



## Apocalypse nano ?

**William Dab**

Professeur, chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam, ancien directeur général de la Santé

**P**our la première fois, les concepts et les méthodes du domaine de la santé publique en général et de la sécurité sanitaire en particulier sont en mesure d'influencer au moins partiellement le développement industriel. Si on met à part le cas des produits de santé, il est en effet inhabituel que les impacts sanitaires de nouvelles technologies soient discutés de façon proactive, avant que ceux-ci soient avérés ou suspectés, et pas seulement réactive, après avoir dû les déplorer.

Cette situation inédite montre, d'une part, que la santé publique en France est sortie de son ghetto. Mais, d'autre part, elle donne aux professionnels de santé publique une responsabilité particulière. Ce numéro d'**adsp** a été conçu pour qu'ils puissent s'approprier les différents enjeux de ce qu'on désigne par les nanotechnologies, de sorte qu'ils soient en mesure d'intervenir dans les débats scientifiques, sanitaires et éthiques que suscite leur développement.

### Une révolution

Se repérer dans le monde des nanotechnologies est loin d'être simple. Il ne s'agit pas d'une discipline scientifique, ni d'un domaine d'application particulier. L'homme a acquis la capacité de manipuler la matière à l'échelle atomique. Ce développement a été rendu possible par la mise au point d'outils puissants comme le microscope à effet tunnel, puis du microscope à force atomique. Il s'agit tout à la fois de physique, de chimie, d'électronique et de biologie. L'objet est de concevoir et de fabriquer des structures moléculaires qui comportent au moins une dimension mesurant entre 1 et 100 nanomètres. À cette échelle, la matière a des propriétés particulières qui n'existent pas au niveau macroscopique et que l'on cherche à exploiter. C'est un univers régi par les lois de la physique quantique. Si les nanostructures à l'état naturel ont toujours existé, on parle ici d'objets manufacturés spécifiquement pour qu'ils possèdent ces propriétés remarquables. C'est une véritable révolution industrielle concernant de très nombreux secteurs d'activité.

Il ne s'agit plus de science-fiction, mais de technologie-réalité avec une irruption massive de produits dérivés des nanotechnologies et un brouillage entre le factuel, le vraisemblable et l'hypothétique. D'ores et déjà, nos lecteurs de DVD, nos crèmes solaires, nos matériaux de construction, nos puces pour les mesures biologiques, nos médicaments et nos aliments sont élaborés par des procédés nanotechnologiques. Se réclamer d'une technologie « nano », c'est être moderne et avoir du succès auprès des jeunes. On voit une nouvelle économie s'organiser, avec un Sud qui produit en masse des produits classiques, tandis que les pays du Nord investissent massivement dans ces technologies sophistiquées. On entrevoit des solutions possibles aux immenses difficultés que crée le modèle de développement actuel, notamment l'épuisement des matières premières, les énergies polluantes et le réchauffement de la planète. L'enjeu est de taille pour notre pays, et il y a un marketing « nano » fondé sur des promesses et des prouesses à venir, y compris dans le secteur de la santé, très concerné par ces innovations.

### Une méfiance

Mais nous vivons dans une société de méfiance en raison des erreurs du passé liées à un manque d'anticipation (l'amiante tout particulièrement, mais aussi l'hormone de croissance et l'affaire de la vache folle). On ne peut plus croire béatement que les progrès annoncés seront réels et sans contrepartie en termes de risques.

Les sciences de l'évaluation des risques ont beaucoup progressé et fournissent plusieurs motifs d'inquiétude. Ils sont principalement d'ordre toxicologique et éthique. Si la problématique se réduisait à un choc frontal entre des industriels optimistes pour créer les conditions d'un marché dynamique et des professionnels de santé publique méfiants et précautionneux, alors nous pourrions passer à côté d'une nouvelle modernité. D'ores et déjà, les nanotechnologies comptent des défenseurs inconditionnels comme des détracteurs qui, dénonçant les « objets atomiquement modifiés », espèrent bien susciter la même réprobation que celle qui a rendu impossible le développement des OGM en France. Le déséquilibre entre le montant des investissements industriels et celui des

Didier Houssin me pardonnera, j'espère, d'avoir repris en titre l'expression qu'il a utilisée dans son intervention lors de la première séance du Nanoforum du Cnam en juin 2007.

budgets consacrés à l'évaluation des risques ne peut que renforcer ce mouvement radical d'opposition. La santé publique, en tant que champ de connaissances et d'actions sur la santé considérée au niveau des populations, va donc avoir son mot à dire et cela sur plusieurs axes.

### **Quelle précaution ?**

À n'en pas douter, les procédés « nano » représentent un véritable cas d'école pour le principe de précaution. Ce n'est pas refuser le progrès que de souligner ce qu'il peut y avoir d'inquiétant dans la perspective de voir converger la physique, la chimie, la biologie et l'électronique. Sans même parler de l'analogie entre les nanotubes de carbone et les fibres d'amiante, on en sait déjà suffisamment sur la toxicologie et l'épidémiologie des particules ultrafines pour prévoir des effets indésirables des nanoparticules, non seulement sur l'appareil respiratoire, mais aussi le myocarde ou le tissu nerveux du fait, notamment, de leur caractère nanométrique qui permet de traverser toutes les barrières biologiques. L'interaction avec le matériel génétique posera des questions sur la cancérogenèse.

