexe : Sans nul doute, l'utile sera, par exemple, de pouvoir aller plus loin, plus vite et de façon plus ciblée en s'affranchissant d'effets secondaires dans le cadre de telle ou telle thérapie. La question, en la circonstance, ne fait pas débat, dès lors que règlements et protocoles sont parfaitement définis et que le principe que « le risque zéro n'existe pas », est admis.

<sup>9</sup> Commission Européenne DG Communication. Eurobaromètre spécial sur les biotechnologies. N°341.2010.Pp 37-57. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_fr.pdf)

Mais que dire des textiles contenant du nanoargent ? Connue comme puissant bactéricide depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, l'argent colloïdal était utilisé pour désinfecter les plaies et plus spécifiquement les brûlures. A ceci près qu'aujourd'hui, il se révèle hautement toxique pour les animaux à sang froid, tels poissons et batraciens, mais également pour certaines plantes<sup>10</sup>. Est-il bien raisonnable, dans ces conditions, d'inclure du nanoargent dans les chaussettes et autres vêtements, au prétexte qu'il est un anti-transpirant, d'autant plus lorsque l'on sait qu'après 10 lavages, 70% a quitté son support pour migrer, via la machine à laver, vers la station d'épuration la plus proche où son activité antimicrobienne met à mal la flore bactérienne indispensable au traitement de l'eau ?

500 tonnes de nanoargent sont produites chaque année dans le monde, dont 200 en Europe<sup>11</sup> et la majorité de ce nanoargent se retrouve dans les milieux aquatiques. N'est-il pas temps de limiter strictement, voire d'interdire son usage ? Et, parallèlement au fait que de fortes interrogations subsistent concernant les incidences sur la santé humaine du fait que peu d'études toxicologiques ont été menées, ne serait-il pas urgent d'en finir avec de telles futilités, même au prix de quelques transpirations qui ne sont finalement que l'élimination naturelle de toxines ? Notons qu'aux Etats-Unis, il fait l'objet d'un débat pour être classé comme pesticide...

Bien entendu, ce sont là deux exemples extrêmes et peut être même caricaturaux, mais ils ont le mérite de soulever la problématique « nanos » dans toute ses dimensions. Il est non seulement indispensable de réglementer et de contrôler et, dans un même temps, de se mettre en capacité d'études approfondies pour définir un cadre rigoureux, mais il faut certainement aussi sensibiliser l'opinion publique et la mettre en capacité de devenir actrice, car il n'est pas supportable que, dans certains secteurs, les effets de mode et autres « nanodélires », prennent le pas sur les innovations prometteuses.

Utile ou futile ? La question est parfois plus complexe, d'autant que la recherche scientifique, comme nous l'évoquions précédemment, est en retard, certaines études allant jusqu'à avancer l'idée qu'il faudra cinquante années pour tester tous les nanomatériaux actuels<sup>12</sup>.

Pour en revenir aux risques dits « classiques », en ce sens qu'ils diffèrent peu de ce que nous connaissons avec les produits chimiques et autres cancérigènes et perturbateurs endocriniens, la question est posée et sans suffisamment de réponses aujourd'hui sur la conséquence pour l'Homme et l'environnement de telle ou telle nanoparticule : Le cadmium, le chrome... sont aujourd'hui des cancérigènes reconnus ; qu'en est-il des nanoparticules de cadmium ou de chrome ? Certaines substances peuvent se montrer inoffensives à l'état « brut », mais leurs propriétés physiques et chimiques sont susceptibles de fortement varier à l'échelle du nanomètre. Les nanoparticules défient les barrières immunitaires. Elles peuvent, par exemple, après avoir pénétré les cellules des alvéoles pulmonaires, migrer dans des organes (foie, reins, cerveau...) <sup>13</sup>. Une fois dans l'organisme, ces nanomatériaux minéraux peuvent intervenir comme des catalyseurs d'oxydation très puissants, d'où les atteintes inflammatoires observées<sup>14</sup>. Ces sujets ont fait débat et l'on s'est accordé sur l'idée qu'il fallait, en ce cas,

---

<sup>10</sup> Propriétés et usages du nano-argent / Eric Gaffet / CNRS.

[http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu\\_Nanoforum\\_2-avril-2009.pdf](http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu_Nanoforum_2-avril-2009.pdf)

<sup>11</sup> Propriétés et usages du nano-argent / Eric Gaffet / CNRS.

[http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu\\_Nanoforum\\_2-avril-2009.pdf](http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu_Nanoforum_2-avril-2009.pdf)

<sup>12</sup> G. Briand et A Picot. Les Nanoparticules : quels impacts sur notre santé ? Environnement & Techniques N° 299. Septembre 2010. Pp 54-57.

