

Note de synthèse du débat public Nanotechnologies de Lyon le jeudi 14 janvier 2010

Applications médicales des nanotechnologies. Toxicologie des nanoparticules. Le chercheur face à ses responsabilités de citoyen

Panélistes : Claire Billotey (UCBL - CHU de Lyon - service de médecine nucléaire), Patrick Boisseau (CEA, Leti - délivrance des médicaments), Dominique Gombert (AFSSET - toxicologie des nanoparticules), Alain Chabrolle (réseau santé environnement de France nature environnement), Éric Quémeneur (CEA - Toxicologie), Patrice Marche (INSERM - immunologie) Jean-Pierre Cloarec (Institut des nanotechnologies de Lyon), Abdelkader Souifi (Institut des nanotechnologies de Lyon)

Animateurs : Jean Bergougnot, Jean-Pierre Chaussade, Jacques Arnould et Marie Pittet, membres de la CPDP

1

Introduction

Jean Bergougnot, président de la Commission particulière chargée d'animer le débat public sur les nanotechnologies, introduit cette douzième réunion, qui s'inscrit dans une liste de dix-sept, en souhaitant la bienvenue au public.

Son intervention est accueillie par de bruyants applaudissements et des sifflets. Une cinquantaine de personnes réparties dans la salle tente d'empêcher que le débat s'engage.

Il demande aux perturbateurs de respecter la démocratie et de se calmer. Les cris fusent aussitôt. Une dizaine de personnes se déplacent sur le devant de la scène pour déployer des banderoles. Quelques personnes du public, venues pour s'informer et discuter, manifestent leur indignation face à ce comportement. Jean Bergougnot propose alors aux opposants de prendre la parole pour défendre leurs opinions, mais devant l'impossibilité de débattre, il annonce que la réunion est suspendue et invite les participants à poser leurs questions et à poursuivre le débat sur internet.



Les intervenants quittent la salle à 20 heures pour rejoindre une autre salle, où le débat reprend à 20 heures 30, en visioconférence. Néanmoins, une quarantaine de participants sont restés dans la salle d'origine et peuvent poser leurs questions.

Jean Bergougnoux présente ses regrets aux Lyonnais qui sont repartis chez eux pour suivre le débat sur internet.

Il constate que depuis la première réunion du 15 octobre dernier à Strasbourg, la circulation de l'information a été très soutenue. Ainsi, à ce jour, 2 770 personnes ont participé aux réunions publiques, tandis que sur internet, on compte 89500 visites, 200 avis et contributions ont été déposés et 483 questions posées. 685 articles, dont des articles de fond de plusieurs pages ont été diffusés dans les médias. Un large éventail d'opinions a également été recueilli à travers 46 cahiers d'acteurs, qui constituent une base documentaire très précise.

Une première question se pose : « être dans le débat ou pas ? » Jean Bergougnoux déplore alors que certains participants n'aient pas jugé bon de défendre leurs idées et d'accepter de discuter.

2

Il propose aux représentants des ministères d'expliquer la nécessité d'un tel débat.

Michèle Rousseau, du Commissariat général au développement durable, explique qu'il existe forcément un décalage entre le moment où des recherches sur des produits se développent dans les laboratoires et le moment où l'on peut organiser un débat de ce type, qui nécessite un minimum de maturité pour débattre en apportant un certain nombre d'informations. Les produits commercialisés utilisant des nanotechnologies sont peu nombreux par rapport à ceux en gestation dans les laboratoires du monde entier.

Elle souligne que les pouvoirs publics souhaitent agir en faveur des produits utiles à la société et s'assurer de la vigilance qui sera apportée quant aux éventuels risques environnementaux, sanitaires ou sociaux de ces produits.

Ce débat a été jugé nécessaire par les pouvoirs publics ; il résulte d'un engagement du Grenelle de l'Environnement qui rassemblait l'Etat, les collectivités locales, les syndicats, les entreprises et les associations de protection de l'environnement. Le Parlement a confirmé la demande de ce débat. L'Etat,



c'est-à-dire sept ministères, a passé commande de ce débat public à la Commission Nationale.

