

## COMPTE-RENDU INTEGRAL DE LA REUNION PUBLIQUE DE TOULOUSE

20 OCTOBRE 2009

### Programme

**Séquence 1** : Nanotechnologies et médecine (recherche, développement, applications actuelles et à venir).  
*Animatrice : Isabelle Jarry, membre de la CPDP*

Avec la participation de Claudine Picard (Sanofi-Aventis), Pierre Teillac (Laboratoires Pierre Fabre), Rose Frayssinet (Amis de la Terre), Dr Didier Rod (revue Prescrire), Christophe Vieu (CNRS/Laas)

Nanomachines : présentation de Gwénael Rapenne (CNRS/CEMES)

**Séquence 2** : Les matériaux nanostructurés. Leurs applications en aéronautique civile et militaire.  
*Animateur : Jean Bergougnoux, Président de la CPDP*

Avec la participation de Emmanuel Flahaut (CNRS/CIRIMAT), Jean-Marc Thomas (Airbus France), Colette Lacabane (CNRS/CIRIMAT), Robert Ranquet (Ministère de la Défense)

**Séquence 3** : Le cycle de vie des produits des nanotechnologies et la protection de l'environnement.  
*Animateur : Jean Bergougnoux, Président de la CPDP*

Avec la participation de Mme José Cambou (France Nature Environnement), Frédéric Schuster (CEA), Pascal Guiraud (Observatoire des déchets industriels), Catherine Mir (MEEDEM/DGPR)

1



La séance est ouverte à 19 heures 30.

(Projection d'un film de présentation)

(Lecture de déclarations hostiles au débat)

M. LE PRESIDENT.- Vous avez compris, bien entendu, que ces interventions étaient hors débat, puisque leurs titulaires ne souhaitent pas y participer. J'aurais préféré personnellement qu'ils s'expriment dans le cadre du débat et qu'ils exposent leurs arguments. Car, dans le cadre d'un débat public, ce qui compte, ce sont les arguments et non pas les positions de principe. Donc, nous entrons maintenant dans le débat.

Je me présente, je m'appelle Jean Bergougnot, je suis chargé de présider la Commission particulière du débat public qui animera ce débat.

Laissez-moi vous dire que c'est un grand plaisir de vous voir si nombreux ce soir ici.

*(Des boules d'ammoniac sont déversées dans la salle. Des participants sortent de la salle et une aération est réalisée)*

*(La séance est reprise à 20 heures.)*

2

**M. LE PRESIDENT.**- Un commentaire sur ce regrettable incident. Les personnes qui se sont exprimées et que nous avons volontairement laissé s'exprimer affirment que les nanotechnologies et sans doute d'autres percées technologiques préparent une société totalitaire. Je pense que, alors que nous essayons de faire un exercice de démocratie participative, tenter de l'empêcher est précisément un comportement totalitaire qui devrait être condamné. Aux yeux des vrais démocrates, ils se sont totalement déconsidérés ce soir. Je ne peux dire que cela.

*(Applaudissements.)*

J'avais prévu un exposé introductif que je vais abréger pour rattraper le temps perdu.

J'indiquerai seulement deux choses : la première, c'est que vous avez vu Jean-Louis Borloo s'exprimer à la fin de ce petit film qui, pour ceux qui n'ont pas eu le temps de lire les papiers, leur a donné quelques éclairages pour leur permettre de suivre le débat ; Jean-Louis Borloo a bien précisé que, si les pouvoirs publics avaient souhaité l'organisation de ce débat, ils se trouvaient désormais dans une situation d'écoute.



Ce qui me permet sincèrement d'espérer que ce que nous dirons aujourd'hui, dans les autres réunions et sur le site internet contribuera effectivement, comme le ministre s'y est engagé, à éclairer un certain nombre de décisions importantes à prendre.

La deuxième, c'est que les pouvoirs publics ont souhaité suivre le chemin normal d'un débat public, c'est-à-dire s'adresser à la commission nationale des débats publics, autorité indépendante, chargée d'organiser les débats publics en France, qui s'est saisie de l'organisation de ce débat et a créé une commission particulière qu'elle m'a demandé d'animer. J'ai ce soir près de moi, à la table, Galiène COHU, Jean-Pierre CHAUSSADE, dans la salle, Isabelle JARRY, que vous verrez tout à l'heure à la tribune, Patrick LEGRAND, et nous sommes tous animés de la même ambition : en toute indépendance, je crois qu'il faut le souligner, par rapport au maître d'ouvrage. À partir du moment où la commission nationale prend en main un débat, elle devient totalement indépendante de ceux qui l'ont commanditée.

Ces personnes partagent avec moi également un triple souci :

- d'informer un public aussi large que possible de cette problématique complexe, il faut bien le dire, des nanotechnologies,
- d'écouter l'expression de ce public sur ce qu'il peut espérer en termes d'amélioration de sa vie quotidienne, de sa santé et de son environnement et bien d'autres choses encore des nanotechnologies, mais aussi des inquiétudes qu'il peut avoir sur les risques pour la santé, les risques pour l'environnement, les risques, peut-être, concernant les libertés individuelles ou certaines transgression qui porteraient atteinte à la nature humaine ou à la société dans laquelle nous vivons,  
De tout cela, il va falloir parler, bien entendu en mettant tout sur la table. Il n'y a aucun sujet tabou dans un débat public,
- enfin de rendre compte objectivement de tout ce qui s'est dit au cours de ce débat, et notamment des arguments échangés pour que chacun puisse en faire son...

**DANS LA SALLE.**- Avec quels pouvoirs ?

**M. LE PRESIDENT.**- L'État est bien entendu demandeur, mais aussi les chercheurs, mais aussi les entreprises, mais aussi les Associations, mais aussi le public.

Et j'espère sincèrement que ce débat n'est qu'un premier pas, et qu'il y aura derrière d'autres débats, d'autres concertations pour que finalement le poids de la démocratie s'exerce effectivement sur les orientations qui seront prises.



Et je peux vous garantir, ayant personnellement présidé plusieurs débats publics sur des sujets moins compliqués et moins vastes, que le poids de l'opinion publique compte énormément et qu'il en sera tenu compte.

Je prends un raccourci maintenant. Toulouse est la deuxième réunion de 17 réunions publiques. Il y a aussi le site Internet ([www.debatpublic.nano.com](http://www.debatpublic.nano.com)), sur lequel vous trouverez énormément de choses, des documents, de l'information, la possibilité de poser des questions et d'émettre des opinions, etc.

La réunion de ce soir sera structurée en trois séquences : la première séquence traitera des nanotechnologies et de la médecine. Ceci s'impose, compte tenu de l'existence à Toulouse de laboratoires pharmaceutiques très importants.

Nous aurons une petite parenthèse où nous irons plutôt dans la recherche un peu fondamentale sur la manipulation de la matière, et nous évoquerons brièvement des nano-machines.

La séquence numéro deux sera consacrée aux matériaux nanostructurés et leur application en aéronautique civile et militaire - vous voyez l'origine de ce choix. Enfin, dans la troisième séquence, nous parlerons du cycle de vie des nanotechnologies et de la protection de l'environnement.

Une indication pratique pour participer à ce débat : vous pouvez intervenir oralement quand vous voulez. Choisissez quand même le moment où le sujet qui vous préoccupe est en train de se traiter, ce sera plus efficace pour l'organisation de la réunion. Vous pouvez aussi utiliser les petits papiers qui vous ont été remis à l'entrée et poser votre question par écrit. Bien entendu, on répondra aussi aux questions écrites en séance dans toute la mesure du possible. Mais le point important, c'est que cela vous donne la garantie que votre question sera sur le site Internet, et qu'il y sera répondu de façon complète et détaillée - peut-être plus que nous ne pourrions le faire en séance.

J'arrête là. Vous connaissez le mode d'emploi de la soirée. Je passe tout de suite la parole à Isabelle JARRY qui va animer la première séquence.

**Mme JARRY.**- Bonsoir et merci d'être restés, malgré ces odeurs un peu difficiles pour ceux qui sont enrhumés.

Cette première séquence porte sur les nanotechnologies et la médecine. C'est un sujet très important, qui nous concerne tous.



Nous allons essayer de présenter à la fois les espoirs que suscitent ces nouvelles technologies - peuvent-elles aider à nous guérir ? - et les incertitudes qui s'y attachent également - est-ce que ces nouvelles technologies présentent des dangers ? Leurs propriétés spécifiques les rendent-elles particulièrement différentes des autres ?

Pour tenter de nous éclairer, nous avons invité plusieurs personnes qui, par leur activité, connaissent bien le sujet. Elles viennent toutes de Toulouse.

Je vous les présente par ordre dans lequel elles se sont installées. Madame Rose Frayssinet, représente les Amis de la Terre. Elle nous présentera les positions de son association qui se montre attentive et vigilante. Elle connaît bien la question des nano. Les Amis de la Terre ont travaillé depuis de longues années sur la question.

À côté d'elle se trouve Didier Rod, qui est collaborateur à la revue *Prescrire*, qui s'adresse aux personnels de santé et qui est indépendant des laboratoires pharmaceutiques. Il vient de rédiger pour cette revue une synthèse importante sur les nanotechnologies dans la médecine. Il nous fera part de son expérience. Il a aussi été député européen et, à ce titre, il s'est intéressé aux questions de réglementation. À côté de lui, il y a Dominique Masset, qui représente l'administration, c'est l'AFSSAPS, Association française de sécurité sanitaire des produits de santé. C'est l'AFSSAPS qui s'occupe de tout ce qui est autorisations de mise sur le marché des médicaments. Sa compétence nous sera utile pour comprendre comment tout cela fonctionne.

5

Madame Claudine Picard, qui est à côté de lui, est directrice scientifique des laboratoires Sanofi Aventis ; elle nous parlera de ses recherches.

À côté d'elle, Pierre Teillac représente les laboratoires Pierre Fabre, dont il est directeur de la recherche et du développement. C'est aussi un praticien. Il a été pendant vingt-cinq ans, je crois, urologue et praticien hospitalier à Paris. Il est donc médecin également.

Christophe Vieu, chercheur au CNRS au laboratoire d'analyses et d'architecture des systèmes, est responsable du pôle nano- et bio-systèmes. Il travaille sur plusieurs projets qui combinent nanotechnologies et biologie. Il nous parlera de ses recherches et des questions qu'elles soulèvent.