<sup>13</sup> <http://atctoxicologie.free.fr/archi/bibli/INVENTONS%20UNE%20NANOSCIENCE%20TOXICOCHIMIQUE.pdf>

*Egalement*, Centre d'analyse stratégique : pour un développement responsable des nanotechnologies. La note d'analyse stratégique n° 248. Novembre 2011 / République française / Premier Ministre.

<http://www.strategie.gouv.fr/content/pour-un-developpement-responsable-des-nanotechnologies-note-danalyse-248-novembre-2011>

<sup>14</sup> G. Briand et A Picot. Les Nanoparticules : quels impacts sur notre santé ? Environnement & Techniques N° 299. Septembre 2010. Pp 54-57.

établir des parallèles et adopter des principes de précaution, mais les intérêts en jeu font que les choses sont complexes et loin de devenir une généralité !

Comme toujours, les enjeux financiers et de santé publique sont au cœur du débat, ce qui n'a finalement rien de surprenant. Ce qui devrait faire consensus – l'Homme et l'Environnement – n'est toujours qu'un mythe, les uns ayant l'exigence que l'on préserve l'Homme, les autres mettant en avant, accompagnés de tous les dénis, leurs propres intérêts. Rien de nouveau en cela : ne rebaptisa-t-on pas l'amiante-ciment en fibro-ciment lorsque le mot amiante devint un « gros mot », pour gagner quelques années...et exposer encore et toujours des milliers de morts en sursis ? Ne nia-t-on pas les effets néfastes de la céruse durant plusieurs décennies, allant jusqu'à prétendre que les irritations et vomissements étaient le fait de l'alcool que consommaient les salariés<sup>15</sup> ? Et plus récemment, le gouvernement canadien, sous la pression internationale et de médecins, ne vient-t-il pas d'interdire l'amiante sur son territoire en demeurant le principal exportateur de ce poison vers les pays dits en voie de développement ?

Dans ce contexte et après avoir constaté le poids des lobbies autour du règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques, entré en vigueur le 1er juin 2007 (directive REACH), visant à en limiter les contraintes et à retarder de presque trois années sa publication, il ne faut pas se faire d'illusions sur ce que seront les débats et agissements qui précéderont une réglementation sur le sujet des nanotechnologies !

Les représentants des syndicats européens, regroupés au sein de l'institut de recherche de la CES (ETUC)<sup>16</sup> ont, avec beaucoup de pertinence, pris leur place autour de cette grande table de négociation qu'est l'Europe et débattu de la problématique. Leur démarche est cohérente, reposant sur une réflexion large, politique et scientifique à la fois. La philosophie générale peut se résumer ainsi :

La question n'est pas d'être « pour ou contre » les nanotechnologies et les nanosciences ; elles représentent une réalité qui s'impose à nous, qu'il faut encadrer, car l'expérience démontre que rien ne serait pire qu'elles ne le soient pas ! Nous sommes pour un principe de précaution, mais pas pour un principe d'empêchement.

Les nanotechnologies vont irriguer de nombreux secteurs par des applications potentielles qui iront de la nanoélectronique à la vectorisation de médicaments en passant par la communication, l'automobile, la cosmétique, l'alimentaire...

La volonté consiste bien à faire en sorte que l'innovation puisse prendre toute sa place dans un cadre législatif et démocratique. Et la 2<sup>ème</sup> résolution de la CES sur les nanotechnologies et les

nanomatériaux est, de ce point de vue, sans équivoque, posant les principes d'une démarche éthique où l'humain demeure au cœur des préoccupations<sup>17</sup>: Transparence, traçabilité, connaissance, auxquelles s'ajoute l'exigence de définitions et de règles communes dans le cadre communautaire. L'une des revendications fortes et essentielles est bien de faire en sorte que la connaissance porte aussi sur les conséquences pour l'Homme et l'environnement : c'est ainsi que la CES invite les Etats et l'Europe à consacrer au moins 15% des budgets publics nationaux et européens à la recherche sur la santé et les aspects environnementaux<sup>18</sup>. De ce

<sup>15</sup> La récurrence (des mots) du déni face aux maux du travail ! Gérald Hayotte / Juillet 2011. <http://www.apeksa.in/fr/publications.html>

<sup>16</sup> L'Institut syndical européen (European Trade Union Institute, ETUI) est le centre indépendant de recherche et de formation de la Confédération européenne des syndicats (CES), qui regroupe elle-même les organisations syndicales d'Europe. L'ETUI met ses compétences - acquises notamment dans le cadre de ses réseaux académiques, universitaires et d'experts - au service de la défense des intérêts des travailleurs au niveau européen et au renforcement du volet social de l'Union européenne.. <http://www.etui.org/fr/A-propos-de-l-ETUI>

<sup>17</sup> Nanotechnologies : la 2ème résolution de la CES / pdf en bas de page.