Or les expositions humaines professionnelles ou générales seront avérées avant même que leurs risques sanitaires aient pu être complètement évalués. Il faut prôner ici non pas une attitude de blocage (le terme « moratoire » a été prononcé lors du « Grenelle de l'environnement »), mais une hypervigilance fondée sur des mécanismes rigoureux de veille sanitaire. Si on fait du principe de précaution un principe de risque nul ou d'inaction, nous mettrons notre pays dans une situation de faiblesse dont il ne se relèvera pas. Ce risque a été dénoncé par Jacques Attali, qui a souhaité que le principe de précaution soit retiré de la Charte constitutionnelle promulguée en 2005. Il n'a pas été suivi, mais cet avertissement mérite d'être écouté. Nous savons ce que l'absence de précaution a coûté à la santé des Français, mais on ne peut pas ignorer l'absence de consensus sur ce que recouvre concrètement le principe de précaution. Les professionnels de santé publique ont un rôle à jouer dans ce débat. Ce principe ne devrait constituer ni un frein au progrès ni, à l'inverse, un placebo ou un slogan facile. C'est dans un cadre international qu'il conviendrait de le discuter, mais on ne voit pas encore qui en a la légitimité.

### **Quels enjeux éthiques ?**

Ensuite, dès lors que l'on touche aux mécanismes intimes du fonctionnement du vivant, un questionnement de nature éthique s'impose. En particulier, les nanotechnologies secrèteront de puissants outils de surveillance et de contrôle social et feront l'objet d'utilisation malveillante, y compris à visée terroriste. La capacité de relier des nanoparticules placées dans le corps humain à l'insu des porteurs à des instruments de surveillance et de contrôle situés à distance constitue une menace réelle pour le respect du droit à la vie privée et de la dignité humaine.

Ces perspectives créent d'immenses défis en termes de responsabilités. La manipulation de la matière à l'échelle atomique est un vieux rêve, une motivation première de la science. On ne peut pas imaginer en freiner le mouvement. Toute découverte scientifique peut générer des mésusages, ce n'est pas nouveau. Mais ici, on sent bien que c'est l'identité même de l'homme qui est en jeu. Que ces questions éthiques soient discutées au stade encore précoce des applications issues des nanotechnologies et certes un élément rassurant, mais il faudra veiller à sortir d'un scientisme facilité par le flou qui entoure ces développements qui concernent toute la société et pas seulement les spécialistes et les acteurs économiques.

### **Quels enjeux médicaux ?**

Enfin, face à des promesses aussi stimulantes et des peurs aussi massives, les applications médicales serviront d'argument dans la bataille d'opinion qui s'annonce. Les espoirs sont nombreux : nouveaux systèmes de diffusion des médicaments, nanochirurgie, applications dans le domaine de l'imagerie, nouveaux matériaux implantables, nouveaux outils de dépistage. En particulier, la miniaturisation des dispositifs médicaux va faciliter

**Directeur de la publication**

Roger Salamon, président du HCSP

**Rédacteur en chef**

Patricia Siwek

**Comité de rédaction**

Serge Boarini, Betty Brahm,  
Chantal Cases, Sandrine Chambarétau,  
Dominique Deugnier,  
Pascale Dhote-Burger, Pascale Gayraud,  
Isabelle Grémy, Dominique Grimaud,  
Alain Jourdain, Dominique Le Bœuf,  
Yves Lecarpentier, Franck Le Duff,  
Claire Méheust, Isabelle Momas,  
Pierre Polomeni, Monique-Marie Rousset,  
Brigitte Sandrin-Berthon, Fernand Sauer

**Secrétaire de rédaction**

Catherine de Pretto

**Coordonnées de la rédaction**

Haut Conseil de la santé publique

14 avenue Duquesne

75350 Paris 07 SP

Téléphone : 01 40 56 79 56

Télécopie : 01 40 56 79 49

Courriel : [hcs-adsp@sante.gouv.fr](mailto:hcs-adsp@sante.gouv.fr)

Site : [www.hcsp.fr](http://www.hcsp.fr)

**Demandes d'abonnement**

La Documentation française

Bulletin d'abonnement : 3<sup>e</sup> de couverture

**Réalisation**

Philippe Ferrero

**Relecture**

Nelly Zeitlin

**Ont participé à ce numéro**

Jean-Claude André,  
Dorothée Benoit-Browaays, Daniel Bloch,  
Chantal Cases, William Dab, William Dab,  
Sandrine Danet, Sonia Desmoulin,  
Eric Gaffet, Armelle George-Guiton,  
Marcel Goldberg, Gilles Hériard-Dubreuil,  
Eric Jouglà, Claude Lambré,  
Francelyne Marano, Philippe Martin,  
Dominique Masset, Christian-Eric Mauffré,  
Laurent Pitoun, Jean-Luc Pujol,  
Daniel Raoul, Françoise Roure,  
Didier Sicard, Eric Thybaud,  
Dolores Linda Torres, Louis Trepied,  
Claire Weill

**adsp actualité et dossier en santé publique**

est publiée par La Documentation française

**Revue trimestrielle 14,10 euros**

Abonnement annuel (4 numéros) 43,50 euros

*En application de la loi du 11 mars 1957 (art. 41) et du Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur.*

© 2008 Haut Conseil de la santé publique.