Je vous propose de donner la parole à chacun des intervenants trois, quatre ou cinq minutes chacun, pour qu'il nous parle de ce qu'il connaît pour vous donner un petit terreau de connaissance afin que vous puissiez poser à partir de cela toutes les questions.



Je voudrais vous dire qu'il ne faut pas hésiter à poser des questions, même si elles paraissent très simples ou très basiques. Ils sont capables d'y répondre. Les discussions que nous avons eues au préalable me font penser qu'aucune de vos questions n'aura l'air déplacée. Il faut profiter du fait que nous sommes ensemble pour essayer de nous informer et de débattre, puisque c'est le but de la réunion de ce soir.

Je vais commencer par M. Didier Rod, qui va nous parler un peu de nanomédecine.

**M. ROD.**- Bonsoir et merci.

D'abord merci de m'avoir invité à ce débat. Les nanotechnologies m'ont particulièrement intéressé, dans la mesure où il ne s'agit pas d'être avec plusieurs casquettes, mais d'essayer de faire la synthèse de l'ensemble des sujets et de voir ce qui se passe aujourd'hui avec les nanotechnologies.

Les nanotechnologies, c'est d'abord essentiellement et avant tout une série de paradoxes.

D'abord sur le principe de risques, car on sait qu'il y a déjà près d'un millier de produits à base de nanotechnologies et presque trente médicaments à base de nanotechnologies déjà sur le marché. Justement, les questions du médicament sont à mon avis un exemple prégnant de la série de paradoxes que nous rencontrons aujourd'hui avec les nanotechnologies. En effet, quand on descend à l'échelle nanométrique, les particules ont des propriétés extrêmement différentes de celles qu'elles ont à une échelle micrométrique ou à une autre échelle, en termes de résistance, d'action biologique, etc. L'effet dépend à fois de la substance chimique, de la taille nanométrique, mais aussi de la forme. Et la combinaison de ces tailles, forme et molécule chimique donne des aspects tout à fait différents. C'est un paradoxe : les propriétés mêmes qui nous intéressent éventuellement dans les nanotechnologies sont les propriétés qui posent le problème des risques dans les nano.

Quelques exemples.

Une des propriétés des nanotechnologies que l'on va utiliser en médecine est le fait que les nanoparticules peuvent passer les barrières cutanée, intestinale, du cerveau, sanguine et toute une série de barrières, olfactive, etc. et en même temps, comme on se dit que cela va passer la barrière, on va pouvoir emmener des médicaments de l'autre côté de la barrière.



Cette propriété fait que les nanoparticules répandues dans l'atmosphère, volontairement ou non, vont bien évidemment pouvoir pénétrer ces barrières et donc entrer par voie olfactive au niveau du cerveau ou du sang et entraîner potentiellement des effets secondaires, comme on peut le voir avec les particules de diesel ou autres.

Autre paradoxe par rapport à la forme. Le carbone est *a priori*, quand il est utilisé sous forme de particule, est peu toxique. En fonction de sa forme, il change de propriété. Les nanotubes de carbone sont des produits utilisés dans les pneumatiques pour renforcer les pneumatiques, mais en même temps, ce sont des éléments toxiques dans la mesure où ils correspondent en réalité à des actions inflammatoires qui seraient très proches de celles de l'amiante. Pourquoi ? Parce que souvent, au niveau de l'évaluation, on fait une évaluation de type toxicologique et non physique. Il va donc falloir changer aussi nos modes d'évaluation.

Au niveau du devenir, souvent les nanoparticules qu'on appelle primaires, celles que nous testons, quand elles changent de milieu, changent de fonction, de forme. Quel est le risque réel avec les nanoparticules secondaires ? C'est une vraie question. Quand on a utilisé une nanoparticule primaire, qu'on l'a bien analysée, que devient-elle ? Comment se transforme-t-elle dans un milieu différent ? Là encore, il y a nécessité d'une évaluation car on ne connaît pas le risque réel.

Enfin, lorsque j'étais député européen, nous avons travaillé sur une loi sur les autorisations médicamenteuses pour faire de nouvelles autorisations de mise sur le marché. En particulier, dans ce cas, on fait toujours une évaluation du bénéfice et du risque. Nous avons introduit, en termes législatifs, que dans le bénéfice/risque, il y avait également ce qu'on pouvait attendre du médicament sur l'environnement. Par exemple, que devient un médicament une fois qu'il est utilisé, qu'il est retransmis dans les toilettes, dans l'eau, etc. ?

On sait bien qu'il existe une série de problèmes car, en aval des hôpitaux, il y a une concentration très forte en hormones, en antibiotiques, etc. Par conséquent, l'utilisation médicamenteuse, y compris chez chacun d'entre nous, peut avoir des conséquences, non seulement sur l'individu, mais également sur l'environnement au sens large. Avec les nanotechnologies, on est dans le même problème. On ne sait pas aujourd'hui ce que vont devenir ces nanotechnologies médicamenteuses, ces nanoparticules, une fois qu'elles seront passées dans le corps humain et ensuite dans les déchets, industriels ou non. Bien évidemment, je ne parle que des médicaments. Mais je crois que ces paradoxes s'appliquent particulièrement à la thérapeutique médicamenteuse en nanoparticules et en nanotechnologies.



Tous nos espoirs éventuels dans les nanomédicaments contiennent en eux-mêmes les risques et les effets secondaires des aspects positifs que l'on souhaite. C'est un véritable paradoxe. Il va falloir une évaluation très différente de celle qu'on a actuellement. Il faudra se poser des questions de fond sur la possibilité ou non de produire ces médicaments.

**DANS LA SALLE.-** Pourquoi en prendre le risque ?

**Mme JARRY.-** Si vous voulez bien, monsieur, chacun va s'exprimer puis nous poserons les questions de la salle. C'est ce que nous avons convenu. Cela va être assez court. Si chacun s'exprime trois ou quatre minutes, vous aurez la parole très vite. Cette question viendra évidemment dans la salle et on y répondra.

**Mme JARRY.-** Est-ce que Dominique Massé veut bien nous parler des applications éventuelles en nanomédecine ?

**M. MASSET.-** Les applications s'organisent actuellement autour de trois axes principaux.

Le premier axe est de mieux voir, de « mieux diagnostiquer ».

En fait, l'échelle nanométrique va permettre d'entrer dans la cellule et donc de pouvoir identifier de nouvelles cibles thérapeutiques pour soigner de nouvelles maladies.

8

Ce qui est utilisé d'ailleurs dans le cadre de recherche-développement pour trouver de nouveaux médicaments, pour soigner des maladies rares ou des maladies pour lesquelles on ne dispose pas actuellement d'outils médicamenteux. Cela va permettre l'amélioration de la vitesse dans le rendu diagnostic médical de tous les jours, dans le laboratoire d'analyses médicales. On va aller plus vite et avoir beaucoup plus d'informations de ce côté-là. C'est le côté "mieux diagnostiquer".

Une application existe déjà, qui est une petite gélule que l'on avale et qui permet de faire une endoscopie sur l'ensemble de l'intestin pour vérifier qu'il n'y a pas de lésion. Cela transmet l'image à un dispositif extérieur. On met une nanocaméra dedans avec un studio de télévision qui permet d'aller accéder à des zones profondes de l'organisme qui ne sont pas actuellement accessibles par les moyens d'investigation actuels pour trouver une maladie.

Le deuxième axe est de "mieux soigner".



C'est ce qui a été évoqué tout à l'heure. Ce sont tous les transporteurs de substances actives qui existent déjà sur le marché comme des anticancéreux, des antiviraux. Cela permet d'accéder à des fissures plus profondes pour aller traiter une tumeur de manière plus profonde, ce qui n'est pas possible pour certaines tumeurs à l'heure actuelle car il faudrait injecter des quantités de substances qui seraient létales pour l'homme. Cela permet ainsi de cibler des sites thérapeutiques profonds, mais aussi de diminuer de ce fait la quantité de principe actif des médicaments utilisés et donc - sans en faire l'apologie car il existe des risques, il ne faut pas se voiler la face - de diminuer ce risque de rejet de substance médicamenteuse, puisqu'on diminue la quantité injectée.

Troisième aspect : "mieux réparer", et non plus améliorer.

C'est-à-dire avoir accès à des implants, des organes, des prothèses qui sont beaucoup plus résistants, surtout dans le domaine du dispositif médical, ou réparer par exemple des lésions cérébrales, une rupture de moelle épinière. Cela implique beaucoup de progrès : faire des interfaces électroniques pour donner la vue à un aveugle ou faire des prothèses auditives.

Tout cela, c'est encore dans le domaine du laboratoire. C'est quelque chose qui risque de voir le jour dans dix à vingt ans : une interface avec le milieu vivant.

Pour répondre rapidement, car je pense que nous allons en débattre largement, bien sûr qu'avec ces nouveaux objets, nous avons affaire à une nouvelle toxicologie par rapport à celle des molécules chimiques. Mais il faut savoir que la toxicologie évolue aussi. On peut parler (vous avez raison, j'ai entendu dans la salle) des maladies auto-immunes.

9

Il est vrai qu'un des risques, avec ces nano-objets - je ne parle pas de nanotechnologies -, injectés chez l'homme, c'est qu'ils peuvent être en effet et sont souvent des conséquences immunologiques. Mais tout cela dépend bien évidemment de l'objet qui a été fabriqué, de sa nature, de sa conception, de sa composition. Normalement, le système de développement du médicament, qui va vers une autorisation de mise sur le marché du médicament (c'est-à-dire que le produit est autorisé dans le cadre d'une balance bénéfique/risque) est aussi suivi après sa mise sur le marché dans le cadre d'un plan de pharmacovigilance. L'ensemble de ce dispositif permet normalement de minimiser les effets indésirables qui ne peuvent évidemment jamais être nuls.

**Mme JARRY.**- À vous, Claudine Picard.

**Mme PICARD.**- Je vais parler très brièvement de l'application et de l'utilisation des nanotechnologies dans mon laboratoire, Sanofi Aventis, car c'est un peu ce qu'a exprimé mon voisin, Dominique Massé.



Ce qui nous intéresse dans les nanotechnologies, c'est l'aspect « voir » avec un degré de précision plus important que les outils ne nous permettraient de le faire jusqu'à présent.

