

Note de synthèse du débat public Nanotechnologies de Marseille le mardi 19 janvier 2010

Applications des nanotechnologies en optique et photonique et autres développements en PACA

Applications des nanotechnologies pour la sécurité intérieure et la défense nationale

Panélistes : Marc Sentis, laboratoire LP3 (lasers, plasmas et procédés photoniques), Hugues Giovannini, Institut Fresnel (photonique et métamatériaux), Laurent Roux, entreprises IBS et SILOS (Pôle OPTITEC), André Soulage, Pôle PEGASE (aéronautique et spatial), Jean-Yves Bottero, laboratoire Cerege du CNRS (toxicologie) Robert Ranquet (défense), Pascal Maigné (délégation générale à l'armement) et Philippe Dieudonné (Ligue des droits de l'homme), Jacques Dallest, procureur de la République à Marseille.

Animateurs : Jean-Pierre Chaussade et Galiène Cohu, membres de la CPDP

Introduction

Jean-Pierre Chaussade situe le débat dans son contexte général. La ville de Marseille accueille aujourd'hui la 13^{ème} des 17 réunions prévues par la Commission particulière du débat public sur les nouvelles technologies. Ce débat, voulu par le Grenelle de l'environnement et le gouvernement, a pour mission de donner un maximum d'informations à un public le plus large possible sur toute la France, d'écouter et de relayer tous les points de vue. À l'issue des débats, le gouvernement aura trois mois pour rendre un avis.

Jean-Pierre Chaussade rappelle le rôle joué par le site internet dans le débat public (100 000 visites, 500 000 pages consultées, 225 contributions et avis) et la richesse des 46 cahiers d'acteurs réalisés par une très grande diversité de contributeurs (associations, syndicats, agences sanitaires, groupes d'entreprises, etc.)

Il donne la parole à la salle. Malheureusement, comme cela s'est déjà produit dans d'autres séances, le débat est très vite empêché par une cinquantaine de contestataires qui l'interrompent par des sifflets et des slogans hostiles aux nanotechnologies. Jean-Pierre Chaussade interroge la salle pour comprendre les raisons qui font que le public, ici 220 personnes, n'a pas la liberté de s'exprimer, de s'informer, de poser des questions, de donner des avis. La réponse d'un



manifestant est que les décisions sont déjà prises et que le débat est là pour les avaliser. Michèle Rousseau, du commissariat général du développement durable, conteste cette vision : plusieurs types de décisions pourraient être induites par ce débat comme le fait d'imposer un certain pourcentage de recherche sur les risques sur la santé et l'environnement, de demander plus ou moins de contrôleurs ou d'agir sur les institutions européennes, et d'autres avis donnés dans le débat.

Devant l'impossibilité de débattre dans les sifflets et les cris des manifestants, Jean-Pierre Chaussade passe le micro à Galiène Cohu pour répondre aux interrogations du public sur le débat, et il donne rendez-vous sur Internet 20 mn plus tard, afin de permettre aux intervenants de présenter leur sujet et de répondre aux questions du public, à la fois le public de la salle qui a eu le courage de rester (liaison par vidéo-transmission) et les internautes qui suivent en direct le débat.

Depuis la salle sécurisée, Jean-Pierre Chaussade lance le sujet de la défense nationale. La recherche réalisée par le ministère de la Défense sur les nanotechnologies représente autour de 7 % du montant de la recherche publique dans cette technologie.

Invité par une question de la salle à s'exprimer sur les diverses applications dans le domaine de la défense, Robert Ranquet évoque les applications potentielles qui permettent d'améliorer les performances des matériaux pour les rendre plus légers, plus résistants à la corrosion, résistants à certaines substances chimiques ou biologiques, sur des avions et des véhicules terrestres blindés, les dispositifs donnant des fonctions nouvelles comme la possibilité de faire des diagnostics ou des débuts de traitement en cas de blessure des combattants, ou de nouvelles fonctionnalités en matière de communication incorporée, ou encore la capacité d'emporter de l'énergie ou d'en générer.

