



Ambassade de France au Royaume-Uni
Service Science et Technologie

Février 2006

Premier rapport gouvernemental sur les risques liés aux nanoparticules

Premier rapport gouvernemental sur les risques liés aux nanoparticules

Le rapport « *Nanoscience and nanotechnologies : opportunities and uncertainties* » publié conjointement en juillet 2004 par la *Royal Society* et la *Royal Academy of Engineering* (cf. Actualités scientifiques au Royaume-Uni, septembre 2004, p. 11), portait en particulier sur les risques de sécurité et de santé liés aux nanotechnologies. Les rédacteurs de ce document soulignaient que les nanoparticules et les nanotubes présentaient les risques les plus importants et constituaient donc une priorité de recherche. Ils émettaient donc des recommandations, demandant en particulier au gouvernement de développer un programme de recherche destiné d'une part à réduire les incertitudes liées à la toxicité et aux voies d'exposition aux nanoparticules et, d'autre part, à développer l'instrumentation nécessaire à leur mesure à la fois sur les lieux de travail et dans l'environnement.

Le gouvernement britannique a accepté cette recommandation (la numéro 3). Dans ce cadre, le *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (Defra, le ministère britannique de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales) a publié, fin novembre 2005, le premier rapport exposant :

- le programme d'objectifs de recherche pour caractériser les risques possiblement posés par les nanoparticules. Ces objectifs sont au nombre de 19 ;
- la description des activités actuelles ;
- la description des mécanismes de financement de ces initiatives.

En particulier, trois domaines clés ont été identifiés pour lesquels des recherches supplémentaires sont absolument nécessaires afin de développer un cadre de gestion du risque pour les nanoparticules :

- les propriétés, la caractérisation et la métrologie, incluant la standardisation ;
- l'exposition des hommes et de l'environnement ;
- les dangers pour la santé humaine et l'environnement.

Un quatrième domaine d'action recouvre les dimensions sociétales et éthiques du développement des nanotechnologies. Enfin, les différentes sources de financement possibles sont passées en revue.

En fait, le rapport endossé par le Defra a été rédigé par le *Nanotechnology Research Coordination Group* (NRCG). Ce groupe a été formé par le gouvernement en réponse au rapport des deux académies savantes. Il est chargé de développer un programme complet de recherche sur les risques dans le domaine des nanoparticules. Le NRCG est présidé par le Defra et comprend des représentants des conseils de recherche (BBSRC, EPSRC, ESRC, MRC et NERC), du *National Physical Laboratory*, des administrations décentralisées, des ministères concernés (Defra, *Department of Health* (DH, le ministère de la santé), *Department of Trade and Industry* (DTI, le ministère du commerce et de l'industrie) et *Food Safety Agency* (FSA, l'agence de sécurité alimentaire)). Dans le cadre de la rédaction de son rapport, le NRCG a commandé deux études sur les données manquantes pour l'évaluation de l'exposition et du danger liés aux nanoparticules. Des entretiens avec les acteurs du domaine (industriels, universitaires ou groupes de la société civile) ont également été organisés.

Quelques définitions

Les définitions du domaine des nanosciences et des nanotechnologies ne sont pas encore unifiées internationalement. Toutefois, le *British Standards Institute* (BSI, l'Institut

Britannique des Standards) a publié le document PAS 71 énonçant des termes et des définitions pour les nanotechnologies. Elles servent de cadre au rapport du Defra, en particulier en ce qui concerne la taille des nanoparticules (particules dont au moins une dimension est de l'ordre de 100 nm ou moins) mais également ce que l'on appellera par la suite les nanoparticules fabriquées (toutes les nanoparticules fabriquées pour atteindre des propriétés ou une composition spécifiques).