Cela a des conséquences très importantes dans l'accélération de la recherche vers la découverte de nouveaux médicaments, dans la mesure où ces outils dont nous disposons nous permettent d'aller plus vite et plus loin, par exemple, dans l'identification de nouvelles cibles physiologiques.

Je voudrais préciser que cette utilisation ne passe pas par des nanoparticules qui sont sous forme d'une émulsion ou que l'on va absorber ou éliminer. L'essentiel de ces outils, ce sont des outils qui sont un peu comme les puces que l'on peut trouver dans un téléphone portable, c'est-à-dire des outils gravés à l'échelle nanométrique. Ce sont des dispositifs qui nous permettent - comme la microscopie à champ de force ou force atomique -, de regarder à l'intérieur de la cellule ou au-delà de celle-ci.

Ce sont essentiellement des projets en partenariat avec des organismes de recherche qui nous permettront d'avoir demain dans nos laboratoires des outils plus performants et d'accélérer la découverte de ces nouveaux médicaments. C'est cet aspect-là, au-delà des nanoparticules, qu'il me paraissait intéressant à souligner : le développement et la mise à disposition d'outils de recherche de cette échelle nanométrique, qui nous permet d'avoir une détection inégalée ou des cycles de production de résultats ou de caractérisation de cibles biologiques qu'il n'était pas possible d'obtenir ou qui ne sont pas encore accessibles aujourd'hui et qui le seront demain avec ce progrès technologique.

**Mme JARRY.**- Je voudrais vous poser une question. Je crois qu'elle faisait partie de votre intervention, mais vous ne l'avez pas dit : commercialisez-vous déjà des nanomédicaments ?

**Mme PICARD.**- Non, nous ne commercialisons pas de nanomédicaments et n'en avons pas dans notre portefeuille, en ce qui concerne Sanofi Aventis.

**Mme JARRY.**- Merci. Pierre Teillac, pouvez-vous nous parler des laboratoires Pierre Fabre et de leur position sur les nanotechnologies ?

**M. TEILLAC.**- J'ai trois messages importants. Le premier est peut-être basique, mais c'est un message de taille. Nous sommes en train d'étudier depuis de longues décennies l'infiniment petit. Nous allons vers le plus petit du plus petit.

Nous en sommes loin avec les nanoparticules ou les nanotechnologies, car il y a beaucoup plus petit que les nanotechnologies.



Cela étant, pour donner une échelle, le nanotechnologique, c'est beaucoup plus gros qu'une molécule chimique, mais c'est plus petit qu'une cellule. Il y a une cellule, il y a un noyau dans toutes les cellules de l'organisme, et les nanoparticules peuvent pénétrer à l'intérieur. Si vous avez une molécule chimique de synthèse qui est encore plus petite, vous allez aussi avoir des actions cellulaires. La question d'échelle est importante.

Quand on parle de nanotechnologies, deux termes sont à retenir : nanoparticules et nanotechnologies. Il s'agit de l'utilisation des nanoparticules, qui sont des particules de petite taille qui existent, et l'utilisation technique de ces particules.

Par ailleurs, vous avez dit que je m'occupais de la recherche & développement (RD). Eh bien, je pense qu'à l'avenir on doit dire RDD. C'est Rechercher, Développer et délivrer le médicament. L'utilisation des nanotechnologies à l'aide de nanoparticules va nous permettre de délivrer le médicament au bon endroit. C'est ce qu'a fait remarquer M. Massé tout à l'heure quand il a dit que les nanotubes de carbone peuvent d'amener la molécule ou le traitement à l'intérieur de la cellule ou à la cellule correspondante.

**DANS LA SALLE.-** Comme les OGM !

**M. TEILLAC.-** Cela n'a rien à voir avec les OGM. Je vous répondrai sur le parallélisme avec les OGM, mais ce n'est pas du tout le même problème. Prenons un exemple sur un traitement qu'hélas beaucoup de personnes connaissent, la chimiothérapie. La chimiothérapie est une substance chimique toxique qui détruit les cellules. Or, pourquoi est-elle efficace dans le cancer ? Parce que le cancer est une cellule qui est immortelle, mais les cellules cancéreuses sont plus fragiles que les cellules normales. Quand on donne de la chimiothérapie de base aux gens, on détruit les cellules cancéreuses, mais aussi les cellules normales. Mais les cellules immortelles que sont les cellules cancéreuses repoussent beaucoup plus lentement que les cellules normales. C'est ce qu'on appelle la rémission. C'est pourquoi il y a des rechutes après les chimiothérapies. Néanmoins cela a été un progrès. Le second progrès de la chimiothérapie a été la chimiothérapie ciblée ; on essaie de trouver des molécules de chimiothérapie spécifiques d'un cancer plutôt que d'un autre, en fonction de paramètres biologiques ou cellulaires qui vont être étudiés.

**DANS LA SALLE.-** Cela n'a rien à voir avec les nanotechnologies !

**M. TEILLAC.-** J'y viens. L'étape suivante est de délivrer ces substances qui sont toxiques uniquement à la cellule tumorale ou uniquement en fonction de certaines caractéristiques de ces cellules. Je suis d'accord avec ma voisine. Il n'y a pas de nanomédicament à l'heure actuelle. On en est au stade de la recherche. C'est un espoir.



Le troisième message que je voudrais délivrer, c'est celui de la comparaison. Les nanotechnologies sont un outil. Avec les outils, on peut faire beaucoup de choses. Pour prendre l'exemple du marteau, il peut y avoir des marteaux avec le bec de canard, les masses, on peut se faire mal au doigt quand on plante un clou et on peut le planter parfaitement, etc. L'utilisation des nanotechnologies - mais là nous aurons besoin des autorités sanitaires, qui vont nous aider à regarder leur toxicité -, si elles sont utilisées de façon ciblée, contrôlée, elles seront à l'évidence une source de progrès.

Une dernière comparaison, c'est celle du laser. Einstein a décrit le premier le photon en 1917. Ensuite, il a fallu attendre soixante ans pour qu'un homme, Theodor Meinen, trouve la première application laser, prix Nobel de physique en 1955. Il a fallu du temps. La première application médicale du laser date de 1975. Il y a encore eu quinze ans d'attente avant une application médicale.

À l'heure actuelle, qui n'a pas entendu parler du traitement possible sur les maladies ophtalmologiques pour avoir des traitements rétinien avec l'énergie laser ? Qui n'a pas entendu parler d'une résection de la prostate par un rayon laser qui entraîne une coagulation plus rapide ? L'utilisation médicale du laser a pris entre soixante et soixante-quinze ans, donc une bonne quinzaine d'années pour les premières applications et ensuite d'autres années avant la routine.

Dans le domaine médical, nous sommes peut-être aux alentours des années 60 pour les nanotechnologies.

**Mme JARRY.**- Merci beaucoup.

Monsieur Vieu ?

**M. VIEU.**- Merci. Bonsoir à tous.

Je vais intervenir avec une position de chercheurs. Je suis chercheur au CNRS, enseignant à l'université de Toulouse. Je forme de futurs ingénieurs vers les nanotechnologies.

Le groupe de recherche que j'anime travaille à l'interface entre nanotechnologies, biologie et santé. Nous sommes donc beaucoup impliqués dans les applications vers le médical.

Au niveau scientifique, mon intervention va être courte car l'essentiel a déjà été dit. Ce que vous devez retenir, c'est que, avec les nanotechnologies, on manipule des molécules qui sont très petites et cela permet par conséquent de voir ce qui, d'habitude, est invisible. Comment cela se conjugue-t-il pour les applications en médecine ?



Si nous prenons des maladies comme le cancer, on sait que le développement d'un cancer est une succession d'événements rares. Ils sont difficiles à détecter et se traduisent par des modifications infimes, donc des concentrations très faibles. Parce que les nanotechnologies ont développé un arsenal de techniques et de procédures pour voir l'invisible et pour détecter ce qui est en concentration infime, on arrive à détecter des choses qui jusqu'à présent n'étaient pas détectables.

On comprend tout de suite que les applications principales seront des applications *in vitro* pour lesquelles on va faire ces analyses moléculaires sur des prélèvements issus du patient, et on va être capable de détecter avec une grande finesse plusieurs types de molécules que l'on va appeler des biomarqueurs qui vont aider nos collègues médecins à faire un diagnostic approprié.

C'est important parce que meilleur est le diagnostic, meilleure sera la thérapie. On sait aujourd'hui que les patients qui ont le même cancer auront des signatures moléculaires toutes différentes. L'enjeu qui est derrière, c'est que par cette analyse fine, précise des marqueurs biologiques, on va pouvoir adapter une thérapie à chacun.

Les nanotechnologies, c'est petit, on voit l'invisible et, en médecine, on veut s'en servir essentiellement pour cela.

Ce qui est le plus avancé en matière de diagnostic, de détection, ce sont des systèmes *in vitro*. Dans la chaîne de la prise en charge d'un patient, une fois que ce patient est avéré et qu'il a des symptômes, on fait des prélèvements et on essaie de faire les analyses avec la finesse maximale avec laquelle on va avoir des signatures moléculaires sur ces prélèvements, et on aide le médecin à ajuster sa thérapie.

Une fois que le malade suit une thérapie - donnée par le médecin, non par le chercheur que je suis -, ces mêmes dispositifs vont permettre de suivre la thérapie. Ce qui manque aux médecins, c'est de savoir si la thérapie est efficace. En suivant l'évolution des concentrations de ces biomarqueurs, on va aider à suivre cette thérapie.

Les applications *in vivo* sont plus difficiles. Elles sont plus dans le domaine de la recherche. Évidemment, dès l'instant où on est dans l'*in vivo*, se pose le problème de la toxicité, qui est très important et dont il faudra débattre, et se pose aussi le problème des barrières biologiques dont on a déjà parlé.



Dans l'*in vivo* je veux citer un exemple qui me paraît exceptionnel, pour vous donner l'idée de ce qu'on prépare. On sait actuellement que lorsqu'on fait une chirurgie, un des problèmes majeurs pour le chirurgien est de savoir si on a enlevé complètement la tumeur et si on n'a pas laissé quelques cellules tumorales qui vont pouvoir repartir et faire renaître la tumeur. Par les nanotechnologies, on peut aider le chirurgien pendant l'opération à voir ce qui d'habitude est invisible, c'est-à-dire les bords de son ablation, pour savoir s'il ne laisse pas encore du tissu cancéreux à l'intérieur.