Dépôt légal octobre 2008. ISSN 1771-7450.

Imprimerie : Jouve, 53100 Mayenne.

leur accessibilité et leur utilisation par les patients eux-mêmes, ce qui va induire un bouleversement du rapport aux soins. Le temps n'est plus loin où l'automédecine sera possible. Comment ces innovations seront-elles rendues accessibles aux plans logistiques, culturels et financiers ?

La nanomédecine ne peut donc pas se réduire à une explicitation de ses prouesses attendues. Plus ses capacités d'intervention seront puissantes et plus elles poseront des questions de responsabilité sociale. Plus les bénéfices seront tangibles et plus nous risquons de manquer de prudence. D'un autre côté, il serait regrettable que des développements utiles soient freinés en raison d'une méfiance. Mais qui va fixer les limites de l'acceptabilité, qui va juger que tel bénéfice est préférable à tel autre, qui définira les limites du normal et du pathologique et de ce qui justifie une correction ? Jusqu'où peut-on magnifier la notion de performance, avec ses risques de dérives que le dopage en milieu sportif laisse aisément entrevoir ? Et que se passera-t-il si une personne refuse d'améliorer ses performances : perdra-t-elle son emploi, ses droits sociaux, ses assurances ? Sur ces questions vraiment complexes, le seul respect de normes juridiques ou techniques ne sera pas une réponse suffisante. Nous avons donc besoin d'une réflexion collective mêlant responsabilité, éthique et science pour imaginer de nouveaux outils de régulation favorisant le progrès tout en limitant les risques de dérapage.

**Quelle politique de santé publique ?**

Sur toutes ces questions, une analyse de santé publique est indispensable, mais elle est encore balbutiante. On peut anticiper que les arguments de santé publique seront brandis par les uns et les autres pour conforter leurs points de vue et leurs intérêts. Bénéfices d'un côté, dangers et risques de l'autre. C'est inévitable et c'est ici qu'un nouveau rôle se fait jour, promu par la loi relative à la politique de santé publique promulguée il y a quatre ans : l'organisation du débat public. Le Nanoforum développé au Cnam avec l'appui de la DGS en est une illustration, mais d'autres initiatives existent ou sont prévues ; il faut les encourager.

L'enjeu est ici de savoir pourquoi et comment on peut associer l'ensemble des parties prenantes. La Commission européenne vient d'adopter un code de bonne conduite pour une recherche responsable sur les nanosciences et les nanotechnologies. Les recherches devraient être compréhensibles par le public, ne pas nuire aux personnes et respecter le principe de précaution. Il est également écrit que la gouvernance des activités de recherche doit être guidée par les principes d'ouverture à toutes les parties prenantes, de transparence et de respect du droit légitime à l'information et qu'elle permet la participation de toutes ces parties aux processus de décision. Cela concerne en fait l'ensemble des décisions de santé publique et il serait souhaitable que le dispositif des conférences régionales et nationale de santé s'investisse dans ce champ.

En conclusion, on peut se demander s'il s'agit d'une véritable rupture ou d'une continuité avec les développements technologiques qu'a autorisés depuis un siècle l'avancée des sciences. Le Comité national d'éthique est plutôt d'avis qu'il n'y a pas de rupture scientifique, mais un saut technologique. S'il est exact que ce qui est rendu possible par les nanoprocédés n'est pas en soi original, la situation créée par leur développement constitue une véritable rupture dans l'ordre des rapports entre la science, la technologie et la société. Les connaissances sortent des laboratoires, passent vite à la phase industrielle, envahissent la vie quotidienne sans que l'on puisse estimer les risques de toute sorte liés aux procédés et produits ainsi mis sur le marché. Par le passé, seul le développement fulgurant de la téléphonie mobile avait provoqué une situation analogue, avec cette différence que la biophysique des phénomènes électromagnétiques est autrement mieux cernée que l'impact des nanoproduits. Nous sommes ici dans l'hypercomplexité.

Il est indispensable de réaliser en toute lucidité que les avancées de la science ne se transforment jamais automatiquement en progrès sanitaires et de s'interroger sur les conditions dans lesquelles les innovations médicales et scientifiques peuvent se traduire en amélioration pour la santé. Le rapport entre les nanotechnologies et la santé devrait conduire à promouvoir une politique de santé qui ne soit pas une nouvelle religion fondée sur l'illusion technique. ■