1. La participation du public et la recherche en sciences sociales

Selon le NRCG, certains développements scientifiques ou technologiques, comme l'énergie nucléaire, les OGM ou la recherche sur les cellules souches ont démontré qu'il est difficile de séparer les risques sanitaires ou environnementaux du contexte économique et social plus large dans lequel ils se trouvent. Il s'assigne donc l'objectif de recherche suivant :

❖ **Objectif de recherche n° 1 : comprendre les implications sociales et éthiques des nanotechnologies, à travers un programme de dialogue public et de recherche en sciences sociales.**

Il s'agit tout d'abord de comprendre quelles sont les utilisations et applications possibles des nanotechnologies. Deux initiatives sont déjà en cours :

- le Defra, l'*Environment Agency* (EA) et le *Health and Safety Executive* (HSE) ont commandé une étude complète des produits et des applications des nanotechnologies au Royaume-Uni. Ce travail prendra la forme d'une base de données qui sera mise à jour de façon régulière.
- le nouveau *Horizon Scanning Centre* de l'*Office of Science and Technology*

(OST) cherche à identifier, au stade le plus précoce possible, les domaines pour lesquels des problèmes sanitaires, environnementaux, sociaux, éthiques et de sécurité peuvent naître de technologies nouvelles ou émergentes. Ces technologies incluent les nanotechnologies.

D'autre part, un certain nombre de programmes est déjà en cours pour engager le public dans le débat sur les nanotechnologies. Les trois programmes gouvernementaux sont : *Nanodialogues*, le *Nanotechnology Engagement Group* (NEG), tous deux financés par le DTI, et *Small Talk*.

Le conseil de recherche ESRC (*Economic and Social Research Council*) quant à lui finance des projets de recherche à hauteur de 2,5 millions de livres (environ 3,6 millions d'euros) conjointement avec des partenaires du secteur public. Ces projets se concentrent sur les dimensions économiques et sociales des nanotechnologies.

2. Les propriétés, la caractérisation et la métrologie des particules

Tous les acteurs du domaine des nanosciences et nanotechnologies s'accordent à dire que des méthodes de mesure fiables, peu coûteuses et standardisées pour :

- mesurer la taille et la forme des nanoparticules ;
- caractériser les nanoparticules par exemple leur composition et le comportement de leur surface.

Sans ces méthodes, il serait relativement difficile d'évaluer les risques associés aux nouvelles technologies développées à l'échelle du nanomètre. Le gouvernement se fixe donc trois objectifs de recherche.

❖ **Objectif de recherche n° 2 (caractérisation et métrologie) : identifier les métriques les plus appropriées et les méthodes associées pour la mesure et la caractérisation des nanoparticules.**

En effet, il est possible que les métriques les pertinentes diffèrent suivant le type de nanoparticules :

par exemple la surface pour les nanoparticules et le nombre de fibres pour les nanotubes.

❖ **Objectif de recherche n° 3 (caractérisation et métrologie) : développer des nanoparticules de référence standardisées et bien caractérisées.**

Ces particules de référence devraient varier en taille, forme, durabilité, composition et réactivité de surface. Elles seront utilisées pour la métrologie, la caractérisation et l'évaluation de l'exposition et des dangers (notamment pour l'étalonnage en toxicologie).

❖ **Objectif de recherche n° 4 (caractérisation et métrologie) : comprendre les propriétés des nanoparticules notamment dans le contexte de leur potentiel d'inflammation ou d'explosion, et évaluer/développer des méthodes pour les évaluer.**

Les particules plus larges sont également susceptibles de causer des feux ou des explosions lorsqu'elles sont relâchées dans l'atmosphère et soumises à une source d'inflammation. Mais comme l'énergie nécessaire pour enflammer des particules dépend de leur diamètre, les nanoparticules sont susceptibles de présenter une charge électrostatique accrue. Les particules pourraient être suffisamment chargées pour s'enflammer spontanément lorsqu'elles sont dispersées dans l'air. Mais leur tendance à s'agglomérer rend les tests particulièrement difficiles à entreprendre.