C'est tout ce que je voulais dire pour l'aspect technique.

Par rapport aux événements qui ont précédé le lancement de ce débat, je voudrais positionner la position des chercheurs.

Il y a beaucoup de mes collègues dans la salle. Nous avons une position de chercheurs et nous croyons à ce que nous faisons. D'une certaine façon, les détracteurs des nanotechnologies pourraient dire que nous sommes les promoteurs des nanotechnologies. Oui, nous le sommes, car, sur certaines applications, nous croyons qu'elles vont avoir un bénéfice net extrêmement positif. Cela dit, tous mes collègues chercheurs répondront de façon libre à leur enthousiasme pour certaines applications qu'ils poursuivent.

D'un autre côté, nous sommes des citoyens. Je suis chercheur, mais je suis aussi un citoyen. Je m'interroge maintenant sur d'autres usages de ces technologies qui sont en train d'être développées. Le chercheur va montrer le possible, donner les voies d'application qui lui semblent positives et, ensuite, on utilisera ces technologies avec un certain nombre d'usages.

Je reviens sur mon diagnostic précis, précoce. Si ce diagnostic est destiné à quelqu'un qui est malade, qui est un patient, c'est positif. Je vais mieux le traiter. Et j'espère qu'effectivement je contribuerai à une survie meilleure. Si maintenant les usages de ces technologies sont autres, c'est-à-dire si je prends quelqu'un qui n'est pas malade, qui n'a aucun symptôme, mais que je vais lui faire ses diagnostics très précis pour prédire ce qui peut lui arriver dans le futur, là, les usages sont différents. Il faut les discuter.

Le débat d'aujourd'hui est justement là, pour faire la distinction entre le possible et les usages qu'on fera de ces technologies. Autant il est possible, et c'est le rôle du chercheur, de les évaluer et de montrer la voie, autant, pour les usages, c'est la société qui doit en discuter. Ce débat, à mon sens, est destiné à cela.

Tout à l'heure dans l'intervention qui a précédé le débat, j'ai entendu : « Il faut arrêter les nanotechnologies ». C'est une question : faut-il arrêter les nanotechnologies ?



La question pour moi ne se pose pas comme cela. Ce n'est pas responsable d'arrêter la recherche autour des nanotechnologies, car il y a des côtés positifs que j'ai essayé de vous traduire et il faut les évaluer.

La question que je poserai, moi, c'est celle des choix que nous faisons pour ces nanotechnologies. Et c'est là que l'on va toucher les usages, ce que l'on veut faire de ces technologies. Chacun d'entre nous peut avoir une position. J'aurai aussi ma position de citoyen que je veux éventuellement partager avec vous.

J'ai entendu aussi : « Il est trop tard, tout est joué, tout est fait ». Eh bien non, ce n'est pas trop tard. Je suis souvent face à deux types de réflexion. La première catégorie des gens me disent : « Les nanotechnologies, cela devient ennuyeux. On en parle depuis quinze ans, et il y a en fait encore très peu de produits qui sont nano. Ils me disent donc que c'était un soufflé et que cela tombe à plat. D'autres disent que c'est trop tard, qu'il y a des produits partout, qu'on est immergé, tous les choix sont faits.

La réalité est entre les deux. Dans le domaine de la nanomédecine, par exemple, on estime, avec une définition stricte de ce que sont les nanotechnologies, qu'à l'heure actuelle, 1 % de la médecine est une nanomédecine. Il n'est pas trop tard pour discuter des usages que l'on veut faire de ces technologies. Si on a une définition plus laxiste des nanotechnologies, on arrive à peu près à 3 % de la médecine. Ce n'est pas encore beaucoup. Donc, l'heure du débat est là, il n'est pas trop tard. Je souhaite que ce débat soit là et qu'il porte sur les choix.

En fait, quand une société arrive à exprimer les choix qu'elle fait par rapport à une technique, elle sort grandie parce que, à travers ses choix, les valeurs ressortent. J'espère que, dans ce débat, nous discuterons des valeurs. Ces valeurs vont s'exprimer par rapport au choix que nous ferons de l'utilisation de ces technologies.

**Mme JARRY.**- Je vous remercie infiniment pour cette position. Je crois que vous donnez une merveilleuse introduction à Rose Frayssinet. Je voudrais vous préciser que vous avez pu voir à l'entrée de la salle qu'il y avait beaucoup de petits fascicules, ce que nous appelons des cahiers d'acteurs, qui sont à votre disposition pour vous informer, mais pour permettre à chacun d'exprimer son avis.

Beaucoup ont souhaité exprimer leur avis, que ce soient les entreprises du médicament, l'Académie de pharmacie, l'Académie de médecine, les Amis de la Terre, etc.

Vous pouvez aussi les retrouver sur le site. Il en manque un, qui est celui de l'Académie de pharmacie qui parle aussi de ces questions.



Certains manquent encore, mais ils seront mis en ligne sur le site du débat dès qu'ils nous parviendront. Vous pouvez vous les procurer en réunion. Celui-ci est celui des Amis de la Terre. Et madame Frayssinet va nous en parler maintenant.

**Mme FRAYSSINET.-** Je suis un peu le mouton noir de toute l'équipe, car je pense que la nanomédecine est le cheval de Troie des nanotechnologies. On met toujours en avant la nanomédecine et ce que cela va nous apporter. Parce que, bien entendu, on a envie d'être un peu moins sourd ou ne pas mourir d'un cancer trop vite. Mais on n'a absolument pas parlé de la prévention dans tout ce qui a été dit ici.

D'autre part, par rapport à l'ensemble des nanotechnologies, le domaine de la nanomédecine ne représente que 2 % du budget global, c'est très peu par rapport à toutes les autres applications. De plus, j'ai lu les cahiers d'acteurs qui étaient déjà sur le site. L'entreprise du médicament ne recense que 30 % de nano-produits contenant les nano-vecteurs qui ont été évoqués. Et l'Académie de pharmacie dénombre entre sept et huit médicaments, ce qui est peu. Qui plus est, on ne sait pas du tout ce que ces nano-vecteurs - ces petits camions qui vont transporter ces médicaments - vont devenir dans l'organisme.

Didier Rod nous l'a bien dit tout à l'heure. On se retrouve, dans la nanomédecine, avec exactement les mêmes problèmes globaux posés par les nanomatériaux et les nanotechnologies en général. Il faut faire l'analyse bénéfice/risque mais aussi des dérives.

16

Comme on a parlé beaucoup des bénéfices, je voudrais mettre l'accent sur la nanomédecine, avec les dérives possibles. Si l'on peut surveiller la santé, on peut surveiller le comportement humain. Il faudra y faire très attention.

Le fait d'avoir une nanomédecine très pointue, très sophistiquée va engendrer une injustice sociale énorme au niveau des patients. Certains pourront y accéder. Je ne parle pas que des pays développés, mais, dans les pays moins avancés, beaucoup de gens n'auront pas droit à cela. Il y aura une injustice sociale énorme.

D'autre part, vous avez parlé de techniques de réparation, mais on peut aller encore beaucoup plus loin vers la transformation et donc vers des dérives transhumanistes relativement vite.

Ces problèmes vont être posés dans tous les secteurs. Je veux revenir à ce que dit l'académie de médecine, qui me heurte énormément : « Il faudra quand même voir, et s'il y a des complications sanitaires, on avisera le public ». J'ai lu cela dans le cahier d'acteurs de l'Académie de médecine.



Je ne peux pas l'entendre car ce qu'on dit, c'est qu'on comptera les morts, on dépolluera, on indemniserà. Nous, ici, à Toulouse, nous ne pouvons pas entendre cela.

*(Applaudissements.)*

On a dépollué et on nous a indemnisés, mais nous sommes blessés. Je le porte moi-même pour beaucoup d'autres, et je le dis très fort. Excusez-moi, j'ai du mal à parler de cela.

Il faut voir que nous sommes dans cette logique. Quand on dit bénéfique/risque, cela veut dire qu'on va essayer de compter combien on va tolérer de morts, combien on va tolérer de problèmes de santé accessoires ou qui vont arriver avec ces applications.

J'irai directement au sujet principal. Comme je le disais, la nanomédecine, c'est la même chose que les autres problèmes que présentent les nanomatériaux : les nano-objets et tous les produits nano-structurés. Ils posent des problèmes de santé. Et qu'on ne nous dise plus qu'il y a des incertitudes, car les études tombent les unes après les autres pour dire qu'il y a des problèmes, comme vous l'avez dit, de passage des barrières naturelles : cela veut dire que la cohorte de lésions de l'ADN, de mésothéliomes et de tous ces problèmes. C'est déjà avéré.

Les nanotubes de carbone, c'est pratiquement comme l'amiante. Bien sûr, il y a des nanoparticules qui sont plus dangereuses que d'autres, mais c'est déjà avéré. Qu'on ne nous dise plus qu'on est encore dans le domaine de l'incertitude. On a déjà des certitudes. Il faudrait arrêter maintenant de nous balader depuis des années.

Pour l'environnement, c'est exactement pareil. Pour les hommes, il y avait ces problèmes de lésions aussi, pour les petits poissons dans l'eau, quand ils vont avoir ces nanoparticules, c'est pareil. Pour les plantes, on a déjà des études sur le riz qui montrent des dégradations importantes du riz : il ne se développe plus du tout de la même manière. Ils accumulent ces substances. Tout cela, nous le savons déjà.

Il faut quand même que les pouvoirs publics prennent des décisions. Je me demande combien il faut d'études pour qu'on arrive à prendre des décisions et qu'on mette les choses un peu à plat. On a un peu parlé du contrôle de l'individu par les RFID. Elles vont servir pour voir de très petites choses, mais elles servent déjà pour "fliquer". J'emploie ce mot d'argot, car c'est cela qui se passe. On est là vraiment dans l'atteinte des libertés individuelles.

J'ai parlé de transhumanisme, et je pense que la salle va réagir.



Ce qui me paraît le plus important, c'est que, pour l'instant, on veut absolument nous faire croire qu'il faut aller dans la course des nanotechnologies, qu'il faut éviter que les entreprises européennes et françaises soient encore hors de la course. Mais pour quoi faire ? Pour faire des produits de quelle utilité sociale ? Je me le demande.