<http://www.etui.org/fr/Themes/Sante-et-securite/Nanotechnologies>

<sup>18</sup> Nanotechnologies: fascinantes ou effrayantes? <http://www.sv2008.be/PDF/fr/Syndicat/2010/dw100625/p07.pdf>

point de vue, le « *no data, no market !* » de la CES est l'expression ferme de l'exigence que la dimension sociétale soit prise en considération.

Traçabilité... Faut-il rappeler qu'à défaut d'être intégrés dans REACh, les nanoparticules sont actuellement sans règle (ou presque), ce qui autorise, de fait, toutes les dérives. Dans l'Europe des vingt-sept, telle ou telle nanoparticule est intégrée dans telle peinture, dans tel produit cosmétique ou alimentaire, sans que l'on sache tout à fait ce qu'il en est...

L'étiquetage ? Quel étiquetage ? Et quand bien même il est marqué sur l'étiquette que le produit commercialisé contient du dioxyde de titane, quelle information cela permet-il au consommateur ? Le débat sur ces questions est en cours en niveau Européen. En février dernier, la France a pris l'initiative, en publiant un décret relatif à la déclaration des substances mises en œuvre à l'état nanoparticulaire, de poser les bases d'une nouvelle réglementation<sup>19</sup> ; la première pierre, en quelque sorte, d'un dispositif plus transparent que les syndicalistes et les associations mobilisés sur le sujet, appellent de leurs vœux ! A sa lecture, on mesure bien toute la dimension du problème posé, alors que les nanoproducts inondent déjà le marché : le besoin de définir ce qu'est un nanoproduct, une nanoparticule ou un nanomatériau, mais également un fabricant, un importateur, un utilisateur...

La mise sur le marché a pris vingt années d'avance sur la connaissance des incidences sur la santé de l'Homme et sur l'Environnement et il est urgent, non seulement de réglementer, de prendre des précautions élémentaires et de bon sens, mais également de rééquilibrer les financements de la recherche, plus orientés innovation que précaution ! Lorsque l'on mesure l'étendue du chantier, il y a lieu de se poser quelques questions et d'avoir quelques craintes. Là aussi, " *La sagesse étant fille de l'expérience* "<sup>20</sup>, il convient de se remémorer ce qu'il en fut pour l'amiante et quelles furent (et quelles sont) les conséquences, non seulement de ne pas savoir, mais de masquer délibérément la réalité !

Les risques sont là, inconnus, mal connus, suspectés. Nous les découvrons au rythme des progrès en toxicologie, écotoxicologie, métrologie... Ils imposent des précautions qui ne sont aussi parfois que des parades empiriques. Elles ont le mérite de sensibiliser, de mobiliser, d'amener à plus de transparence. Les syndicats nationaux et la Confédération Européenne des Syndicats ont parfaitement intégré cette dimension, ce qui a amené à poser le débat, même en l'état parcellaire des connaissances ; à poser les principes de l'information, de la formation, du confinement, de la traçabilité, de la précaution...

Il faut aussi poser cette question des risques liés aux pics d'expositions et des risques liés à des expositions chroniques, que les militants syndicaux connaissent parfaitement au travers de leur vécu dans des branches d'activités comme la chimie, la métallurgie, les mines ; de ces seuils qui font aussi débat actuellement et pour lesquels il est indispensable, par exemple dans le cadre de la renégociation de la directive européenne sur les substances cancérigènes et mutagènes<sup>21</sup>, de rappeler que si le seuil peut s'avérer être un outil intéressant, il n'est aucunement la limite en dessous de laquelle il ne faut rien faire. Il ne faut pas oublier de le mettre à sa juste place en se souvenant que la donnée fondamentale est d'abord de faire en sorte de ne pas exposer ! Et l'on mesure là, au travers de cet exemple, quel est le combat à

<sup>19</sup> Deux décrets concernant les substances à l'état nano particulaire ont été publiés le 17 février 2012 ([décrets 2012-232](#) et [2012-233](#)). L'un concerne la déclaration annuelle de ces substances mises sur le marché en France. Le second porte sur la désignation des organismes pouvant être destinataires des informations recueillies. Ces décrets ont été codifiés au Code de l'environnement. Ils entreront en vigueur au 1er janvier 2013.