L'État attend de ce débat un état des lieux aussi complet que possible. Après avoir écouté les attentes des uns et des autres, les espoirs comme les craintes, il annoncera sa décision quant aux suites qu'il compte donner aux opinions exprimées lors de ce débat public.

Michèle Rousseau met en avant quelques décisions qui pourraient être prises ; par exemple, lorsque des aides publiques sont données, un pourcentage de ces soutiens financiers pourrait être attribué aux recherches en matière de protection de l'environnement et de la santé ; la France peut aussi peser sur les processus décisionnels européens. Les contrôleurs pourraient aussi être plus nombreux.

Jean Bergougnoux récapitule quelques points tirés, à ce stade, du débat public. Une position extrême est de dire que même si l'on peut espérer quelques bénéfices des nanotechnologies, les risques que pourraient comporter leur développement sont inconnus. La prudence serait donc de tout arrêter, y compris la recherche. C'est la position de moratoire global défendue par les Amis de la Terre et par ceux qu'on a entendu s'exprimer ce soir de façon bruyante. À cela, les chercheurs répondent qu'un moratoire sur la recherche n'est pas envisageable. En effet, les connaissances acquises grâce à la recherche sont indispensables pour permettre *a minima* de se prémunir contre les risques que pourraient présenter ces produits dans un univers mondialisé.

3

Le public a bien fait la distinction entre certaines préoccupations appelant des analyses différentes. S'agissant des produits manufacturés de la vie courante susceptibles de contenir des nanomatériaux ou des nanoparticules l'exigence de traçabilité a été exprimée très fortement : elle se traduit, par la nécessité de déclarer les produits contenant des nanoparticules ou nanomatériaux et par l'obligation d'étiquetage, afin que le consommateur soit informé et puisse choisir en toute connaissance de cause.

Se pose aussi, bien sûr, la question de la toxicité. On souligne, en particulier qu'il existe un déséquilibre évident entre les efforts déployés par les industriels pour promouvoir des utilisations plus ou moins utiles des nanotechnologies et la modicité des budgets recherche consacrés à l'appréciation de la toxicité et à la prévention. Le domaine médical a été fréquemment identifié comme étant celui où les nanotechnologies peuvent apporter des progrès importants, mais il pose



aussi des questions concernant les effets secondaires et des dérives possibles au regard de l'éthique qu'il faut analyser et contrôler.

Les inquiétudes exprimées découlent aussi de l'accroissement des performances des systèmes d'information. Bases de données interconnectées permettant le fichage des personnes, miniaturisation des puces RFID sont ressenties comme un renforcement des menaces pesant sur les libertés individuelles et collectives

D'une manière générale, l'instauration d'une véritable gouvernance en matière de développement des nanotechnologies est ressentie comme une nécessité. Parmi les points-clé obligation de transparence, la tracabilité, la réglementation, la mise en place de filières spécialisées pour la récupération des produits en fin de vie, le respect de règles éthiques, l'élaboration de codes de bonne conduite. Ces questions seront approfondies vers la fin du débat.

Le public a également compris le rôle important de l'Europe, qui cofinance la recherche, élabore des règlements qui s'imposent sur un vaste espace économique. Si l'on excepte certains textes particuliers tels que le règlement sur les cosmétiques, ces règlements ne permettent pas de prendre suffisamment en compte les spécificités des nanomatériaux. Il faudra donc les faire évoluer. Enfin, S'il est vrai qu'il existe en matière de réglementation de nombreux domaines relevant de notre souveraineté nationale, la question de l'eurocompatibilité de nos décisions devra toujours être examinée avec soin.

4

Jean Bourgounoux lance le débat. Un intervenant s'interroge sur ce qui relève des nanotechnologies et ce qui n'en relève pas et sur la manière dont elles peuvent passer à travers la réglementation REACH.

Michèle Boisseau (je pense qu'il s'agit de Patrice ! précise que les molécules sont grossièrement de l'ordre d'un nanomètre et qu'on a coutume d'appeler nanotechnologies des assemblages moléculaires de produits ou de surface que l'on a conçus dans une application visée. Ce ne sont pas des molécules produites par la nature, mais par l'homme.