*(Applaudissements.)*

Je me demande si c'est bien important, comme les nanoparticules qui enveloppent le sel ou le chocolat, on se fiche qu'elles coulent plus ou moins bien. Si on nous fait avaler du dioxyde de silice ou d'autre chose, à quoi cela sert-il ? Il me semble qu'il faudra se poser la question de l'utilité sociale de ces produits. En sommes-nous là ?

**Mme JARRY.**- Là, nous essayons de restreindre le débat au champ de la médecine.

**Mme FRAYSSINET.**- Oui, mais cela le rejoint. J'ai bien dit que les nanomédecines sont le cheval de Troie de la médecine. On nous fait avaler tout le reste derrière, et ce n'est pas possible. Au niveau des financements, ceux attribués aux nanotechnologies assèchent complètement d'autres techniques qui seraient plus judicieuses et qui seraient moins consommatrices d'énergie.

Je vous conseille de lire notre cahier d'acteurs, qui est plus complet. Je voulais tout de même aborder cela, car il me semblait que c'était absolument important de le dire maintenant, surtout que nous sommes au tout début du débat. Je ne sais pas si beaucoup de gens connaissent la problématique complète. Ce que nous ne voudrions pas, nous, c'est qu'on transforme le débat et qu'on ne le voie pas dans son ensemble. Je voulais prendre le temps de dire l'ensemble du problème.

*(Applaudissements.)*

**Mme JARRY.**- Merci beaucoup. Beaucoup de questions me sont arrivées.

**Mme FRAYSSINET.**- Je voudrais dire que nous sommes pour un moratoire. Il a fallu des années pour construire notre positionnement. Nous n'étions pas contre *a priori*, mais, au fur et à mesure de nos lectures, de nos compilations, de l'échange au niveau international, nous nous sommes rendu compte que ce n'était pas possible de continuer comme cela.

Nous demandons donc un moratoire sur les nanotechnologies.



**Mme JARRY.**- J'ai beaucoup de questions qui sont arrivées sur papier, mais il serait plus agréable que les gens se lèvent, disent leur nom et posent leurs questions. Je pourrai en lire une partie. Certaines sont très intéressantes :

« Plutôt que guérir, ne pourrait-on pas essayer de prévenir en travaillant sur les questions d'environnement ? » Il est vrai que la tâche est difficile, tant le champ que couvre cette technologie nouvelle est grand.

S'il y a des questions qui s'adressent aux participants, c'est le moment.

**Julien.**- Je voudrais dire que j'étais d'accord avec ce que vient de dire madame Frayssinet, notamment au sujet du transhumanisme, qui est une idéologie qu'on connaît peu mais qui chapeaute les nano, en tout cas dans les couloirs des lobbies de l'industrie pharmaceutique et aussi alimentaire.

J'avais une question plus directe pour M. Didier Rod.

Vous avez parlé des nanotubes de carbone il me semble. En revanche, vous n'avez pas expliqué que, au niveau des nanotubes, les assurances avaient refusé d'assurer les entreprises qui les fabriquent parce que, justement, ces nanotubes laissent penser que les risques sont énormes. La question qui a notamment été posée par les gens derrière, c'est : pourquoi n'arrête-t-on pas sur cette question des nanotubes de carbone, alors que les assurances elles-mêmes refusent de soutenir les industries qui les fabriquent ?

19

J'aurais une deuxième question qui s'adresse à l'organisateur, au président du débat public. Il nous a présenté ce débat public comme étant démocratique, mais c'est plutôt une consultation de l'opinion publique organisée par une entreprise qui s'occupe de cela et qui s'est également occupée l'année dernière de faire une veille de l'opinion et des personnes qui travaillent dans le secteur de l'éducation nationale. Donc, pour moi, ce débat public, je suis content d'y être et d'y participer, mais les décisions sont déjà prises.

**Mme JARRY.**- La commission du débat public n'est pas une entreprise.

**Julien.**- Vous passez par une entreprise pour l'organiser. J'ai lu ce qui était expliqué. C'est l'entreprise I&E.

**Mme JARRY.**- C'est une agence de communication qui s'occupe de la logistique. Nous sommes sept membres de la commission, et nous ne pouvons pas organiser à 7 un débat national. Bien sûr que nous sommes aidés.



**Julien.**- Ne mentez pas, madame. Cette société n'est là que pour récolter des informations sur l'avis des gens. On est d'accord, c'est une veille de l'opinion. Ce n'est pas un débat. Un débat laisse penser que, derrière, il y a des décisions. Aujourd'hui, les décisions sont déjà prises. Notamment, Nicolas Sarkozy qui vient de donner 70 M€ de plus en 2009 pour développer les nanotechnologies. Minatec a été ouvert en 2006 à Grenoble avec la présence policière au cas où il y aurait des débordements. Je ne pense pas que nous soyons vraiment dans un débat et que nous puissions dire que nous ne voulons pas des nanotechnologies.

Nous avons des faits : par exemple les assurances qui refusent d'assurer ceux qui produisent des nanotubes de carbone. Pourquoi n'y a-t-il pas une décision concrète de la part des pouvoirs publics ou des intervenants de dire : « On arrête » ? C'est cela, ma question.

*(Applaudissements.)*

**M. LE PRESIDENT.**- Sur la question des assurances, nous les entendrons. Et nous verrons où elles en sont de leur réflexion. Pas aujourd'hui, mais nous les entendrons. Si elles ne veulent pas assurer, ce n'est pas parce qu'elles considèrent que le risque est énorme. On peut assurer un risque énorme. Dans l'état actuel des choses, elles refusent d'assurer. Pourquoi ne le font-elles pas ? Parce que le risque n'est pas aujourd'hui quantifiable de manière suffisamment précise.

**Julien.**- Il n'y a donc pas d'études qui démontrent que c'est aussi dangereux que l'amiante ? Ce n'est pas vrai.

**M. LE PRESIDENT.**- Ni dans un sens ni dans l'autre.

**Julien.**- Les assurances se basent sur ces études-là.

**Mme JARRY.**- Sur la question des risques des nanotubes de carbone, nous avons quelqu'un dans la salle qui travaille sur des études. Nous pouvons aussi parler de cela.

**M. LE PRESIDENT.**- Laissons de côté cette question. Ce que je ne peux pas admettre, c'est d'imaginer un seul instant que c'est une agence de communication qui dirige le débat.

**Julien.**- Je n'ai pas dit qui « dirigeait », mais qui « organisait ».

**M. LE PRESIDENT.**- Non, c'est nous qui l'organisons et c'est nous qui disons ce qu'elle doit faire.



**Julien.**- Vous avez donc embauché une agence pour faire une veille de l'opinion publique et qui est celle qui a été utilisée par le gouvernement l'année dernière pour faire une veille de l'opinion publique. Vous savez ce que nous vous disons là. Je ne suis pas en train de vous mentir.

**M. LE PRESIDENT.**- L'agence de communication a peut-être fait des veilles pour ceci ou pour cela, mais je peux vous garantir que dans le cadre du débat, elle n'est pas là pour faire une veille, mais pour nous aider à organiser matériellement le débat. Comment me croire ?

**Julien.**- Les décisions ont déjà été prises. Il y a des investissements qui sont faits depuis des années dans les nanotechnologies, et aujourd'hui on vient nous voir en nous disant qu'on va nous consulter, nous laisser le droit de dire ce que nous pensons de ces nanotechnologies, alors que les investissements sont déjà faits, énormes, comme l'a dit madame Frayssinet : 70 M€ pour 2009 ! Ce n'est pas rien.

**M. LE PRESIDENT.**- 70 M€ pour 2009, c'est effectivement, une somme, mais il faut relativiser par rapport à d'autres choses. Le point qui est clair, et qui a bien été dit autour de cette table, c'est qu'aujourd'hui, par exemple, dans le domaine médical, les applications des nanotechnologies représentent un tout petit pourcentage, ce qui veut dire qu'il y a là devant nous, selon les experts - je ne suis pas là pour juger s'ils ont raison ou non - un champ considérable de développement. Ce champ a besoin d'être maîtrisé.

21

Nous sommes là pour en discuter. Sur les choses qui existent aujourd'hui, il y a beaucoup de choses qui, je l'espère, sont totalement réversibles. Il y a devant nous tout un ensemble de décisions à prendre. Ce débat peut les éclairer.

Ce que je vais vous dire maintenant, c'est à titre personnel. J'ai 70 ans, je ne serais pas là à faire le pitre devant vous si je n'étais pas convaincu que ce débat servait à quelque chose. Je mets en jeu ma crédibilité personnelle.

**Julien.**- Vous n'avez pas répondu à la question : pourquoi les assurances ?

**Mme JARRY.**- Quelqu'un veut bien répondre à votre question.

**M. VIEU.**- *A priori* cela ne ressemble pas tout à fait à une question. Vous exprimez une opinion en disant : pourquoi n'arrête-t-on pas les nanotechnologies ? C'est votre position personnelle. Je peux vous demander sur quels arguments elle est fondée ? J'ai essayé d'expliquer tout à l'heure que les nanotechnologies, comme toute technologie, ont évidemment des usages qui vont être positifs et d'autres qu'il faut discuter. Ce que j'ai essayé d'introduire comme notion, c'est une notion de casuistique.



Au cas par cas, il faut regarder si telle ou telle application que nous visons, telle ou telle recherche que nous faisons, nous devons la continuer ou non.

Quand vous dites : « On stoppe tout », vous englobez un budget global de 70 M€ qui inclut diverses applications. En prenant en compte un point particulier qui est celui des nanotubes, qui est étudié, vous voulez globalement jeter tout le bébé avec l'eau du bain. C'est votre position personnelle. Je vous dis simplement, que, moi, je suis sur une position différente qui est qu'il y a évidemment des choses positives dans ces développements que nous faisons autour des nanotechnologies. Je veux qu'elles voient le jour.

Les chercheurs qui sont autour de moi sont impliqués pour démontrer qu'effectivement des malades pourront en bénéficier un jour. Mais je ne suis pas pour dire, par une position de principe un peu idéologique, qu'il faut tout arrêter, sous prétexte que je vais prendre ici un exemple en disant qu'ici il y a toxicité. Je suis sur la nuance. Ce débat est destiné à expliquer ces nuances.