2

Robert Ranquet assure qu'il n'y a pas de distinction fondamentale entre les applications des nanotechnologies dans la défense et celles du domaine civil. L'intérêt de l'armée pour les nanotechnologies ne signifie pas qu'il y aura un jour des nanoarmements. Questionné sur les drones, il explique que les drones tactiques américains sont de véritables avions, plus ou moins grands, mais qui n'ont rien à voir avec les nanotechnologies. La réalisation de drones de quelques centimètres permettrait tout au plus d'embarquer une caméra miniature et ne pourrait guère servir à autre chose qu'à la surveillance.

Interrogé sur l'existence d'applications nano, par exemple l'utilisation de nanoparticules comme vecteurs de propagation d'agents chimiques ou bactériologiques et la difficulté de s'en protéger, Robert Ranquet rappelle que les armes biologiques et chimiques sont interdites par les conventions internationales dont la France est signataire. Elle n'applique donc pas les nanotechnologies dans



ce domaine. En revanche, cela serait possible un jour par d'autres pays, il convient donc de s'en préoccuper et de réfléchir à l'avance aux parades.

Un autre internaute évoque la possibilité de fabriquer des virus pour tuer les populations de façon sélective. Robert Ranquet réaffirme l'interdiction d'utiliser des armes biologiques. L'Afrique du Sud, qui avait commencé des recherches en ce sens, les a stoppées sous la forte pression de la Communauté internationale. En outre, ces recherches, qui avaient débuté à partir de vrais virus, comme celui de la peste ou de la variole, sont bien moins complexes à mettre en œuvre que le recours aux nanotechnologies.

Une question porte sur le contrôle des laboratoires qui seraient susceptibles de travailler sur les armes biologiques, Robert Ranquet apporte une double réponse : pour les armes chimiques, la convention internationale a prévu un corps d'inspecteurs internationaux indépendants rattachés à l'OIAC (Organisation pour l'interdiction des armes chimiques) pour surveiller les activités des entreprises susceptibles d'en fabriquer, pour les armes biologiques en revanche il n'existe pas de régime d'inspection au sein de cette convention, cela repose sur les autorités nationales. En France, cela est du ressort du gouvernement et du ministère de la Défense qui dispose d'un corps d'inspecteurs et de contrôleurs indépendants des laboratoires. Au-delà, le Parlement peut exercer son contrôle sur le gouvernement.

3

Un internaute s'enquiert d'éventuelles applications de travaux dirigés par le CEA de Grenoble sur l'interface cerveau/informatique pour les soldats et des contrôles existants. Selon Robert Ranquet, de telles applications n'existent pas. Quant au contrôle sur les programmes militaires, cela fait partie de la politique de la défense qui fait l'objet d'une définition par le gouvernement, votée et débattue par le Parlement. Le contrôle peut se faire par la représentation nationale qui peut demander des comptes ou par des corps de contrôle particuliers comme le contrôle général des armées.

Sur l'invitation de Jean-Pierre Chaussade, pour illustrer les applications « duale » civiles et militaires, André Soulage décrit les applications développées par le pôle de compétitivité aéronautique et spatial Pégase : des matériaux plus résistants et plus légers, mais aussi l'optimisation du stockage de piles à combustible qui, sans permettre d'envisager à un horizon proche des Airbus électriques, autorise un recours plus important à des composants électriques dans les avions.

Marc Sentis, chercheur du CNRS au laboratoire LP3, donne ensuite un aperçu des applications nanotechnologiques dans le domaine des lasers qui touchent des domaines très différents comme le photovoltaïque (pour la structuration de la surface du silicium afin de la rendre plus absorbante), la santé (pour la fabrication de nanoagrégats servant de vecteurs de produits vers une tumeur cancéreuse ou



pour la tuer), ou des secteurs connexes comme l'ultra propreté, pour chasser les poussières à l'échelle nano dans la micro ou nano électronique.