Claire Billotey, du CHU de Lyon, rappelle l'intérêt d'utiliser les nanotechnologies et les nanomatériaux en médecine, en particulier dans l'imagerie. Elles passent les barrières biologiques et cellulaires et permettent de détecter plus précocement des lésions tumorales. Ce sont des outils très prometteurs pour améliorer et traiter



mieux les cancers. En réponse à Jean Bergougnoux qui l'interroge sur les applications, elle souligne qu'il existe déjà des applications médicales pour le traitement de certains cancers.

Une question est posée par une internautes aux intervenants sur le traitement des cancers par l'utilisation de nanotechnologies ou microparticules composées d'or ou d'argent pour illuminer une zone infectée afin de tuer celle-ci par la chaleur dégagée. Des études sont-elles réalisées sur la toxicité de ces traitements ? Claire Billotey précise qu'il s'agit de photothérapie et que l'utilisation chez l'homme nécessite de passer par la phase d'évaluation toxicologique.

Patrice Marche, de l'INSERM, ajoute que dans le cadre d'une utilisation thérapeutique comme le traitement d'un cancer, l'exposition est ponctuelle, contrairement à une exposition chronique dans un usage domestique. Dans l'innovation thérapeutique, le praticien doit peser le bénéfice et le risque apporté, et l'on peut tolérer un certain risque pour des maladies sans traitement comme des tumeurs du cerveau chez l'enfant.

Jean Bergougnoux fait remarquer que l'approche bénéfices/risques n'est peut-être pas de mise dans d'autres domaines.

Patrice Marche observe fait remarquer qu'aucun traitement médical n'est sans risque. Claire Billotey complète en précisant que les nanotechnologies permettent de concentrer le produit qui est toxique au sein des tumeurs et diminuent les effets secondaires sur les cellules saines. Par ailleurs, le risque et l'incertitude sont deux choses différentes et quand on fait de la prévision, il y a une marge d'incertitude, à l'image de la météorologie.

Concernant l'élimination des nanoparticules, Patrick Boisseau indique qu'elles peuvent être de nature très différente : certaines sont organiques et peuvent être biodégradables d'autres ne sont pas éliminées. Le principe de base des études de toxicologie médicale est de comprendre au bout de combien de temps elles sont détruites ou éliminées et comment. Patrice Marche indique que 99,9 % sont effectivement éliminées. Le 0,01 % fait partie de l'incertitude : il a pu être éliminé ou séquestré dans certaines cellules particulières. Les essais de toxicité déterminent, chez l'animal injecté, si des syndromes se développent.

Jean-Pierre Chaussade fait remonter une question de la salle, relative à une étude réalisée sur la prise de la pilule par les femmes dont une des conséquences est que l'on retrouve des hormones dans les urines puis dans l'eau des stations d'épuration. Cela a des conséquences sur l'environnement. Dominique Gombert,



de l'AFSSET, indique qu'il n'a pas d'information particulière sur les rejets induits par des usages médicamenteux. Pour d'autres usages, tels que l'imprégnation des textiles ou dans le bâtiment, on sait qu'au fil des lavages ou de l'usure des bâtiments, la question du largage dans l'environnement se pose. De plus, certains nanomatériaux vont avoir une capacité à s'accumuler.

Claire Billotey estime que les risques environnementaux dus aux rejets des produits toxiques dans l'environnement sont admissibles lorsqu'on fait référence à un traitement qui est essentiel pour le patient.

Après ce point sur les utilisations médicales, la parole est donnée aux chercheurs.

Jean-Pierre Cloarec est chercheur à l'Institut des nanotechnologies de Lyon, qui travaille dans quatre grands domaines : les matériaux, l'électronique, la photonique et la biotechnologie santé. Concernant les questions d'hygiène et de sécurité à l'intérieur du laboratoire, il assure qu'elles peuvent être améliorées constamment. Le laboratoire reste un environnement dangereux, et des formations sont régulièrement mises en place pour répondre aux évolutions continues.

6

Patrice Boisseau tente de donner une définition des nanobiotechnologies, qu'il sépare en trois mots : nano, bio et technologies. Nano se réfère à la taille, bio est tout ce qui est appliqué à la biologie (médecine, recherche dans les sciences de la vie, agroalimentaire, environnement), et technologies correspond aux objets, services ou systèmes fabriqués par l'homme.