*(Applaudissements.)*

**M. TEILLAC.**- Plus qu'une réponse exacte. C'est un parallélisme sur la recherche et l'utilisation de la recherche. On a vu il y a quelque temps des marqueurs prédictifs de l'apparition d'un cancer et en particulier du cancer du sein. Vous avez tous entendu parler de la dérive qu'il y a pu avoir de l'utilisation de ces marqueurs qui ont amené à faire l'ablation des seins, parfois l'ablation bilatérale des seins chez les femmes aux Etats-Unis sous prétexte qu'elles avaient sur une prise de sang un marqueur qui prédisait qu'elles allaient avoir un cancer du sein dans le futur. C'est une dérive évidente. Pour essayer de comprendre l'intervention qui vient d'être faite, c'est une dérive que l'on doit éviter absolument et que l'on ne pourra éviter qu'en renforçant la recherche au stade de compréhension sur les nanotechnologies. Je crois que, tant que l'on n'aura pas une connaissance approfondie des nanotechnologies, on aura du mal à connaître les dérives potentielles, sauf à aller dans les dérives que je viens de décrire. Il est clair que l'investissement qui peut être fait sur la recherche dans ce domaine, que ce soit dans un but diagnostique ou également dans un but thérapeutique, ne doit pas s'arrêter. Par contre, l'utilisation –c'est ce que disait Christophe Vieu tout à l'heure– c'est le vrai débat. Quelle utilisation en faire ? C'est quasiment un débat qui nous amène à discuter sur : doit-on ou pas dépister les tumeurs ? La nanotechnologie, c'est un outil. On doit savoir s'en servir et tout outil nous permettra de faire des progrès. L'erreur, c'est de s'en servir mal à propos et de faire des erreurs avec l'outil. C'est ce qui s'est passé avec PCR2. C'est le marqueur des cancers du sein dont je parlais tout à l'heure. Et c'est ce qui ne doit pas se passer avec les nanotechnologies. Il faut continuer à chercher dessus.



**M. GOUAREN.**- En préambule à mes deux questions, la question précédente s'adressait à M. Rob. Ce serait bien qu'il réponde. J'ai deux questions. Il me semble qu'on met dans le même sac nanotechnologie des choses qui n'ont rien à voir entre elles. Je ne pense pas qu'il y ait des liens particuliers entre une nanoparticule et un nanorobot. Je crains que le débat soit biaisé par ce seul fait, que l'on parle de santé ou d'autres sujets. Chacun va se renvoyer les bienfaits de choses qui n'ont rien à voir entre elles. C'est assez inquiétant pour le débat.

Autre question. Les pro-nano, si je peux vous appeler ainsi, nous parlent beaucoup de cancer et de guérison du cancer, pas seulement, mais beaucoup. Il me semble qu'on étudie relativement peu les causes environnementales du cancer, en particulier liées aux substances à la prolifération de substances chimiques. À votre avis, à choisir, on commence par quelle recherche ?

*(Applaudissements)*

**M. ROD.**- Je vais répondre aux questions. D'abord, c'est vrai, le monsieur qui est intervenu tout à l'heure a eu raison de le dire, aujourd'hui quand on lit les rapports des sociétés d'assurances, elles sont extrêmement réservées à l'assurance d'un certain nombre d'entreprises sur les nanotechnologies. C'est vrai, dans la mesure où elles estiment qu'aujourd'hui, classiquement, quand on évalue un médicament, on fait une évaluation bénéfique/risque et donc on prend dans ce bénéfique/risque un certain nombre de garanties. Elles pensent aujourd'hui que l'évaluation des risques, pas seulement sur les médicaments, n'est pas suffisante pour avoir un retour sur investissement de leur assurance. Le rapport le plus récent c'est l'assurance SWISS qui est très intéressante à étudier, elle montre qu'ils ne sont pas en train de dire que les nanotechnologies c'est mauvais, mais que les doutes sur les risques des nanotechnologies sont suffisamment graves pour ne pas perdre de l'argent sur des risques. Ce ne sont pas des philanthropes, ils cherchent leurs bénéfices et pensent que leurs bénéfices risqueraient de tomber. C'est pourquoi les assurances ne veulent pas prendre ces risques.

Deuxième question, c'est une question écrite, est-ce que la directive REACH s'applique aux nanoparticules ? Il y a eu plusieurs questions écrites sur cette question. Je voudrais y répondre deux minutes, parce que j'étais au Parlement européen quand il y a eu cette directive. Théoriquement oui, la directive REACH s'applique aux nanoparticules. En pratique, non. Parce que trois éléments : d'abord, si les nanoparticules sont contenues dans un produit déjà évalué, par exemple les cosmétiques, dans ce cas-là la nanoparticule n'est pas évaluée en tant que telle, c'est le cosmétique qui est évalué. Donc, bien évidemment la directive REACH ne s'applique pas à toutes les nanoparticules contenues dans les cosmétiques.



Deuxième élément : quand une substance chimique est évaluée, on n'évalue pas les substances dérivées. Par exemple, si le carbone est évalué dans la directive REACH, on n'évaluera pas spécifiquement les nanoparticules ou les nanotubes de carbone. Ils ne seront donc pas évalués dans la directive REACH.

Troisième élément : il y a une question de tonnage dans la directive REACH. Pour que la directive REACH s'applique à des molécules, il faut un tonnage d'au moins une tonne. Bien évidemment, la directive REACH ne s'applique pas aux nanoparticules, parce qu'elles sont petites, souvent ce sont des éléments d'appréciation. Si elle s'applique en théorie, en réalité et en pratique elle ne s'applique pas. C'est d'ailleurs une revendication qu'a posée le Parlement européen au mois de mars, dans une résolution, qui demandait une législation spécifique aux nanotechnologies et aux nanoparticules pour que la législation européenne puisse s'appliquer en termes de bénéfice/risque. *(Applaudissements.)*

**M. MASSET-** Pour rebondir là-dessus. C'est tout à fait exact pour la directive REACH. C'est d'ailleurs dans ce cadre que la Direction générale de la santé, et que l'AFSSAPS qui a aussi en charge les cosmétiques, ont demandé à ce que les nanoparticules ne soient plus limitées par cette limite d'une tonne. Il faut dire que l'exigence des études dans REACH est fonction du tonnage et en fait on arrive à des études pertinentes sur la sécurité une fois qu'on est au-delà de 10 ou 20 tonnes. C'est sûr qu'on ne les obtiendra jamais. On pousse pour avoir ces informations pour mieux garantir la sécurité des utilisateurs et des patients.

24

La directive REACH ne s'applique pas aux médicaments. Les médicaments c'est une législation à part où l'exigence en termes d'étude est extrêmement importante. Ceci dit, tout un débat est ouvert : cette législation est-elle appliquée actuellement aux nanotechnologies, aux nano-objets, plus qu'aux nanotechnologies, destinés à l'homme ? Nous avons actuellement ce débat au sein de notre agence. On a d'ailleurs sorti des recommandations pour les industriels pour leur dire : attention si vous venez nous déposer pour un essai clinique ou pour une autorisation de mise sur le marché un nouveau médicament ou un nanoobjet qui intègre cette technologie, on va vous demander tel ou tel point. Il est vrai que les études récentes et le porté sur le débat ont fait évoluer ces nouveaux aspects en termes de sécurité sur les médicaments.

**INTERVENANT.-** J'ai une question par rapport à madame Rose Frayssinet, qui représente les Amis de la Terre, qui au niveau de sa synthèse dit : « les Amis de la Terre demandent un moratoire sur la recherche et la commercialisation des nanotechnologies, qui est la seule attitude raisonnable ». Est-ce que vous maintenez cette position, oui ou non ?



Deuxième question générique. On propose nanotechnologie et médecine qui est une vieille technique que l'on a déjà vue sur les OGM, qui est de casser tout système de réflexion en disant : « Une recherche médicale produira automatiquement un bienfait pour votre santé personnelle indépendamment de toute destruction possible et imaginable sur l'environnement ». C'est le cas en autres en nanotechnologie. On met des particules de fer dans l'océan pour soi-disant capter du CO<sub>2</sub>. J'en passe et des meilleures. On pourrait aller très loin. Le débat est très biaisé sur la manière dont vous le posez.

**Mme FRAYSSINET.**- J'ai un peu dit cela au début. J'ai bien dit que les nanomédecine étaient le cheval de Troie des nanotechnologies. Cela voulait dire tout à fait ce que vous avez dit. Oui, nous sommes pour un moratoire sur la recherche et sur la commercialisation des nanoproduits, parce que justement –je l'ai aussi évoqué peut-être trop rapidement, surtout les risques–, il faut savoir effectivement qu'il y a plus de 1 000 produits commercialisés. On ne va pas parler des petits bouts de la médecine, mais de tous les autres. Il apparaît maintenant, que c'est pire que les OGM, parce que ce sont tous les secteurs. On a une démultiplication des personnes exposées. C'est énorme. C'est pour cela qu'on dit : « Attendez, avant cela, il faut être sûr de l'innocuité des produits. Il faut être sûr que les médicaments et nanovecteurs ne vont pas se retrouver dans les effluents et qu'on retrouve de la radioactivité ou des hormones, etc. » Tout cela, on veut en être bien sûr. Ce que l'on voit, c'est que pour l'instant, il n'y a pas encore de décision. Il faut s'arrêter. Comme cela a été dit à plusieurs reprises : pourquoi tous ces cancers ? Je crois que maintenant on sait très bien et on arrive à démontrer que les cancers sont dus à la pollution chimique et on va nous donner d'autres pollutions chimiques. Sur ces nanoparticules, on ne connaît pas les effets de dose. En toxicologie, les toxicologues nous disent que même les marqueurs ne sont pas les bons marqueurs. Il faut tout réinventer. On cite très souvent l'or qui à l'échelle micrométrique est complètement inerte, à l'échelle nanométrique il devient un catalyseur et peut provoquer des choses qu'il n'était pas censé provoquer. À 2 nanomètres, il n'a pas les mêmes propriétés qu'à 20 nanomètres. Ce sont des choses complètement... En fait, on est en train de jouer à l'apprenti-sorcier. Pour nous, c'est très clair. Pour l'instant, il n'y a absolument pas de filtres qui sachent arrêter et capter cela. On commence peut-être à en trouver un, mais ce n'est pas sûr. On ne sait pas les compter dans l'atmosphère. On ne sait pas si des gants sont suffisamment fins pour arrêter cela. Quant aux masques, il n'y a encore rien. On vous dit bien, pour les nanomédicaments, qu'il faut que cela soit fait dans les salles blanches, parce que c'est dangereux, mais après on va nous les balancer partout. Vous comprenez qu'en tant que citoyens écologistes, on se pose des questions.