Activités en cours

Le *National Physical Laboratory* (NPL) a commencé à travailler sur le développement de méthodes, sur des techniques de calibration et sur la caractérisation chimique des nanoparticules. Le NPL s'appuie pour cela sur les travaux qui existent déjà sur les émissions aérogènes de véhicules et sur les matériaux pertinents. Les besoins spécifiques des nanotechnologies en termes de mesure sont également définis dans plusieurs programmes *National Measurement*

System (NMS). Ces programmes, actuellement en développement, sont financés par le DTI. En particulier, le programme *Measurements for Emerging Technologies* inclut un important projet sur la caractérisation des micro (taille de l'ordre du micromètre) et nano particules.

Enfin, le HSE, en collaboration avec le *Health and Safety Laboratory* (HSL), s'efforce d'identifier les besoins spécifiques de recherche, en particulier la faisabilité de méthodes pour mesurer les propriétés d'inflammation et d'explosion des nanoparticules. Ces deux organismes cherchent également à développer des méthodes qui utiliseraient moins de matériaux que les méthodes actuelles afin que des résultats puissent être obtenus avant que les matériaux ne soient disponibles en grande quantité.

Financement

Le gouvernement reconnaît qu'il s'agit d'un domaine prioritaire et finance déjà, avec l'industrie et les universités, le programme *Measurements for Emerging Technologies* à hauteur de 2,6 millions de livres (environ 3,8 millions d'euros).

3. L'exposition

L'exposition aux nanoparticules devrait dépendre de leur source et des cheminements qu'elles empruntent pour atteindre les récepteurs humains et environnementaux. Le gouvernement britannique se fixe donc 6 objectifs de recherche.

❖ **Objectif de recherche n° 5 (exposition) : identifier davantage les sources de nanoparticules.**

Différentes sources d'exposition humaine ou environnementale aux nanoparticules ont déjà été identifiées. On peut par exemple citer l'exposition sur le lieu de travail, par des produits cosmétiques ou encore lors de libération voulues dans l'environnement (dans le cas de la dépollution des nappes phréatiques contaminées par exemple). Toutefois, des incertitudes demeurent sur les sources possi-

bles, en particulier en ce qui concerne les échappements non intentionnels dans l'environnement.

Les nanoparticules peuvent cheminer à travers l'air, le sol ou l'eau.

❖ **Objectif de recherche n° 6 (exposition) : optimiser et développer des technologies qui permettent la mesure des expositions aux nanoparticules via l'air à la fois au travail et dans l'environnement.**

❖ **Objectif de recherche n° 7 (exposition) : comprendre le sort et le comportement des nanoparticules dans l'air.**

L'atmosphère constitue le chemin principal pour l'exposition de l'homme ou de l'environnement, en particulier à travers l'inhalation. S'il existe des données sur l'exposition atmosphérique aux nanoparticules « non fabriquées » (par exemple celles issues de la combustion), aucune n'est spécifique aux nanoparticules. Les études réalisées à la demande du NRCG montrent que les personnes les plus exposées *via* l'air seraient probablement celles qui fabriquent, transforment et utilisent les nanoparticules sur le lieu de travail ou dans un laboratoire de recherche. En conséquence, les risques du grand public d'être exposé *via* l'air sont très faibles. La compréhension actuelle du comportement des produits de combustion pourrait permettre des déductions quant au transport et au dépôt des nanoparticules ainsi qu'à l'exposition des humains et de l'environnement. De plus, un certain nombre de métriques et de méthodes utilisées pour les nanoparticules « non fabriquées » pourrait être transposé aux nanoparticules fabriquées.

Objectif de recherche n°8 (exposition) : développer des systèmes de contrôle de l'exposition.

Etant donné le peu de connaissance sur l'exposition *via* l'atmosphère, le gouvernement estime qu'il serait sensé de d'ores et déjà développer et de mettre en place des systèmes de réduction de l'exposition, qu'elle soit atmosphérique ou dermique.