Il y a par exemple, des molécules pharmaceutiques extrêmement puissantes pour détruire des cellules cancéreuses, mais si on les met sous forme de comprimés, elles vont se dégrader dans le tube digestif et n'arriveront jamais jusqu'à la tumeur cancéreuse, ou bien elles créent des effets secondaires parce qu'elles interagissent avec les cellules saines. En développant ces molécules médicamenteuses, on arrive à protéger tout ce qu'on transporte dans le corps humain pour arriver jusqu'à la cellule cancéreuse, où le médicament qu'elles contiennent peut être largué afin de détruire uniquement la tumeur. C'est une réelle amélioration thérapeutique, qui se passe à l'échelle nanométrique.

Un internaute demande s'il existe d'autres applications médicales déjà existantes que des thérapies contre des cancers. Claire Billotey indique qu'il existe des



applications potentielles importantes en imagerie médicale. Patrice Marche ajoute qu'un grand champ d'application existe autour de la construction de nouveaux matériaux, notamment de substitution, dans le domaine de l'orthopédie, pour les problèmes d'articulation. En médecine, un autre champ d'application est en cours de développement : des dispositifs implantés, c'est-à-dire des capteurs capables de réguler le taux d'insuline pour les diabétiques. En chirurgie, la réduction de la taille des instruments a permis des progrès considérables.

Alain Chabrolle prend la parole pour rappeler ce que France Nature Environnement fait dans ce débat. FNE n'a aucun lien avec les industriels, les financiers ou les organisateurs du débat public. Lui-même représente le réseau santé environnement de FNE qui fédère en France 3 000 associations de protections de l'environnement en France.

Partant des incertitudes qui pèsent sur les nanotechnologies, FNE s'est inquiété depuis plusieurs années du développement de celles-ci. Sa position sur les nanotechnologies va bien au-delà de la nécessité au demeurant cruciale d'un réel contrôle de la traçabilité et du respect de la réglementation. Considérant que le développement des nanotechnologies est une affaire publique, l'association a exigé que les nanotechnologies soient soumises au débat public.

7

Alain Chabrolle remarque que ce débat se déroule dans un contexte particulier puisque des nanoproduits sont déjà fabriqués en France, en Europe et dans le monde. N'est-il pas déjà trop tard, et les nanoproduits sont-ils indispensables ?

Dans la Région Rhône-Alpes, une partie de la population est soumise aux problèmes des microparticules qui affectent gravement la santé. L'urgence n'est-elle pas d'investir massivement dans la réduction de la pollution, la prévention des cancers, l'accès à l'eau et à la nourriture, avant de développer des nanoproduits ? Pour FNE, une question issue de leur expérience et de leur observation se pose, celle de l'analyse bénéfices/risques qui, compte tenu des lacunes des connaissances et du déséquilibre entre les connaissances et le développement massif des nanoproduits, est inapplicable.

Dominique Gombert pointe le champ des expositions professionnelles, qui est, au cœur des missions de l'AFSSET. Les personnes qui travaillent sur les nanotechnologies sont plus exposées que les autres et offrent un champ de documentation très important en termes d'efficacité de la prévention et d'outils de prévention. On estime que 10 000 personnes sont exposées aux nanomatériaux



dans le cadre de leur travail, 7 000 chercheurs et 3 000 personnes dans la production. L'AFSSET recommande de considérer systématiquement les nanomatériaux comme des substances dangereuses et de mettre en œuvre les meilleurs dispositifs de protection, ainsi que des outils de métrologie des expositions. On sait d'ailleurs que le public est déjà exposé à plusieurs centaines de produits, (cosmétiques, textile et bâtiment ou autres).

Au-delà de la question de la toxicité des produits, dont les usages peuvent être maîtrisés et dans des tonnages limités, il s'interroge sur le devenir des nanomatériaux dans l'environnement et la manière dont les consommateurs vont y être exposés. Des zones d'ombre importantes persistent sur la caractérisation des expositions. Des sommes considérables sont affectées à la recherche-développement, mais beaucoup moins à l'étude des risques associés (1 % des publications produites), alors qu'ils peuvent être extrêmement variables d'une nanoparticule à l'autre.