<http://www.inrs.fr/accueil/header/actualites/decret-nanomateriau.html>

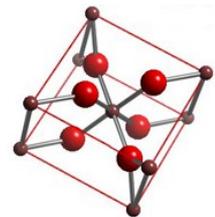
<sup>20</sup> " La sagesse est fille de l'expérience. " Léonard de Vinci (1452-1519), Extrait des Carnets.

<sup>21</sup> Directive 2004/37/CE du Parlement européen et du Conseil, du 29 avril 2004, concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail.

mener pour que les grands équilibres soient respectés car, si le risque zéro est une vue de l'esprit, nos sociétés occidentales, bien que subissant une crise économique majeure, ne sont certainement plus prêtes à accepter aujourd'hui des scandales comme l'amiante ou la silicose, pour ne citer que ces deux terribles exemples.

## **Le TiO2 en débat !**

Prenons l'exemple, non neutre, du TiO<sub>2</sub> ; autrement dit, du dioxyde de titane, amplement utilisé sous forme nanoparticulaire dans de nombreux secteurs, entre autres dans la cosmétique. Classé parmi les éléments les plus abondants sur terre, le titane est extrait de minerais (ilménite, rutile...). Cinq millions de tonnes sont produites chaque année dans le monde. Sous forme métallique (Ti), il est utilisé dans le biomédical, l'aéronautique, l'armement... ; sous forme de dioxyde (TiO<sub>2</sub>), il est notamment utilisé comme pigment : peintures, papiers, encres, crèmes solaires...<sup>22</sup>. Ses pouvoirs blanchissant et opacifiant sont des caractéristiques qui « justifient » cette utilisation massive, notamment dans les produits énumérés précédemment. Sous forme nanoparticulaire, il est également utilisé dans de nombreux produits d'usage quotidien tels, les plastiques, les médicaments, les savons... mais également comme colorant alimentaire (E171)<sup>23</sup>. Il est également utilisé sous formes micrométriques et nanométriques dans la cosmétique et notamment dans les antisoleils<sup>24</sup>.



La très grande majorité des sociétés de cosmétiques et particulièrement d'antisoleils a vite mesuré l'intérêt qu'elle pouvait trouver à intégrer des nano-TiO<sub>2</sub> qui ont cette capacité d'absorber les rayons ultraviolets, le matériau devenant alors transparent. L'avantage est double : cela permet le renforcement de la protection, encore que sur ce point aussi, les experts sont partagés, la majorité d'entre eux précisant que l'on peut très bien parvenir à de forts indices de protection en recourant aux seuls matériaux organiques ; la transparence obtenue est plus esthétique au regard des traces blanches qui accompagnent souvent des protections « classiques ». Une telle opportunité a rapidement été saisie par la profession. En 2010, l'agence américaine de l'environnement (EPA) confirmait que le TiO<sub>2</sub>, sous forme nanoparticulaire, assurait indiscutablement une protection des UVA et UVB<sup>25</sup>

Mais au-delà de ce constat et sans que l'opinion soit très au fait de ces enjeux de santé publique, le débat fait rage et les lobbies s'agitent sur un sujet complexe où sont posées les questions des incidences sur la santé des consommateurs et l'environnement, mais également celles des enjeux financiers considérables associés à ce marché. Si un cadre réglementaire a été fixé, au travers de la directive européenne de 2009 sur les cosmétiques<sup>26</sup>, il faut toutefois reconnaître que, tout en étant une première étape essentielle qui va dans le sens de la transparence et la traçabilité, et bien qu'une procédure d'évaluation de la sécurité des produits contenant des nanomatériaux avant leur mise sur le marché est imposée, de nombreuses inconnues subsistent. Sont aussi posées là, les notions d'incertitudes et de rapport

<sup>22</sup> Seulement 5% de la production annuelle mondiale de minerai de titane servent sous forme de métal. Les autres 95% sont utilisés pour fabriquer des pigments (TiO<sub>2</sub>). La production de mondiale de TiO<sub>2</sub> est de 5 millions de tonnes par an.

<http://www.consoglobe.com/extinction-titane-cg/2>

<sup>23</sup> E 171, un additif alimentaire. <http://mangersain.medicalistes.org/E171.php>

<sup>24</sup> Le Dioxyde de Titane : une nanomolécule mise à l'épreuve. <http://dioxydedetitanetpe.blogspot.fr>

<sup>25</sup> [http://hero.epa.gov/index.cfm?action=reference\\_details&reference\\_id=157736](http://hero.epa.gov/index.cfm?action=reference_details&reference_id=157736)

<sup>26</sup> Directive [76/768/CEE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX:32009L0060) du Conseil du 27 juillet 1976 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques (directive «Cosmétiques») + actes modificatifs.