❖ **Objectif de recherche n° 9 (exposition) : optimiser, développer et appliquer des technologies qui permettent la mesure de l'exposition des nanoparticules dans l'eau et le sol.**

❖ **Objectif de recherche n° 10 (exposition) : comprendre le sort environnemental, le comportement et l'interaction des nanoparticules dans le sol et l'eau.**

Exposition via l'eau : il n'existe pas d'information directe sur l'eau comme source d'exposition aux nanoparticules et on sait très peu de choses sur le comportement de ces dernières dans les milieux aquatiques. Ainsi, des nanoparticules pourraient être utilisées pour dépolluer des aquifères mais cette technique pourrait en même temps créer un chemin d'exposition pour l'environnement. La compréhension du comportement des nanoparticules utilisées pour la dépollution constitue une priorité de recherche majeure. On peut par exemple citer le cas du fer à valence zéro proposé pour débarrasser les nappes phréatiques des solvants chlorés.

De plus, si les techniques de mesure de concentration et d'évaluation des propriétés chimiques et physique des nanoparticules dans l'eau ont été améliorées récemment, elles s'appliquent d'abord aux nanoparticules produites naturellement et pas à celles produites par l'homme.

Exposition via le sol : elle devrait résulter d'activités incluant l'introduction délibérée à travers les techniques de dépollution de l'eau et du sol, les emplois agricoles (par exemple dans les engrais) ainsi que les diffusion non intentionnelles *via* l'atmosphère, l'eau et l'épandage des boues d'épuration. De plus, il pourrait être possible que les nappes phréatiques soient contaminées du fait du transport des nanoparticules à travers les sols. De même que pour l'eau, les scientifiques connaissent peu de choses sur le comportement, le transfert et le sort des nanoparticules dans les sols.

Le rapport du Defra envisage également l'exposition humaine délibérée à travers deux sources : d'une part les applications médicales (incluant les médicaments et les appareils médicaux) et d'autre part les produits de consommation (comme les produits cosmétiques qui en contiennent par composition). Dans ce cas, le gouvernement considère qu'il appartient aux fabricants de s'assurer que leurs produits sont sûrs d'utilisation. La caractérisation de cette exposition délibérée devra faire part de l'évaluation de sécurité obligatoire avant la commercialisation.

Activités en cours

Le Defra, l'*Environment Agency* et le *Health and Safety Executive* (HSE) ont financé le développement d'une base de données qui donne les contours de la fabrication et de l'utilisation des nanotechnologies au Royaume-Uni. Cette base de données, qui sera mise à jour régulièrement, s'appuie également sur le réseau MNT (*Micro and Nanotechnology Network*) financé par le DTI. En outre, des recherches sur les applications potentielles de nanotechnologies pour l'emballage alimentaire ont été initiées par l'agence de sécurité alimentaire britannique.

En outre, le Defra finance des recherches sur la pollution atmosphérique et la qualité de l'air. Quoique non centrées sur les particules fabriquées, ces études pourraient toutefois s'avérer utiles dans le domaine des nanotechnologies.

Enfin, le HSE envisage le financement de travaux sur la surveillance de l'exposition sur les lieux de travail. Ces travaux incluraient la conception d'un instrument de surveillance portable. Il poursuit également le développement de systèmes de contrôle de l'exposition avec le *National Institute of Occupational Safety and Hygiene* (NIOSH) américain.

4. Les dangers pour l'homme et l'environnement

4.1 Les dangers pour l'homme

Dans sa réponse au rapport de la *Royal Society* et de la *Royal Academy of Engineering*, le gouvernement britannique a fait de la compréhension des risques sanitaires posés par les nanoparticules une priorité de recherche, quelle que soit la voie d'exposition. L'exécutif britannique a d'ailleurs commandé une étude sur ce sujet à l'*Institute of Occupational Medicine* (IOM) et s'est fondé sur cette étude pour définir six objectifs de recherche.

❖ *Objectif de recherche n°11 (danger sanitaire) : établir une compréhension claire de l'adsorption des nanoparticules via les poumons, la peau, les intestins et leur distribution dans le corps (c'est-à-dire la toxicocinétique), en identifiant, pour l'évaluation de la toxicité, des tissus ou organes potentiellement cibles.*

Jusqu'à présent, très peu d'études sur l'adsorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion des nanoparticules ont été menées.