Par ailleurs, pour évaluer les risques, les méthodologies classiques sont à leurs limites et il sera nécessaire d'inventer des technologies nouvelles pour répondre rapidement aux interrogations d'aujourd'hui.

De la même manière, en matière de réglementation, en fonction des types d'usage, on peut avoir une hétérogénéité, par exemple selon qu'il s'agit d'aliments ou de produits cosmétiques. Mais aussi, dans la palette des produits qui existent, entre le nanomédicament et le nanoargent dans les chaussettes, des éléments de relatif bon sens peuvent contribuer à l'évaluation du rapport bénéfices/danger.

8

Une question du public vient interroger l'utilité des nanotechnologies en matière médicale. L'augmentation des cancers n'est-elle pas en grande partie une conséquence de notre mode de vie et des technologies récentes, et en faisant appel à de nouvelles technologies pour y remédier, ne risque-t-on pas de découvrir des conséquences environnementales plus graves encore, et ainsi de suite ? Cela rejoint une question déjà posée antérieurement : devant la rareté des crédits consacrés à la recherche, ne devrait-on pas les concentrer dans la recherche des causes de ces cancers plutôt que dans les moyens de guérison ? L'idée de ne pas poursuivre la recherche pour améliorer le traitement contre le cancer horrifie Claire Billotey qui objecte que les nanotechnologies permettent d'espérer soigner des tumeurs pour lesquelles il n'existe jusqu'à présent aucun traitement. Il faut faire les deux : trouver les causes et évaluer l'effet toxique de particules industrielles et poursuivre la recherche en matière thérapeutique.

En réponse à une autre question du public sur les utilisations militaires, Alain Chabrolle souligne en effet qu'avec les nanotechnologies le danger change de



nature. Les puces RFID, par exemple, sont invisibles et peuvent être utilisées totalement à l'insu des personnes surveillées. Cela doit être mis aussi en parallèle avec la faiblesse des moyens de contrôle de l'État, du manque d'inspecteurs du travail, du manque de moyens de ceux-ci et du quasi-démantèlement de la direction du contrôle des fraudes (DGCCRF). Jean-Pierre Cloarec renchérit en signalant que les outils institutionnels pour encadrer la recherche atteignent un stade critique.

(Il me semble me rappeler que ce qui suit a été dit, non par Eric Quémeneur, mais par Abdelkader Souifi) Concernant la notion de danger et de risque toxicologique, Éric Quémeneur remarque que, pour les nanotechnologies, l'enjeu est de domestiquer ces dangers. Il prend l'exemple du cheval, qui, à l'état sauvage est dangereux, mais, bien maîtrisé, est utile à l'homme. Le risque est une notion qui intègre le danger inhérent à la particule, pondéré par l'exposition et la concentration reçue ou la quantité relarguée, dans une approche probabiliste sur laquelle s'appuyer pour décider le niveau acceptable ou non d'une solution.

Une autre question est posée par le public. On parle des nanotechnologies pour sauver des gens, mais un corollaire de ces recherches est l'utilisation des nanotechnologies pour tuer les gens. Existe-t-il des applications militaires aux molécules dont on se sert pour amener le médicament dans la cellule ? Éric Quémeneur remarque que c'est une problématique à laquelle tout chercheur est constamment confronté. Le progrès scientifique a toujours deux faces et, avec la même découverte, on peut toujours faire le pire et le meilleur. À cet égard, Abdelkader Souifi prend l'exemple du stockage d'hydrogène par l'utilisation de silicium poreux, qui est source d'énergie propre, signalant que le stockage d'hydrogène peut donner lieu à la fabrication d'explosifs. La réponse à cela est double : d'une part, la déontologie fait partie du métier du chercheur, d'autre part, c'est le dialogue citoyen qui permet d'encadrer les découvertes.

9

En réponse à une autre question, sur les nanoparticules par rapport aux cristaux graphiques quantiques, Abdelkader Souifi répond que ce n'est pas une question de taille, mais de passage de la matière à la non-matière, et que le principe d'incertitude d'Heisenberg n'a pas d'impact en termes de risques dans le domaine des nanotechnologies.