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/food\\_safety/animal\\_welfare/l21191\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/animal_welfare/l21191_fr.htm)

bénéfice/risque évoquées précédemment, et nous savons que l'exposition au soleil n'est pas sans conséquence pour la santé :

En France, certaines estimations font état de 90 000 cancers de la peau par an. Parmi ces cancers, 10% environ sont des mélanomes qui métastasent. Le seul cancer de la lèvre inférieure (non considéré comme un cancer de la peau en France, contrairement à l'ensemble de l'Europe qui le classe parmi les cancers cutanés), est la cause de 600 morts chaque année<sup>27</sup>. Si l'on ajoute à cela le rôle évident du soleil concernant les mélanomes, la question de la protection solaire ne se pose pas, comme en témoignent d'ailleurs les campagnes actuelles de la part des pouvoirs publics, qui ont pour objectif de convaincre d'éviter l'exposition au soleil entre 12h00 et 16h00.

Les experts indiquent aussi que l'efficacité d'un antisoileil, outre sa composition et son indice de protection, réside dans la façon de l'utiliser : 2mg/cm<sup>2</sup> est la norme établie pour une bonne protection. Ces mêmes experts nous précisent que les consommateurs, peu au fait de ces

Un sujet complexe où sont posées

les questions des incidences sur la santé

des salariés et des consommateurs,

et sur l'environnement...

données, en utilisent en moyenne 0,5 mg/cm<sup>2</sup>, soit quatre fois moins que conseillé, ce qui peut s'avérer catastrophique dès lors qu'ils s'exposent en se croyant protégés et qu'ils ne le sont pas suffisamment<sup>28</sup>! Si l'on ajoute à cela la dégradation dans le temps de la protection et le fait aussi que les parties les plus sensibles (oreille, nez et lèvre

inférieure) sont très souvent les moins protégées, il faut malheureusement constater que le sujet de la protection solaire est loin d'être épuisé, et qu'il est sans doute utile de rappeler que l'ombre et les vêtements sont, sans commune mesure, plus efficaces ! La question ne fait pas débat quant à l'intérêt (le bénéfice) qu'il y a de se protéger des méfaits du soleil : ces derniers sont essentiellement liés, soit à une absence de protection, soit à un abus d'exposition, même protégé par une crème solaire qui ne filtre jamais tous les rayons. Les rayonnements ultra-violetts produisent des radicaux libres qui altèrent les membranes et l'ADN cellulaires, induisant la formation de mélanomes : deux millions de nouveaux cas de cancers de la peau chaque année, au niveau mondial, dont 200.000 mélanomes malins<sup>29</sup>

Dans un même temps et comme nous l'indiquions précédemment, le débat s'intensifie sur la composition des crèmes anti-soleils contenant des TiO<sub>2</sub>. Si les fabricants ont, dans un premier temps, s'appuyant sur quelques études et classements, avancé l'idée que le nano-TiO<sub>2</sub> ne franchissait pas les barrières cutanées et immunitaires et que les effets cancérigènes sur l'Homme n'étaient pas avérés, il semble que la prudence soit aujourd'hui beaucoup plus de mise.

Cela n'est sans doute pas un hasard : comme dans bien des cas, leur mise en œuvre, dictée par les enjeux économiques et financiers, a précédé les connaissances toxicologiques et les incidences sur la santé. Mais les études en cours, les médias qui les relayent, y compris de façon parfois caricaturale, amènent l'opinion publique, qui se saisit de toutes ces affirmations, à s'interroger. Cela n'est pas non plus sans influence sur le positionnement des acteurs socio

<sup>27</sup> Rayonnements UV et cancers : données générales. Institut National du Cancer.

<http://www.e-cancer.fr/prevention/environnement-et-cancers/exposition-aux-rayonnements-uv/donnees-generales>.

<sup>28</sup> Pour Laurence Coiffard, "25 à 30% des produits de protection solaire ont un indice inférieur à celui affiché sur l'emballage, et même très inférieur dans certains cas. C'est intolérable quand on sait qu'il y a près de 10 000 nouveaux cas par an de mélanome, la forme la plus grave de cancer liée au soleil."

[http://www.lemonde.fr/vous/article/2012/08/15/creme-solaires-le-bon-sens-est-ce-qui-protège-le-mieux-votre-peau\\_1746265\\_3238.html](http://www.lemonde.fr/vous/article/2012/08/15/creme-solaires-le-bon-sens-est-ce-qui-protège-le-mieux-votre-peau_1746265_3238.html)

Egalement, Recommandations de bon usage des produits de protection solaire à l'attention des utilisateurs AFSSAPS / Juillet 2011. <http://ansm.sante.fr/content/download/34437/450609/version/1..>

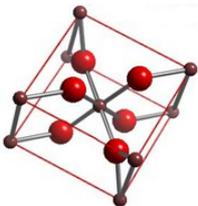
<sup>29</sup> Le soleil, les UV et la santé. <http://www.soleil.info/sante/dossiers/quelques-chiffres-cle.html>

économiques et les pouvoirs publics. Si ces derniers se fondent avant tout sur des données scientifiques pour définir leurs prises de positions et les règlements qui en découlent au sein des instances ad hoc, l'état de l'opinion, entre objectivité et subjectivité – y compris au regard de la défiance envers l'expert suscitée par diverses affaires – pèse également dans le débat.