❖ *Objectif de recherche n°12 (danger sanitaire) : établir une compréhension claire du transport inter et intracellulaire et de la localisation des nanoparticules ainsi que de leur toxicité cellulaire.*

Il est important de comprendre le transport des nanoparticules à travers les membranes (à la fois en dehors et dans les cellules) ainsi que leurs effets toxiques (par exemple le stress oxydatif, la génotoxicité, la production de cytokines de l'inflammation et l'apoptose). De telles études cellulaires *in vitro* permettent de comprendre les mécanismes de la toxicité, la réponse des mécanismes de défense cellulaire ou encore les effets pathologiques possibles. Ces travaux devraient prendre en compte la taille, la composition, l'aggrégation ou la désaggrégation des particules et étudier la nature et l'amplitude des réponses biochimiques.

❖ *Objectif de recherche n°13 (danger sanitaire) : comprendre si le stress oxydatif, les effets inflammatoires et la génotoxicité s'appliquent aux nanoparticules.*

On pense que la taille, la forme et la composition des nanoparticules produites par des phénomènes de combustion influencent la toxicité des particules. Par exemple, la longueur, le diamètre et la persistance des fibres minérales jouent un rôle déterminent les effets néfastes des fibres. De telles études ont montré la capacité accrue des nanoparticules, par rapport aux objets de taille plus large, à causer l'inflammation des organes.

❖ *Objectif de recherche n°14 (danger sanitaire) : établir une compréhension claire du dépôt, de la distribution, de la toxicité, du pouvoir pathogène, du potentiel de translocation et des chemins dans les voies aériennes et les poumons des nanoparticules ainsi que leur impact potentiel sur le système cardiovasculaire et le cerveau.*

Des études effectuées sur la pollution par les particules « non intentionnellement fabriquées », et confirmées par des études portant sur les nanoparticules de carbone créées par combustion, montrent qu'elles peuvent présenter un caractère inflammatoire pour les poumons. Il n'est toutefois pas clair dans quelle mesure ces conclusions s'appliquent aux nanoparticules. En particulier, on note un manque de données fiables sur la distribution, la toxicité et les effets pathogènes sur les voies aériennes et les poumons des nanotubes de carbone, qu'ils soient à paroi simple ou à paroi multiple.

Plusieurs études utilisant des nanoparticules radioactives ont également montré le passage de ces particules des poumons dans le sang. Il pourrait donc exister des effets sur le système cardiovasculaire, d'autant plus que les nanoparticules pourraient être associées à des thromboses ou des inflammations du sang.

Enfin, des études ont également montré que certaines nanoparticules

pourraient atteindre le cerveau *via* le système nerveux central et suite à une inhalation.

❖ *Objectif de recherche n°15 (danger sanitaire) : mieux comprendre l'absorption dermique, la pénétration et la toxicité pour la peau, compte tenu de l'utilisation actuelle des nanoparticules dans les produits de grande consommation.*

En effet, le potentiel de pénétration dans la peau des nanoparticules n'est pas complètement compris. En ce qui concerne les intestins, on sait que des microparticules traversent leur barrière mais rien ne permet de dire si et comment ce transfert est accru dans le cas des nanoparticules. De même, aucune donnée n'est disponible quant aux doses de nanoparticules susceptibles d'atteindre d'autres organes, comme la moelle épinière, la rate, le foie, le cœur ou encore le placenta, voire le fœtus après exposition.

❖ *Objectif de recherche n°16 (danger sanitaire) : développer des méthodes de test pour l'évaluation du risque sanitaire et évaluer la pertinence pour les nanoparticules des méthodes de test actuelles.*

Dans ce cadre devraient être établies des archives électroniques et libres d'accès des publications scientifiques et techniques. Une base de données toxicologiques et écotoxicologiques devrait également être mise en place. Une base de données de ce type a été récemment développée par l'*International Council on Nanotechnology* (ICON) ; elle contient environ 1 300 articles de recherche et son accès est libre à l'adresse : <http://icon.rice.edu/research.cfm>.