Hugues Giovannini, de l'institut Fresnel, est appelé à évoquer les travaux en cours dans le domaine de la photonique, terme moderne de l'optique. Le fait d'utiliser la lumière - dont la longueur d'onde est de quelques centaines de nanomètres - a amené les chercheurs à s'interroger sur les interactions qui se produisent à l'échelle nanométrique entre une onde et la matière. Hugues Giovannini fait d'ailleurs valoir que c'est ainsi que les insectes se reconnaissent ou se cachent en développant, comme les mites, sur leurs ailes ou leurs yeux, des structures à l'échelle nanométrique qui ne renvoient pas la lumière de manière habituelle et leur permettent ainsi d'échapper à leurs prédateurs.

Il dévoile par exemple l'application de cette propriété pour fabriquer des lunettes antireflets, ou les métamatériaux consistant à essayer de maîtriser les interactions entre la lumière et les objets un peu complexes en ajoutant des inclusions périodiquement à intervalle de quelques centaines de nanomètres pour modifier fortement les propriétés optiques de certains matériaux transparents, ce qui permet d'augmenter les performances des microscopes et des télescopes ou de concevoir de nouvelles lentilles. On fait aussi appel aux opticiens pour améliorer les caméras ou les détecteurs de lumière qui se trouvent sur les portables.

4

Jean-Pierre Chaussade évoque la cape d'Harry Potter, le grand rêve de l'invisibilité. Hugues Giovannini explique que de manière théorique l'on peut envisager de travailler un morceau de verre transparent en y ajoutant des inclusions correctement réparties, de telle sorte que la lumière contourne ces matériaux et ne soit pas du tout réfléchi. L'onde se retrouve alors de l'autre côté de la source de la lumière, comme elle l'aurait été s'il n'y avait pas eu cet objet entre la source de lumière et l'observateur. La faisabilité a été prouvée avec la radiofréquence et dans les ondes de surface. Ainsi, il a été montré de manière expérimentale qu'il était possible de dévier des vagues à la surface de l'eau, ce qui pourrait être utilisé pour protéger les côtes de grosses vagues. Robert Ranquet signale que des applications de ce type sont utilisées pour rendre les avions moins visibles des radars.

Un internaute s'inquiète de dérives sécuritaires : est-on surveillé en permanence et fiché avec les puces RFID ? Pour Jacques Dallest, magistrat et procureur de la République, très attaché à la protection des libertés individuelles, c'est un grand thème de ce débat. Tout progrès technologique et toute science sont susceptibles de susciter leurs propres dérives. Internet par exemple est une technologie extraordinaire qui favorise la diffusion de l'information et de la culture, mais c'est aussi un vecteur de réseaux pédophiles ou extrémistes.



La miniaturisation du dispositif de contrôle peut dans certains cas porter atteinte aux libertés. La miniaturisation du bracelet électronique, qui permet de contrôler les déplacements d'un condamné après une décision de justice, poserait un problème de contrôle de la part des autorités publiques. C'est au législateur de poser les bornes de ce qui est autorisé en matière de libertés individuelles.

Interrogé sur la responsabilité de la police ou de la justice dans la poursuite d'individus ou d'organismes développant des recherches sur des armes biologiques sur le territoire français, il rappelle que la justice applique la loi de la République, expression des citoyens. Bien entendu, la loi doit s'adapter aux évolutions de la science.

Plusieurs questions portent alors sur l'insuffisance de formations universitaires aux nanotechnologies, dans la perspective de la création de 100 000 emplois. Pour les chercheurs, la formation spécifique aux nanosciences est naissante. Elle est complexe à mettre en place, faisant appel à des champs différents. En revanche, il existe des masters recherche en physique, chimie, biologie, photonique, microélectronique, etc. Il n'y a pas encore de formation dans le domaine de l'écotoxicité des matériaux nano, mais les besoins seront probablement importants dans les prochaines années.