En juin 2011, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé recommandait de ne pas utiliser de produits de protection solaire sur des peaux lésées et de ne pas utiliser ces mêmes produits sous forme aérosol dans des locaux fermés<sup>30</sup>, précisant qu'il s'agissait là d'un principe de précaution en l'absence de données suffisantes sur les absorptions cutanées et d'évaluation du risque par voie aérienne, sachant que les études réalisées démontraient une toxicité pulmonaire et le possible déclenchement du cancer du poumon chez le rat.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer<sup>31</sup> a, pour sa part, classé le dioxyde de titane comme cancérigène possible pour l'homme (catégorie 2B).

Enfin, quelques études récentes, qui elles aussi font débat, pose plus fortement encore la question des incidences sur la santé : sur le caractère cancérigène ; sur les incidences pour les travailleurs de la branche pouvant être exposés à de fortes concentrations de poussières de dioxyde de titane, notamment lors des étapes de broyage, de conditionnement ou de maintenance des installations. C'est ainsi que le Commissariat à l'Energie Atomique, après une récente étude, a publié les résultats de ses travaux<sup>32</sup> qui suggèrent que la présence de TiO<sub>2</sub> pourrait être à l'origine d'une inflammation cérébro-vasculaire et qu'une exposition chronique pourrait entraîner leur accumulation dans le cerveau avec un risque de perturbation de certaines fonctions cérébrales.



Bien que faisant en sorte de faire la part des choses entre résultats scientifiques et vulgarisations parfois caricaturales, il faut admettre que les plus récents écrits sur le sujet sont indéniablement alarmants : « *dioxyde de titane, une bombe à retardement !* » titrait récemment une revue de défense des consommateurs. Celle-ci rapportait, à cette occasion, les propos d'un professeur de médecine qui avait établi un parallèle entre TiO<sub>2</sub> et amiante et précisait que, l'un comme l'autre, avaient une activité pro-inflammatoire sur les poumons et le péritoine<sup>33</sup>. Un autre, plus généraliste, faisait également référence au TiO<sub>2</sub>, et parlait de « *principe de précaution préconisé* »<sup>34</sup>.

Quoiqu'il en soit, pour le TiO<sub>2</sub> comme pour de nombreuses substances nanoparticulaires élaborées et mises en œuvre, il serait bienvenu que l'on dispose, rapidement, dans le cadre de

<sup>30</sup> L'AFSSAPS (devenue depuis 1er mai 2012 l'ANSM / L'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé) a publié un rapport et des recommandations sur l'évaluation des risques qui présentent les nanoparticules de dioxyde de titane et d'oxyde de zinc dans les produits cosmétiques. Le rapport a été produit par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS) en réponse à la saisine effectuée en 2008 par la Direction Générales de la Santé (DGS) sur le thème du risque des nanomatériaux, en particulier le dioxyde de titane et l'oxyde de zinc contenus dans les produits cosmétiques.

<http://www.nanonorma.org/news/2019afssaps-vient-de-publier-un-rapport-et-une-recommandation-sur-2019evaluation-des-risques-qui-presentent-les-nanoparticules-de-dioxyde-de-titane-et-d2019oxyde-de-zinc-dans-les-produits-cosmetiques>

<sup>31</sup> Le CIRC qui estimait auparavant que le dioxyde de titane ne pouvait être classé quant à sa cancérigénicité pour les êtres humains, a déterminé en février 2006 qu'il est un cancérigène du groupe 2B, « probablement cancérigène pour l'humain ».