Activités en cours

Le conseil de recherche *Medical Research Council* (MRC) finance actuellement, à hauteur d'environ un million de livres (environ 1,5 million d'euros) des travaux de recherche dans les domaines de la toxicologie, de la médecine respiratoire et de l'environnement et de la santé. En outre, le MRC est prêt à engager environ

200 000 livres (environ 294 000 euros) dans un programme de renforcement des capacités en environnement et santé humaine. Ce programme, mené par le conseil de recherche *Natural Environment Research Council* (NERC), vise à encourager la recherche interdisciplinaire. Enfin, le MRC contribue à deux *Interdisciplinary Research Collaborations* (IRC, des collaborations de recherche interdisciplinaires) en nanotechnologies et bionanotechnologies, à hauteur de 3 millions de livres (environ 4,4 millions d'euros) sur six ans. Ces collaborations sont menées en partenariat avec les conseils de recherche EPSRC et BBSRC.

4.2 Les dangers pour l'environnement

Selon le gouvernement britannique, les nanoparticules pourraient, dans l'environnement, causer un danger pour un grand nombre d'espèces, incluant les plantes, les micro-organismes, les invertébrés, les poissons et mammifères. Ces particules pourraient agir au niveau de l'individu ou de la population et avoir une influence sur la structure et la fonction d'un écosystème dans son ensemble. Le risque posé dépendra de l'ampleur et de la nature des sources d'exposition, des propriétés et du comportement des nanoparticules dans l'environnement, de leur toxicité et de leur persistance dans les organismes et de leur potentiel de bioaccumulation et de bioamplification au long de la chaîne alimentaire. Une meilleure compréhension des sources, des propriétés physiques, du sort et du comportement dans l'environnement devrait permettre d'identifier les organismes à risque. Selon le Defra, la Commission Européenne a identifié l'écotoxicologie des nanoparticules comme un sujet où les données manquent et nécessitant des travaux de recherche supplémentaires. Le gouvernement britannique s'est donc fixé trois objectifs de recherche dans ce domaine.

❖ *Objectif de recherche n°17 (danger pour l'environnement) : établir l'absorption, la toxicité et les effets des nanoparticules sur les eaux souterraines et les microorganismes du sol, les animaux et les plantes, tout spécialement dans le cadre de la dépollution.*

Les nanoparticules peuvent être utilisées pour dépolluer les nappes phréatiques et les sols contaminés. Selon des études préliminaires, les nanoparticules pourraient s'avérer toxiques pour les bactéries. Les microorganismes présents dans les sols et les eaux souterraines sont alors être identifiés comme des récepteurs importants pour les nanoparticules utilisées pour la dépollution. L'absorption, la toxicité et les effets sur la croissance, la survie et la composition et le rôle des communautés de microorganismes constituent donc une priorité de recherche. L'absorption et la toxicité des nanoparticules pour la flore et la faune devraient également être prises en compte.

❖ *Objectif de recherche n°18 (danger pour l'environnement) : établir les mécanismes de toxicité, la toxicocinétique et les effets in vivo des nanoparticules sur des groupes écologiques clés (incluant les invertébrés les vertébrés et les plantes). Faciliter le transfert de technologie des études de toxicologie humaine pour renseigner l'écotoxicologie.*

Tout comme pour les microorganismes, les connaissances sur les dangers des nanoparticules pour d'autres groupes écologiques clés (comme les plantes, les invertébrés et les vertébrés) restent très limitées. En particulier, l'absorption et la toxicocinétique des nanoparticules sont mal comprises. De même, les mécanismes au niveau cellulaire ne sont pas mieux compris. En conséquence, des travaux devraient être menés qui prennent en compte en particulier l'exposition à des faibles doses sur de longues périodes de temps. Les effets combinés des nanoparticules et d'autres contaminants, qu'ils soient

métalliques ou organiques, devraient être considérés.