**M. TEILLAC.**- On peut vous comprendre sur le moratoire de l'utilisation, mais il est difficile de pouvoir accepter un moratoire sur la recherche, car la recherche c'est tout simplement de la connaissance.



Continuer la recherche, c'est apprendre. Comment peut-on proposer un moratoire sur la connaissance ? C'est justement quand on propose un moratoire sur la connaissance (c'est-à-dire qu'on empêche les gens de savoir) que l'on ouvre des portes à toutes les dérives que vous décrivez, et vous avez raison de le faire. C'est justement en acquérant cette connaissance de ce que c'est exactement, qu'ensuite on pourra débattre de l'utilisation et qu'il y ait un moratoire sur l'utilisation (pourquoi pas) mais sûrement pas sur la recherche.

**M. VIEU.**- Je trouve votre propos extrêmement violent pour la même raison que mon collègue. Refuser la connaissance, c'est ouvrir les portes à l'ignorance, à toutes les dérives et manipulations possibles derrière. Quand vous dites qu'on va en balancer partout, d'où tirez-vous cette information ? Qui vous a dit cela ?

**Mme FRAYSSINET.**- Des pneus avec des tubes de carbone, leur usure fait que... Vous avez déjà des nanoparticules sur les murs ou sur les ciments. Je ne fais que lire ce qui est écrit...

**M. VIEU.**- La matière sous forme nanoparticulaire est utilisée depuis plusieurs siècles, autour de vous.

**Mme FRAYSSINET.**- Le problème c'est qu'on va le faire à une échelle telle ...

**M. VIEU.**- On vous explique que l'on va mieux comprendre de quoi est faite cette matière et quels seront ses effets. Vous refusez cette compréhension-là. C'est étrange comme position.

**Mme FRAYSSINET.**- Sur la recherche, ce qui me gêne le plus c'est que les projets de recherche sont pratiquement tous sur de la recherche appliquée. Ce n'est pas de la recherche fondamentale, pas beaucoup. C'est surtout pour de l'industrialisation directe derrière. C'est ce qui me gêne.

**Mme JARRY.**- Je voudrais qu'on ait le temps d'aborder encore quelques questions.

**INTERVENANTE.**- Je suis une simple citoyenne. Je suis très gênée d'être photographiée, filmée et d'être devant la caméra. Je voudrais simplement poser ma question. Je ne pensais pas venir à ce débat ce soir, j'avais quelque chose de prévu. J'avais été rassurée par quelqu'un de ma famille qui travaille avec les nanotechnologies et les polymères et qui m'avait dit de ne pas m'inquiéter : « On emploie les nanoproducts depuis plusieurs années, tu en as déjà dans tes produits de beauté, dans ton alimentation, dans les produits d'usage courant, etc. » Donc je n'avais pas prévu de venir ce soir. Cet après-midi à la radio nationale, j'ai entendu dire que l'on venait de trouver que des ouvrières dans une entreprise de peinture avaient eu des malaises et avaient été emmenées à l'hôpital.



Certaines étaient mortes et les recherches sur leurs corps avaient montré qu'elles avaient utilisé des peintures qui contenaient des nanoparticules et des nanomolécules de silice. Lorsque leurs poumons ont été examinés, on a trouvé des nanomolécules de silice. Il n'y a donc pas de barrière pour les nanoproducts qu'on utilise dans des peintures et qui se retrouvent ensuite dans les poumons. C'est très bien lorsqu'il s'agit de soigner, mais cela m'inquiète beaucoup. Je suis extrêmement inquiète et je demande comment on peut soigner les personnes qui sont déjà atteintes par les nanomolécules de silice dans les peintures utilisées dans leur entreprise.

**Mme JARRY.**- Est-ce que quelqu'un peut répondre à cette question parmi ceux qui sont là ?

**INTERVENANT.**- J'ai constaté qu'on nous a distribué une liste où il y a environ 100 produits contenant des nanotechnologies, si on veut résumer. Or, on sait qu'il en existe actuellement un millier. Aucun n'a été analysé du point de vue nocivité. Je constate que parmi ces 100 produits, qui parlent des pneus, des raquettes, des cosmétiques, on trouve seulement deux produits, noyés dans la masse, deux additifs alimentaires. On ne nous précise pas dans quel type d'aliments ils se trouvent. Ils sont constitués d'oxyde de silicium, exactement de ce que la dame vient de parler et qui a dit qu'il y avait eu des problèmes, au niveau de la peinture. Quels sont ces additifs alimentaires ? Y en a-t-il d'autres ? Est-ce que ces produits ont été choisis parmi les 1 000 qui existent ? Comment se fait-il qu'il y a déjà dans la nature 1 000 produits sans aucune évaluation. Et ce n'est que maintenant que l'on se réveille et qu'on fait un pseudo débat en faisant semblant de dire vous avez la parole. Mais va-t-on me répondre ? Où sont ces additifs alimentaires qui sont dans la liste ? À quoi servent-ils ? Sont-ils dans des soupes, dans les aliments de consommation courante, etc. ? Je voudrais qu'on me réponde. Surtout que je viens d'entendre qu'il y a eu des problèmes au niveau de ces oxydes de silicium, qui sont justement dans ces additifs alimentaires.

**Mme JARRY.**- Il y a quelqu'un dans la salle qui peut répondre à votre question.

**INTERVENANT.**- Je ne peux pas répondre sur les additifs alimentaires, mais sur l'oxyde de silicium, sur la maladie dont parle madame. C'est une maladie très connue qui est la silicose du mineur. Que ce soient à l'état nano ou micro de silice, il ne faut pas respirer les particules. Il y a eu des erreurs. La silice particulaire ne doit pas être respirée, à cause d'une maladie qui s'appelle la silicose du mineur, qui était très connue des mineurs du charbon.

**INTERVENANT.**- Je voudrais poser une question un peu plus philosophique. Nos chercheurs ont très peu de concepts historiques.



**INTERVENANTE.-** Je veux bien répondre à madame, parce que j'ai lu le même article dont elle a parlé sur les personnes qui ont été empoisonnées dans cet atelier de peinture. Il s'agit d'une étude chinoise qui a été faite sur des femmes qui travaillaient dans un atelier de peinture dans des conditions exécrables. Il s'agissait d'une très petite salle qui n'était pas du tout ventilée. Les personnes ne portaient aucune protection. Il n'y avait aucune ventilation. Même s'il n'y avait aucune particule de silice, il est probable que les personnes auraient été rendues malades par les autres constituants chimiques de la peinture. C'est une des premières études cliniques qui montrent qu'il y a effectivement eu transfert des nanoparticules à l'intérieur du corps de ces personnes. Mais on ne peut pas dire que ce soit nécessairement ces particules qui aient rendu ces personnes malades. Il faudrait étudier des cas qui soient plus relevant que cette étude-là.

**INTERVENANT.-** J'ai une question philosophique, parce qu'apparemment cela manque un peu dans cette salle. Il semblerait que les scientifiques français nous aient enseigné il y a quelque temps que le nuage de Tchernobyl devait s'arrêter à la frontière. Il semblerait que personne n'ait été irradié quand on a fait des essais nucléaires en Algérie. Quelle confiance peut-on avoir en l'Etat français et en vous, messieurs les technocrates de la science, sur votre bicyclette en train de pédaler fort pour arriver à faire un progrès technologique, en nous indiquant que c'est de la connaissance ? La civilisation technologique a détruit la civilisation de la connaissance sans aucune vergogne, ici, notamment à Toulouse. Je suis curieux de savoir quelles sont vos connaissances en matière de sciences philosophiques ? En matière de savoir et société ? Je serais curieux de savoir ce que vous avez l'intention de laisser à nos enfants ? Merci de vos réponses.

*(Applaudissements.)*

**Mme JARRY.-** C'est une question qui s'adresse aux gens qui sont assis ?

**M. TEILLAC.-** Je veux bien répondre en faisant un parallèle, que j'ai déjà fait tout à l'heure. Je suis très heureux que mes prédécesseurs m'aient laissé l'exemple du laser, qui est pourtant un rayonnement très dangereux. Je serai très fier de laisser à mes enfants une technologie qui leur permettra de faire des traitements plus efficaces en fonction de la pathologie qu'ils auront.

**INTERVENANT.-** Je suis responsable d'une association de consommateur de l'Ariège. Je voudrais évoquer un rapport établi par le Parlement européen, en janvier 2009, et qui s'adresse à tous les parlements européens. Dans ce rapport, deux constats sont faits. Le premier, c'est qu'au niveau de la définition des nanomatériaux, il y a désaccord et les techniciens n'arrivent pas à se mettre d'accord sur une définition des nanomatériaux. Deuxième constat qui apparaît à travers ce rapport, c'est que les industriels refusent de signaler dans les étiquetages la présence de nanomatériaux.



Pour terminer, je vais reprendre quelques phrases qui sont dans ce rapport en conclusion : première phrase, c'est le Parlement européen qui parle : « *renouvelle sa demande visant à étiqueter en conséquence les produits de consommation contenant des nanomatériaux* ». Un peu plus loin, il est écrit ceci : « *demande urgemment la mise au point de protocoles d'essais adéquats pour évaluer, sur la base d'une approche pluridisciplinaire, l'exposition aux nanomatériaux et les risques liés à ces derniers et ce, durant l'intégralité de leur vie* ». En conclusion : le Parlement européen recommande ceci : « *est d'avis qu'eu égard au nombre très élevé de décès imputables tous les ans à la pollution atmosphérique, une action réglementaire dans le domaine des nanomatériaux devrait également viser les sous-produits nanométriques fortuits des processus de combustion* ». J'aimerais bien, puisque nous avons la chance d'avoir un député européen, qu'il nous donne son sentiment sur ce rapport sur lequel il a peut-être travaillé.