[http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/occup-travail/whmis-simdu/\\_substance/titanium-dioxyde-titane-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/occup-travail/whmis-simdu/_substance/titanium-dioxyde-titane-fra.php)

<sup>32</sup> Des chercheurs du CEA et de l'Université Joseph Fourier ont mis en évidence que des nanoparticules de dioxyde de titane (nano-TiO<sub>2</sub>) altèrent une barrière physiologique essentielle pour la protection du cerveau. CEA / Direction des sciences du vivant / Octobre 2011. <http://www-dsv.cea.fr/life-science-div/all-the-news/scientific-results/les-nanoparticules-de-dioxyde-de-titane-alterent-in-vitro-la-barriere-hemato-encephalique>

<sup>33</sup> [Dioxyde de titane : vers un nouveau "scandale de l'amiante" ? En pire...](http://www.lesmotsontunsens.com/dioxyde-de-titane-scandale-de-amiante-voire-pire-8936)

<http://www.lesmotsontunsens.com/dioxyde-de-titane-scandale-de-amiante-voire-pire-8936>

<sup>34</sup> Journal "Le Monde". Nanoproduits : le principe de précaution préconisé. 25 mars 2010. Page 4

la directive REACH ou en lien étroit avec cette dernière, d'un cadre juridique adapté qui fasse que puisse enfin parler, si possible concrètement, de développement durable, c'est-à-dire de la conjonction d'intérêts économiques, écologiques et sociaux. A l'heure dite, sans aucun doute, certains aspects, malheureusement, sont en retard sur d'autres !

### **« Oui, mais ! »... Le monde syndical entre modernité et inquiétude.**

Le monde syndical n'est pas absent de ce débat complexe, fort du croisement de regards politiques et scientifiques dont il dispose en son sein. Mais si l'institution est à même de poser les problématiques et d'élaborer des revendications cohérentes, telles l'évaluation a priori des risques professionnels, la mise en œuvre de mesures de prévention adaptées, la traçabilité de l'exposition des travailleurs, des exigences fortes quant à l'évolution et à l'application de telle ou telle directive ou réglementation..., il faut admettre aussi que les capacités à agir, au quotidien, dans les entreprises, sont peu homogènes : Si les équipes syndicales sont « au rendez-vous » dans les branches, les champs fédéraux et les grandes entreprises, tel n'est malheureusement pas ou pas suffisamment le cas dans les PME. Les causes sont multiples : l'absence d'une présence syndicale ou d'une représentation syndicale suffisamment structurée ; le déficit de formation, les entraves de la part du monde patronal...

Et que dire du monde de la sous-traitance et de l'intérim ? En ce cas d'espèce, les salariés sont les moins informés et les plus menacés, comme par exemple ceux qui assurent, à un coût moindre, la maintenance des installations. Il est parfois consternant de constater que le secteur de la cosmétique, pour ne citer que cet exemple, soucieux de l'image « nano » dans l'opinion, pose la question des consommateurs et de l'environnement, sans un seul instant (ou si peu !) faire porter le débat sur les travailleurs. Pourtant, ne sont-ils pas les premiers exposés ?

**Le monde syndical n'est pas absent de ce débat difficile, fort du croisement de regards politiques et scientifiques dont il dispose en son sein.**

à un coût moindre, la maintenance des installations. Il est parfois consternant de constater que le secteur de la cosmétique, pour ne citer que cet exemple, soucieux de l'image « nano » dans l'opinion, pose la question des

consommateurs et de l'environnement, sans un seul instant (ou si peu !) faire porter le débat sur les travailleurs. Pourtant, ne sont-ils pas les premiers exposés ?

Selon un rapport de l'agence européenne pour la santé au travail<sup>35</sup>, alors que 300.000 à 400.000 travailleurs de l'Union Européenne ont un contact direct avec la nanotechnologie et les nanomatériaux manufacturés, « ils ne sont pas suffisamment informés sur les risques liés aux nanomatériaux... »<sup>36</sup>.

Et l'on en vient à nous parler de risques acceptables... Acceptables par qui ? Le travailleur ? Le consommateur ? Les générations futures qui trouveraient un environnement et leur santé dégradés de manière irréversible ? Acceptable pour le dirigeant d'entreprise qui, à défaut de trouver mieux, peut, grâce à cela, se prévaloir de résultats financiers satisfaisants ? Pour l'actionnaire qui trouve bon de toucher des dividendes sans se soucier du pourquoi et du comment ? Pour le juge qui se doit d'arbitrer tel ou tel différent ? Pour les pouvoirs publics qui, d'une façon ou d'une autre, devront définir le cadre réglementaire et en assumer la responsabilité politique ?

Le risque acceptable n'a aucun sens ; aucune définition juridique non plus !<sup>37</sup> Le monde syndical a une préférence marquée et assumée pour le risque accepté, en ce sens qu'il repose

<sup>35</sup> Risk perception and risk communication with regard to nanomaterials in the workplace / EU-OSHA 2012 [http://osha.europa.eu/fr/press/press-releases/risks\\_of\\_very\\_small](http://osha.europa.eu/fr/press/press-releases/risks_of_very_small)

<sup>36</sup> <http://www.etui.org/fr/Themes/Sante-et-securite/Actualites/Les-travailleurs-ne-sont-pas-suffisamment-informes-sur-les-risques-lies-aux-nanomateriaux-rapport-EU-OSHA>

sur la connaissance, la concertation qui l'entoure et la mise en place des outils indispensables (information, formation, traçabilité...). Au-delà, cela pose la question de politiques durables où l'homme et l'environnement sont des préoccupations fortes.