❖ *Objectif de recherche n°19 (danger pour l'environnement) : définir les critères d'évaluation devant être mesurés dans les études écotoxicologiques et évaluer la pertinence pour les nanoparticules des tests standards pour la persistance, la bioaccumulation et la toxicité.*

L'objet de ces travaux est de définir une série de protocoles standards pouvant être utilisés de façon routinière pour évaluer les risques.

Activités en cours

Les activités dans le domaine des risques pour l'environnement sont pour le moment assez limitées au Royaume-Uni.

5. Le financement et le renforcement des capacités

Selon ses auteurs, l'objet du rapport est de faire connaître les priorités de recherche et les modes de financement au Royaume-Uni et en Europe. Le gouvernement britannique souhaite voir le développement d'une communauté de recherche capable d'apporter sa contribution à l'effort global visant à lever les incertitudes sur les dangers des nanoparticules. Le gouvernement britannique affirme déjà soutenir des travaux de recherche dans un certain nombre de domaines de recherche importants. Ainsi le DTI, le conseil de recherche EPSRC, le HSE, l'industrie et les universités consacrent un total de 6,5 millions de livres (environ 9,6 millions d'euros) aux travaux sur la mesure et la caractérisation. Il est prévu que 4 millions de livres supplémentaires (environ 5,9 millions d'euros) soient disponibles dans un avenir proche.

En ce qui concerne l'environnement, et comme on l'a vu dans ce qui précède, le Defra et le conseil de recherche NERC poursuivent déjà un certain nombre des objectifs de recherche énoncés dans le document gouvernemental. Durant les deux

prochaines années, le Defra consacra 2 millions de livres (environ 2,9 millions d'euros) à tenter de combler le déficit de connaissances en ce qui concerne l'environnement. En sus de la recherche qu'il finance, le HSE est un des partenaires du projet de recherche international *Nanoparticle Benchmarking Occupational Health and Safety*. Ce projet couvre des problématiques telles que l'efficacité des filtres ou encore les équipements personnels de protection.

Dans le domaine de la santé humaine, on a vu que les conseils de recherche MRC et BBSRC financent des travaux s'inscrivant dans les objectifs du rapport.

La plupart des financements attribués par les conseils de recherche britanniques le sont sur le mode responsable. Dans ce cadre, des projets proposés en collaboration avec d'autres sources de financement, par exemple des ministères, sont particulièrement bienvenus. Du fait de la nature interdisciplinaire des nanosciences et nanotechnologies, les conseils de recherche s'efforceront de proposer une approche cohérente et coordonnée des différents objectifs de recherche. Ils ont d'ailleurs déjà établi un groupe de coordination au sein de *Research Council UK* ; ils soutiennent également des réseaux destinés à rassembler les chercheurs, les décideurs et autres acteurs du domaine :

- NANOMIST (pour *Nanoparticles at the medicine interface with science and technology network*, www.gees.bham.ac.uk/research/NANOMIST/) : l'objet de ce réseau, hébergé par l'Université de Birmingham, est de regrouper les scientifiques impliqués dans la production, la caractérisation et les applications des nanoparticules avec la communauté médicale. NANOMIST encourage la recherche et le développement multidisciplinaires dans le domaine des nanoparticules afin d'améliorer les informations, l'instrumentation et les

méthodes disponibles pour les personnes intéressées par les réponses biologiques aux particules ambiantes.

- NANOSafeNET (www.nanosafenet.co.uk/) : l'objet de ce réseau est de rassembler des chercheurs du privé et du public et des personnes impliquées dans la définition des réglementations et des politiques. Il devra permettre le partage et la diffusion de l'information se rapportant à la sûreté, à l'utilisation, aux aspects sanitaires et aux implications sociétales et éthiques des nanotechnologies.