Parmi les modes d'exposition, il y a la voie aérienne, la voie digestive et la voie cutanée, cette dernière étant moins aigüe car on peut protéger le travailleur avec une combinaison.



Dans les questions des internautes, l'une d'elles revient souvent. Est-il possible d'introduire dans le corps des individus, par exemple par l'intermédiaire d'un vaccin, un nanodispositif permettant de recueillir ensuite des informations sur eux ? La réponse de Patrice Marche est que cela n'existe pas, même si on ne peut pas exclure que cela puisse arriver dans vingt, trente ou quarante ans. Il fait remarquer que le coût d'un tel dispositif rend l'hypothèse tout à fait irréaliste.

Une autre question porte sur le fait de savoir si l'on pourra un jour, grâce au microscope à effet tunnel, réorganiser des organes ou des tissus à distance pour créer de nouvelles fonctions organiques. Tous les intervenants s'accordent à considérer cela comme relevant de la science-fiction. Il n'empêche, comme l'indique Patrick Boisseau, qu'il existe un domaine, en nanomédecine, qui s'appelle la médecine régénérative, qui permet d'aider le corps à se réparer lui-même. Par exemple, on peut constituer des échafaudages avec des matériaux biocompatibles sur l'os qui lui permet de repousser. Cette question entraîne un échange sur les anticipations d'Éric Drexler (chercheur et écrivain américain) et la valeur prédictive de la science-fiction, même si Eric Drexler est ingénieur et non écrivain de science-fiction. Abdelkader Souifi constate que, même dans des revues scientifiques, on peut trouver des publications par des scientifiques de très haut niveau qui annoncent des réalisations fantastiques, comme par exemple Paul Crutzen, prix Nobel, qui explique qu'on pourra manipuler le climat et lutter contre le réchauffement climatique en larguant des millions de tonnes de soufre dans l'atmosphère. Mais ces prédictions résultent d'une confusion dans l'échelle de temps. Devant la masse d'informations disponibles sur Internet, il est difficile de faire le tri. Patrick Boisseau explique que, comme dans toute innovation technologique majeure, on passe par plusieurs phases : la phase de découverte, qui a eu lieu il y a une vingtaine d'années pour les nanotechnologies, puis quand la technologie devient connue d'un plus grand public, une phase de foisonnement d'idées, aussi bien saugrenues que pertinentes. Maintenant, les industriels évaluent les marchés et l'on arrive à une phase dans laquelle ce qui est ubuesque disparaît car ces choses totalement irréalistes ne trouvent pas de financement.

Par rapport à la science-fiction, un intervenant fait remarquer qu'elle se projette dans un avenir lointain, alors que notre responsabilité éthique est de se concentrer sur un avenir proche ou à moyen terme car c'est là que se situent tous les enjeux. Ce n'est qu'au fur et à mesure des développements qu'on aura un éclairage permettant de se projeter dans un avenir plus lointain. Jean-Pierre Cloarec signale néanmoins qu'il existe une relation entre la science et la science-fiction, dans le sens où la conquête spatiale et l'aventure aéronautique, par exemple, ont été influencées par la science-fiction. Dans les nanotechnologies, les chercheurs ont aussi l'impression de travailler sur des mythes fondateurs qui sont moteurs. Ce n'est pas sans intérêt de se poser la question de savoir ce qui anime les découvertes et



les objectifs profonds qu'elles poursuivent. L'enfer est pavé de bonnes intentions, et les chercheurs ne sont pas des décideurs.

Alain Chabrolle remarque tout de même que, avec les nanotechnologies, on dispose pour la première fois d'outils qui permettent d'intervenir sur les mécanismes fondamentaux du vivant. Quand les associations de la région Rhône-Alpes interpellent certains chercheurs ou industriels et les services de l'État sur les moyens de contrôle, elles constatent la plus grande opacité. Il se demande quels garde-fous existent dans les domaines de la médecine ou des libertés publiques et souhaite que la CPDP transmette des propositions très fortes à ce sujet aux donneurs d'ordre.