Alors utile ou futile, le nanoargent ? Utile ou futile, le dioxyde de titane sous forme nanoparticulaire dans les applications que nous avons énumérées ? L'histoire nous montre que certaines « aventures » qui mettent l'Homme et l'environnement en péril, essentiellement pour des intérêts financiers à court terme, ont des conséquences désastreuses. Ce qui est désolant et au-delà de ces cas particuliers, c'est de constater que les retours d'expériences qui, pourtant, devraient être autant d'alarmes, ne le sont pas ! La céruse, l'amiante, les cancers professionnels, les risques psychosociaux, pour ne citer que ces quelques exemples, sont autant de drames humains générés par des humains qui, non seulement ont exposé leurs semblables, mais ont maîtrisé à dessein le déni pour gagner du temps et de l'argent. Rien ne justifie de telles pratiques et le jugement de l'amiante en Italie, en février 2012, devrait faire réfléchir<sup>38</sup>. « *On ne savait pas !* ». « *Faux !!! On savait parce que les scientifiques et les acteurs socio économiques, au rang desquels des syndicalistes, avaient alerté* ».

Que l'on ne se méprenne pas, le monde syndical que l'on accuse souvent de conservatisme, n'est aucunement opposé à des évolutions technologiques, voire à des révolutions telles celles que les nanotechnologies pourraient permettre, bien au contraire. Il appelle même de ses vœux que la science puisse avancer en ces domaines ; mais pas contre l'Homme, pas contre l'environnement. Lors des débats du Grenelle français, entre les transhumanistes et autres adeptes d'une « nouvelle humanité » et les plus radicaux tenants de l'immobilisme qui n'ont su que compliquer le débat, la CFDT a posé la problématique en des termes plus équilibrés « entre modernité et inquiétudes ». C'est également la position de la Confédération Européenne des Syndicats qui revendique de nouvelles formes de gouvernance et des approches éthiques. C'est ainsi et seulement ainsi que l'Europe avancera et pourra se positionner dans cette compétition mondiale en cours, aux innombrables retombées.

Octobre 2012

**Gérald Hayotte \***

*Membre du collectif Santé-Vie au travail de la Confédération CFDT*

**Mes remerciements pour leurs conseils et leurs contributions à :**

- **Caroline Verdoot**, Conseillère au service d'études fédéral. Syndicat FGTB-ABVV.
- **Aïda Maria Ponce Del Castillo**, Chargée de Recherche, ETUI.
- **Henri Forest**, Secrétaire confédéral CFDT. Secteur Santé-Vie au Travail.
- **Luc Brunet**, Directeur du Centre National des Risques Industriels.

**Mes remerciements également à la Confédération CFDT, ainsi qu'au laboratoire APEKSA pour la valorisation de cette publication.**

\* Ouvrier de maintenance, technicien, puis cadre de spécialité prévention des risques professionnels, Gérald Hayotte a longtemps animé, en tant que Délégué Syndical Central, les équipes Cfdt du groupe d'armement Giat industries. Il a, à ce titre, participé à de nombreux séminaires, y compris européens, sur l'avenir des industries d'armement où il représentait la FEAE CFDT. Il a ensuite dirigé, durant cinq années, le Centre National des Risques Industriels où il a travaillé sur les thèmes de la formation, de la recherche et de l'appui aux entreprises, avec une prédilection marquée pour la vulgarisation des connaissances. Il représente aujourd'hui la Confédération Cfdt au sein de la CORE de l'INERIS, ainsi qu'après des instances syndicales européennes, notamment sur le thème des nanotechnologies. Il est auditeur de l'IHEDN-AA (52) et distingué de l'ONM.

<sup>37</sup> « Du risque acceptable au risque accepté ! » Gérald Hayotte, La lettre "Techniques de l'ingénieur" Risques Industriels, 2005, 11, pp. 4-6, Mars-Avril, <http://www.cnri-bourges.org/biblio/pdf/ri11-GH.pdf>

<sup>38</sup> « C'est un signal majeur qui a été donné à Turin et un encouragement pour les délégués FGTB qui travaillent au quotidien dans les entreprises à plus de sécurité au travail au sein des Comités pour la prévention et la protection du travail ! ». <http://www.fgtb.be/web/guest/news-fr/-/article/625191/>