Le public interroge également sur les possibilités d'accès des PME aux nanotechnologies qui ont besoin, comme les grandes entreprises, d'être plus performantes pour relancer la croissance. André Soulage souligne le rôle des pôles de compétitivité pour favoriser les échanges entre la recherche et les PME, dans le cadre de projets collaboratifs.

5

Une personne dans la salle dénonce le danger de l'argument de la démocratie améliorée avancé par la CNDP. Le débat public, selon lui, est du domaine de la farce. Galiène Cohu puis Jean-Pierre Chaussade, membres de la CPDP, objectent qu'avec la loi de démocratie de proximité, tous les projets soumis jusqu'ici au débat public ont progressé grâce aux questions, propositions et avis. Les nanotechnologies, depuis le lancement de la Commission, ont fait l'objet de nombreuses publications d'articles et d'échanges sur Internet qui ont permis à un public beaucoup plus large de s'approprier un sujet qu'il ne connaissait pas.

Michèle Rousseau insiste sur l'importance de ce débat qui pèsera sur les décisions que prendra le gouvernement dans l'orientation des travaux de recherches aidés, l'importance des contrôles et des réglementations. Dans le domaine de la protection de l'environnement, la participation du public aux prises de décisions est inscrite dans la convention d'Aarhus, reprise dans les directives européennes et inscrite dans la Constitution avec l'introduction de l'article 7 de la Charte de l'environnement.



Robert Ranquet renchérit sur l'importance du contrôle démocratique : l'exercice de démocratie mondiale a, par exemple, permis l'interdiction d'utilisation d'armes biologiques et chimiques.

Enfin, les chercheurs, qui se sentent très isolés, sont très demandeurs d'une appropriation des questions scientifiques par les citoyens.

Parmi les inquiétudes exprimées reviennent souvent la peur du caractère invisible des nano, instrument de pouvoirs occultes et de contrôle des individus, ainsi que le manque d'informations et d'affichage sur des produits déjà sur le marché. Peut-on obtenir la liste des produits mis sur le marché ? Quels sont les pouvoirs d'analyse et de contrôle ? Comment garantir qu'un pays comme la Chine n'exporte pas déjà des objets contenant des nanomatériaux ? Enfin, pour répondre à une demande d'autorisation de mise sur le marché, l'autorité fondera-t-elle sa réponse sur les essais du fabricant ou sur une expertise indépendante ?

En ce qui concerne la crainte d'une absence de transparence sur les produits mis sur le marché, Catherine Mir, du ministère du Développement durable, rappelle que, dans l'espace communautaire, les produits circulent librement s'ils répondent aux normes et règles d'étiquetage de la Communauté européenne. Le règlement Reach, relativement contraignant, n'existe que depuis deux ans : il impose aux industriels d'enregistrer les produits chimiques et d'en évaluer les effets sur la santé et l'environnement. Il devra faire l'objet d'amendements pour prendre en compte les nanomatériaux. Il prévoit également la possibilité d'interdire des substances considérées comme dangereuses, hormis des cas spécifiques où elles sont irremplaçables. Encore faut-il avoir des éléments de connaissance prouvant leur dangerosité. Une autre possibilité serait de restreindre certains usages, qui pourraient présenter un danger, comme l'introduction des nano dans les jouets.

6

Pour assurer une traçabilité, le Grenelle de l'environnement a prévu un dispositif où le fabricant, l'importateur ou la personne mettant sur le marché des nanomatériaux doit déclarer le type, les quantités et l'usage. Ces informations seront mises à la disposition du public de façon générale.

Michèle Rousseau signale qu'il existe en Finlande une agence européenne qui assure un contrôle de deuxième niveau des produits en attente d'autorisation de mise sur le marché. Mireille Fontaine ajoute que, dans le domaine de la cosmétique, l'Europe vient d'adopter un règlement stipulant l'obligation prochaine de mentionner la présence de substances nano sur les emballages. Aucun texte n'impose à ce jour la publication d'une liste de produits contenant des nanoparticules. Il est possible cependant de trouver sur Internet des listes déclaratives mais non exhaustives ou comprenant des produits sans nanoparticules. Le site le plus complet est le *Project and Emerging Technologies*.