La question du caractère potentiellement cancérigène des nanoparticules revient à plusieurs reprises. Une question est posée sur les 'études qui démontrent que l'on retrouve chez le rat des nanoparticules dans le cerveau ou des effets similaires à l'amiante dans les poumons et il est demandé si ces études sont sérieuses. Éric Quémeneur confirme que de telles études sont disponibles et qu'elles sont passées par le processus classique d'évaluation par les pairs. Mais il est encore difficile de tirer des enseignements cohérents de ces observations. Par ailleurs, ces effets résultent de doses massives et il faudrait vérifier s'ils existent aussi avec des doses plus réalistes par rapport aux expositions des travailleurs ou du public. Le CEA est d'ailleurs conscient de la nécessité de développer des outils métrologiques pour mieux caractériser les doses administrées et reçues et développe de nouveaux outils pour mieux tracer les nanotubes de carbone, en particulier par le carbone 14, pour réaliser des études sur l'accumulation.

11

Dominique Gombert objecte néanmoins qu'il n'existe pas de réponse globale sur la toxicologie car il existe une palette très large de nanomatériaux et qu'il faut examiner les effets de chacun d'eux, un par un. Il existe des études sur certains d'entre eux, comme les études de Poland et de Nelson sur les nanotubes de carbone, des études sur le passage cutané du dioxyde de titane ou sur le chrome et le cobalt. Le Haut conseil de santé publique a rendu un avis sur les nanotubes de carbone. Mais toute la difficulté est de caractériser les nanoparticules, car il existe de nombreux paramètres qu'il faut complètement maîtriser..

Abdelkader Souifi soulève une problématique qui est que, dans le fonctionnement de la recherche, les chercheurs sont très spécialisés, alors que les nanotechnologies ne sont pas, en soi, une spécialité. À ce sujet, Jean-Pierre Cloarec développe auprès de ses étudiants l'idée et la nécessité de prendre du recul sur le lien entre le chercheur et les citoyens et invoque le décloisonnement des sciences, qu'il s'agisse des sciences "dures" ou des sciences humaines. Cela est d'autant plus important que, comme le souligne Abdelkader Souifi, dans les choix de société, on a tendance à se référer aux scientifiques. Or, ceux-ci, s'ils



sont spécialistes, ne sont certainement pas des experts et peuvent se tromper. L'expertise est une évaluation collective.

Alain Chabrolle considère que bon nombre d'associations expriment, non pas tant une crainte ou des doutes qu'une exigence nouvelle de gouvernance, c'est-à-dire des choix collectifs partagés. Il faut penser de nouveaux dispositifs qui ne soient pas dédiés à l'acceptabilité, mais des instances consacrées à faire des choix qui, dans le cadre des crises sociales, économiques, financières ou environnementales d'aujourd'hui, correspondent à un vrai besoin humain. Il observe que la France a pris un retard en terme de toxicologie et d'écotoxicologie par rapport à ses voisins, l'Allemagne et les pays anglo-saxons, et il interpelle l'État et les régions dans leur volet formation. Il craint d'ailleurs que l'on soit confronté à un monde de risques sans responsables ni responsabilité, ce qui est fort éloigné d'un monde démocratique.

Claire Billotey indique que les chercheurs sont très conscients de la dimension éthique et toxicologique de leurs travaux. À cet égard, le Cancéropole Lyon, Auvergne Rhône-Alpes (CLARA), par exemple, est une structure qui intègre des psychologues et des toxicologues qui s'intéressent aux effets des recherches nanotechnologiques. On peut se demander, par exemple, quel impact peut avoir le fait de diagnostiquer très en amont, avec les marqueurs biologiques, des signes de développement du cancer chez des patients qui ne sont pas malades. Le défaut des chercheurs est peut-être aussi de ne pas assez communiquer.

12

François Guillemin, représentant du Conseil économique et social régional, expose ce que le CESR demande, en tant que représentant de la société civile : la mise en place d'une instance nationale des nanotechnologies indépendante, partagée et fédératrice, qui pourrait être membre de l'Agence européenne lorsque celle-ci sera créée et serait composée de citoyens éclairés, pas forcément spécialistes, non partisans et ayant le sens de l'intérêt général, avec toutes les composantes de la société civile, employeurs, salariés, et autres, pour construire ensemble ce qui semble le meilleur pour la nation.