Conclusion

Le gouvernement considère que ce rapport s'inscrit dans le processus en cours d'amélioration des connaissances, de l'accès à l'information et de l'identification des priorités de recherche. Un second rapport est donc prévu pour 2007.

Ce rapport est par ailleurs tout à fait cohérent avec les conclusions d'un groupe de travail commun entre la *Royal Society* et le Conseil des Sciences du Japon. Une réunion de travail, qui s'était tenue les 11 et 12 juillet 2005 à Londres, a fait l'objet d'un rapport publié fin novembre 2005. Ce document déplorait le manque de moyens alloués aux études sur les impacts environnementaux et sanitaires possibles des nanotechnologies. Il appelait de ses vœux des collaborations internationales et interdisciplinaires pour mener à bien des travaux de recherche sur l'exposition et la toxicité potentielles des nanomatériaux. Il réclamait également un cadre standardisé pour l'évaluation de la sûreté des nanomatériaux. Selon les deux organismes, une organisation internationale, par exemple l'OCDE, devrait être chargée de conduire ce projet.

On peut cependant noter que le document signé par le Defra se caractérise par une absence quasi-totale

d'annonce de budget supplémentaire pour les dix-neuf ambitieux objectifs de recherche qu'il s'est fixés. Dans un communiqué commun, la *Royal Society* et la *Royal Academy of Engineering* se sont félicitées de la publication du programme de recherche du gouvernement ; toutefois, les deux sociétés savantes déplorent le fait qu'aucun budget n'ait été spécifiquement alloué à ce qu'elles considèrent être d'importants travaux de recherche. Selon elles, un financement dédié aux questions de sécurité des nanotechnologies aurait également l'avantage d'encourager la nécessaire expansion de la communauté de recherche britannique travaillant sur les questions de sécurité des nanotechnologies. Deux autres questions préoccupent les sociétés savantes. D'une part, dans leur rapport « *Nanoscience and nanotechnologies : opportunities and uncertainties* », elles avaient recommandé la création d'un centre qui jouerait le rôle de point central autour duquel se développerait la communauté de recherche. Le gouvernement ne semble pas avoir suivi cette recommandation : selon les deux sociétés savantes, le gouvernement devrait clarifier la façon les mécanismes de coordination et de collaboration internationale mis en place pour les chercheurs britanniques. D'autre part, elles déplorent également le manque apparent de coordination entre le gouvernement et l'industrie pour développer des tests de sécurité ou le dialogue avec le public.

Sources : "Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles", 30/11/05, www.defra.gov.uk/environment/nanotech/nrcg/reports/index.htm ; The Royal Society, 25/11/05, www.royalsoc.ac.uk/document.asp?id=3862 ; www.defra.gov.uk/environment/nanotech/nrcg/pdf/hazarddata-scoping.pdf ; NANOMIST, www.gees.bham.ac.uk/research/NANOMIST/aims.htm ; The Royal Society, 1/12/05, www.royalsoc.ac.uk/news.asp?id=3953



Directeur de la publication

René DAVID

Éditeur en chef

Jacques CHEVALIER

Responsable de la publication

Mathieu DAOUDI

Équipe rédactionnelle :

Sciences de l'Homme et de la société

Mariana SAAD

Sciences physiques et de la matière

Anne PROST

Sciences de la vie

Claire MOUCHOT

Technologies de l'information et de la communication

Yacine TOUATI

Sciences de l'ingénieur

Mathieu DAOUDI

Service Science et Technologie

6 Cromwell Place

Londres SW7 2JN

Téléphone : (44) 207 073 13 80

Télécopie : (44) 207 073 13 90

Site web : www.ambascience.co.uk

service.scientifique@ambascience.co.uk

Les articles d'Actualités scientifiques au Royaume-Uni peuvent être librement diffusés à condition qu'ils ne soient ni modifiés, ni vendus, ni exploités commercialement et que soit indiquée la source suivante :

Service Science et Technologie

Ambassade de France à Londres

www.ambascience.co.uk