A une question du public évoquant la possibilité d'importation massive de jouets contenant des nano puces provenant de Chine pour nous surveiller, Laurent Roux, du pôle OPTITEC, estime cette hypothèse improbable : la communication des puces devrait se faire à des longueurs d'onde particulières pour qu'elles puissent être lues à partir d'un satellite, ce qui suppose une antenne. En outre, l'émission nécessiterait une importante quantité d'énergie avec un stockage qui serait très visible.

Autre sujet d'inquiétude exposé par plusieurs questions : la toxicité des nano sur la santé et l'environnement. Jean-Yves Bottero, qui s'intéresse particulièrement aux interfaces entre les nanomatériaux, l'eau et le vivant, assure que les tonnages de produits vendus dans le commerce sont extrêmement faibles. Sur un peu plus de 1 000 produits actuellement sur le marché, la moitié portent sur des vêtements et des cosmétiques. Le titane contenu dans les crèmes solaires représente, à l'échelle mondiale, 10 000 tonnes, il est prévu d'aller jusqu'à 1 million de tonnes.

Par ailleurs, l'écotoxicité qui ressort d'un produit n'est pas seulement celle de la particule mais aussi celle de l'enrobage. Marc Sentis ajoute que les programmes de recherche, de plus en plus transdisciplinaires, commencent à intégrer la participation d'équipes étudiant d'abord la toxicité des produits. C'est un véritable changement de culture.

7

Une représentante de l'AFNOR informe d'un travail de normalisation européenne et internationale commencé il y a deux ans pour définir, construire des méthodes de caractérisation et établir un programme sur la santé et la sécurité lié aux nano. Il en ressort que les Asiatiques ont surtout une approche commerciale, alors que les Européens, notamment les Français, préconisent un management et une évaluation des risques avant la mise sur le marché de nanomatériaux.

Une suggestion est faite dans le public d'une restriction de l'application des nanomatériaux, comme c'est le cas pour l'amiante, à des usages très spécifiques.

Jean-Yves Bottero précise que dès les années 90 aux États-Unis et plus tardivement en Europe, on s'est d'abord intéressé aux risques pour l'homme et notamment les travailleurs et on a développé des équipements de protection individuelle.

Le public s'enquiert de l'affectation du budget recherche nano : la défense perçoit moins de 10 % de l'ensemble, la santé et l'environnement de l'ordre de 5 %. Les chiffres de l'ANR sont un bon indice de l'importance des nano dans la recherche nationale. Sur les 850 M€ de ses dépenses annuelles, les nano en représentent 120. Son bilan détaillant ces dépenses par grand domaine est d'ailleurs consultable sur son site.



Beaucoup de questions portent sur l'instauration de règles éthiques afin d'éviter des débordements des recherches. Hugues Giovannini assure que les chercheurs sont conscients des risques et s'imposent des normes. Cela a notamment été le cas lorsqu'ils ont travaillé sur la modification de propriétés optiques de billes, le risque étant grand d'inhalier des billes de trop petite taille.

Robert Ranquet ajoute que le travail ne porte jamais sur les nano en tant que tels mais sur leur utilisation dans des domaines déjà fortement encadrés. C'est le cas du travail sur le vivant qui, en France, est régi par des lois très strictes. La question est de savoir si les nano présentent un caractère si spécifique qu'il justifierait la création d'une réglementation ou à défaut de règles éthiques particulières. Mireille Fontaine renvoie à la notion bien connue de bénéfices/risques, en particulier dans le domaine du médicament. Hors du domaine de la santé, il faut s'interroger sur l'utilité ou la futilité des applications.

Sur cette réflexion, Geneviève Cohu et Jean-Pierre Chaussade remercient respectivement les participants qui sont restés pour poser leurs questions et les intervenants, ainsi que la Ville de Marseille qui leur a offert la grande salle du Pharo.