Son rôle serait de réfléchir sur les potentiels, les applications, les recommandations. Cette agence pourrait s'appuyer sur une communauté de moyens techniques avec des experts qui seraient alertés et mobilisés pour répondre aux problématiques particulières. Les nanoparticules n'étant pas visibles, il est important d'informer les citoyens des risques éventuels afin qu'ils puissent choisir en toute connaissance entre les produits qui comportent des nanoparticules et ceux qui n'en comportent pas.

Arila Pochet, du ministère de la Santé, informe qu'en matière médicale, l'Afssaps, qui donne les autorisations de mise sur le marché, a émis des recommandations



spécifiques sur les études à mener quand des produits médicamenteux contiennent des nanoparticules. Elle insiste sur les risques probables, l'immunotoxicité et la génotoxicité, la pharmacologie et la distribution dans l'organisme. Concernant les nanoparticules, cela doit être mesuré avec des outils spécifiques. Cela rejoint la question de la balance bénéfices/risques et celle des incertitudes. On ne peut pas rapporter toutes les études de toxicité menées sur les produits chimiques aux nanomatériaux car ils ne sont pas assez caractérisés. Les études de génotoxicité sont le domaine où, quand elles sont appliquées, les lignes directrices de l'OCDE donnent des résultats contradictoires pour les nanomatériaux. Pour le reste, elles sont applicables aux nanomatériaux. Le seul problème est celui de la détection spécifique et de la dispersion dans les milieux.

Des études sont donc à mener, et c'est pour cela que le gouvernement consacre des fonds à des programmes de recherche sur la génotoxicité, comme Génotox, et la caractérisation des nanoparticules. Mais cela va mettre du temps.

Il faut donner aux industriels des outils pour mesurer les risques, en termes non seulement sanitaires, mais aussi éthiques, sociétaux et économiques, pour qu'ils puissent mettre des produits sur le marché en fonction des études sur les risques, qu'il pourront mettre à la disposition du public et des consommateurs pour qu'ils puissent faire leur choix.

Alain Chabrolle remarque que cela concerne le monde médical et non le marché des produits nanomanufacturés. De plus, concernant les "nanoproduits à tout faire", il insiste pour que les institutions, les conseils généraux et l'État appliquent le principe d'écoconditionnalité dans l'attribution de crédits et qu'ils tiennent compte des réponses aux besoins.

Concernant les produits nanomanufacturés, Dominique Gombert rappelle que la réglementation Reach oblige les industriels à faire l'étude des risques des produits mis sur le marché et à démontrer qu'ils maîtrisent ces derniers. Concernant le nanoargent, c'est plus compliqué car il répond à deux réglementations, Reach et celle des biocides. Pour ce qui est de Reach, les mailles du filet sont trop larges pour les nanoparticules, mais des travaux sont en cours pour l'adapter à la taille nanométrique des produits. Mais il se demande pourquoi on n'envisagerait pas des règles de restriction d'usage lorsque les risques sont trop importants.

Dominique Lefranc, qui représente la DGCCRF, indique que, concernant la surveillance des produits cosmétiques, le Parlement européen a adopté un nouveau règlement qui obligera dans quelques années tout fabricant qui souhaite incorporer des nanoparticules dans ses produits à le notifier à la Commission six mois avant leur mise sur le marché. Pour les autres produits de grande consommation, il n'y a pas de réglementation aussi stricte ni de procédure



d'identification, mais une réflexion est engagée pour l'information du consommateur par l'étiquetage

Pour ce qui est du dioxyde de titane, Jean Bergougnoux rappelle que ces particules permettent de protéger la peau contre les ultraviolets sans avoir la couleur des anciennes crèmes solaires. Les industriels annoncent une absence de risque pour l'utilisateur. Un internaute conteste cette innocuité sur la peau, qu'elle soit saine ou altérée. Il conviendrait selon lui, non seulement d'adopter un étiquetage, mais aussi que les industriels confirment que ce produit est non nocif, ce qui est un vrai problème de gouvernance.

Il conclut sur ce point, en remerciant chaleureusement le public qui a accepté de rester dans la salle ainsi que les intervenants qui se sont efforcés de répondre aux questions qui leur étaient posées, y compris quand la réponse consistait à dire qu'il y a encore des choses qu'on ne sait pas.