**M. ROD.**- C'est un excellent rapport, dont j'étais à l'origine quand j'étais au Parlement européen, qui a été repris par d'autres collègues ensuite. C'est pour rebondir à une série de questions sur les problèmes de la pollution chimique, liés à un certain nombre de pathologies et de maladies environnementales. La cause environnementale est souvent au niveau chimique. C'est pour cela qu'a été faite la directive REACH. On est étonné de lire qu'on met des nanoparticules dans les peintures, partout, etc. et personne ne le sait, oui c'est vrai, mais on savait aussi que n'importe quelle substance chimique était mise dans les peintures, dans les pneus, etc. sans aucune réglementation, sans savoir si cette substance avait une potentialité toxique ou pas. On ne regardait que l'efficacité, la rentabilité, le retour sur investissements des actionnaires, etc. Mais en aucune manière on évaluait, avant la mise sur le marché d'une substance chimique, sa potentialité toxicologique ou toxique. C'est pour cela qu'a été faite la directive REACH. Au niveau du Parlement européen, cette directive a été faite pour évaluer toutes les substances évidemment futures, mais y compris *a posteriori*, c'est-à-dire celles qui sont déjà sur le marché. Cela pose beaucoup de problèmes parce qu'on s'aperçoit qu'il y a toute une série de substances, dont on n'avait jamais mesuré la toxicologie, qui s'avèrent très toxiques. Ce n'est pas un hasard si nous avons tous dans notre sang 50 ou 60 substances chimiques différentes, qu'il y a des possibilités ou des évaluations au niveau de maladies. On peut citer les cancers, mais il y en a plein d'autres. C'est pour cela que la directive a été faite. Elle est positive, parce qu'enfin on évalue des substances chimiques qui peuvent être potentiellement toxiques. Le problème avec les nanoparticules, c'est que la directive REACH ne s'applique quasiment pas en pratique. Or, en plus de la chimie classique, parce que ce sont des nanoparticules, parce qu'elles peuvent passer les barrières intestinales, de la peau, etc., il peut y avoir justement un risque différent. Je ne dis pas plus important, on ne sait pas, puisqu'on ne sait rien. Mais puisqu'on ne sait rien, c'est un risque parce qu'elles peuvent pénétrer les barrières.



Effectivement, le problème des nanotubes de carbone qui pose le problème de réaction très proche de l'amiante, nous inquiète beaucoup. C'est pour cela que le projet du Parlement européen est excellent parce qu'il dit qu'il faut justement une application particulière aux nanoparticules, parce que les autres directives ne s'appliquent pas. C'est un élément extrêmement important dans le débat, dans l'avancée et dans la réflexion sur les nanoparticules et les nanotechnologies.

**INTERVENANT.-** Que pensez-vous alors de la position prise par le Conseil national de l'alimentation, au mois de juin dernier, qui recommande l'application du principe de précaution ?

**M. ROD.-** Je ne peux être que d'accord.

**INTERVENANTE.-** Bonsoir. Je suis étudiante à Paul Sabatier. Ma question est la suivante. Dans la course aux nouvelles technologies, les scientifiques ne se précipitent-ils pas trop vite dans l'application des nanotechnologies ? En médecine, l'espoir est de pouvoir détecter plus efficacement des cibles dans le corps humain, plus tôt en tout cas. Comment être sûr que nous saurons bien interpréter nos nouvelles observations ? Dans le cas des cancers, n'est-on pas capable de penser trouver des cancers, alors que ce sont des choses bénignes et du coup de lancer des thérapies qui auraient des effets secondaires assez importants ?

**M. MASSET.-** Vous vous placez sur un débat éthique. Il ne faut pas que la médecine devienne une dictature et un dictat. Cela pose aussi le problème avec le clonage, le décryptage génétique. Est-ce que des porteurs de gènes spécifiques ne peuvent pas être identifiés comme étant porteurs potentiels d'une maladie et à ce moment-là leur interdire un certain nombre d'accès ? C'est vrai que c'est un problème d'éthique qui dépasse le problème du risque sanitaire. C'est un risque qui est tout aussi grave. C'est certain. Ceci dit, ces avancées au niveau des cibles est quelque chose d'important pour avancer sur des nouvelles cibles, sur des nouvelles molécules, qui ne donneront pas forcément lieu à la mise sur le marché de nanoobjets. Je crois que quelqu'un a fait une remarque dans le débat. On parle actuellement de nanotechnologies, de nanotubes de carbone, ou de dioxyde de titane ou de silice. Or, les nanotechnologies c'est beaucoup d'autres choses. Il faut savoir, par exemple, dans les médicaments qui intègrent des nanoobjets mis sur le marché, que ces fameux transporteurs de molécules anticancéreuses ou autres sont des molécules biodégradables, c'est-à-dire que ce sont des vésicules lipidiques qui sont dégradées dans l'organisme. Il faut bien évidemment savoir en quoi elles sont dégradées et quels sont leurs effets, mais c'est le rôle du développement du médicament et c'est le rôle d'une agence comme la nôtre de s'assurer que l'on ait toutes les informations sur la sécurité avant d'en évaluer le bénéfice d'ailleurs et d'avoir toutes ces informations pour les premiers effets chez l'homme.



Certes, c'est une science qui évolue et qu'il faut faire évoluer, parce que loin de là la science évolue, donc loin de là de dire qu'on a tous les outils pour évaluer les risques. Tout à l'heure, on a évoqué le problème des maladies auto-immunes. C'est vrai que l'on n'a pas actuellement tous les outils réglementaires pour évaluer ce risque auto-immune qui est spécifique. C'est difficile à partir d'une étude de faire des généralités, c'est pour cela qu'il faut mettre en place des systèmes de vigilance.

Il faut savoir que cela ne va pas forcément donner lieu à des molécules, à des nanoobjets. Cela peut aussi bien être des nanotechnologies notamment dans la recherche. A mon avis, il ne faut pas arrêter la recherche. Il faut l'encadrer. Il faut qu'elle soit confinée et sécurisée. Mais ce genre de technologie va permettre de mettre en évidence de nouvelles cibles. Il faut savoir que dans l'organisme, environ un million de protéines constitue le corps humain, dont 3 000 que l'on connaît. Sur ces 3 000 protéines, il n'y a que 100 protéines qui sont des sites thérapeutiques. Actuellement, on n'est capable de soigner que sur 100 sites thérapeutiques, alors que s'ouvrent des portes incroyables pour soigner plus efficacement et avec moins d'effets. D'où l'intérêt de cette recherche au niveau des nanotechnologies pour ne pas forcément mettre en place des nanoobjets –je le répète– avec évidemment les risques qu'ils peuvent comporter. Chaque nanoobjet a sa propre toxicité qui sera spécifique du nano-objet (sa composition, sa forme, s'il fait des agrégats, sa persistance dans l'organisme, s'il est éliminé, son devenir dans l'environnement –à ne pas oublier–). Grâce aux lois européennes, l'évaluation du risque environnemental fait partie du dossier d'autorisation de mise sur le marché du médicament. C'est assez récent, il date de 2006. Cela ne va pas forcément aboutir qu'à des nano-objets.

**INTERVENANT.-** C'est paradoxal. Je n'ai pas peur du tout des nanotechnologies. Des molécules sont beaucoup plus dangereuses que les nanoparticules. Il y a des paradoxes. Cela peut nous permettre de capter le CO<sub>2</sub>. C'est important. Je me pose une question éthique. Certains industriels s'engouffrent directement dans les nanotechnologies, seulement dans un but lucratif et sans regarder les effets néfastes à l'échelle du long terme. C'est ce qui me fait peur. La recherche fondamentale ne me fait pas peur du tout, puisqu'il en faut. Mais j'ai peur que des industriels se soient déjà engouffrés dans les nanotechnologies, sans avoir pris la part du risque et sans avoir évalué des budgets assez conséquents par rapport à ce qui est investi dans la recherche. C'est ce qui me pose problème. Il faut savoir qu'il y a des molécules bien plus dangereuses que les nanotechnologies, et ce n'est qu'une histoire d'échelle. C'est surtout cela. Par contre, cela va sans doute révolutionner les mentalités. Il y a une molécule plus importante qui est le CO<sub>2</sub> et peut-être que grâce aux nanotechnologies, ce que vous avez en fait dans les pots d'échappement pour capter divers gaz va jouer sur l'environnement directement.



Qui n'a pas de voiture ? On est tous, même moi, je suis fautif sur ce qui est fait. Je voulais faire la part des choses. Ce qui me gêne un peu plus, c'est l'aspect dont on n'entend pas parler, l'aspect financier.

**Mme JARRY.**- Est-ce une question ou un avis ?

**INTERVENANT.**- Quels sont les budgets consacrés à l'étude ?

**Mme JARRY.**- Je l'ai sous les yeux cette question. Ne faudrait-il pas investir d'abord dans la recherche concernant les risques avant cette application ? Non, ce n'est pas celle-là, mais elle ressemble. Quelqu'un veut-il répondre ?

**Mme FRAYSSINET.**- C'est moi qui parle des chiffres, c'est un peu curieux. La part réservée pour les recherches toxicologiques est très faible. Elle est autour de 3 % sur l'ensemble des budgets. C'est très faible. Sur les 70 M€ par an qui ont été alloués au programme Nano Innove qui nous concerne puisque nous en avons une partie sur Toulouse, il y a zéro euros pour les études de risques sur cela. Ce qui nous a fait bondir bien entendu, puisqu'il n'y a pas assez de recherches là-dessus. On est vraiment dans une proportion d'échelle minable. Concernant ce que vous avez dit des industriels, ils se sont engouffrés sans même se rendre compte de ce qu'ils faisaient. Si vous lisez les attendus des nanoforums qui ont eu lieu, j'avais fait un petit florilège de ce que les industriels disaient. Ils disaient : « Ce n'est pas dangereux, mais chez nous, on travaille quand même en salle blanche ». Il ne savait pas trop. À la fin, ils disaient : « On ne sait pas trop, donc on va voir ». Par exemple, vous dites : on peut essayer de réduire la pollution atmosphérique. Il y a effectivement des ciments photocatalytiques qui sont prévus à cet effet. Ils détruisent une partie des dioxydes d'azote, mais cette dégradation entraîne des dérivés nocifs, peut-être encore plus dangereux que le dioxyde d'azote et que l'on va retrouver dans les eaux de ruissellements. Il faudra peut-être aussi traiter les eaux de ruissellements. Chaque fois, on fait quelque chose qui produit autre chose de plus dangereux. Ce sont des nanoparticules.

32

**INTERVENANT.**- Les nanoparticules datent de la nuit des temps. Lorsqu'on a fait les premiers freins de voitures, cela dégageait des nanoparticules. Ce qui me fait peur, c'est qu'on passe à une échelle...

**Mme FRAYSSINET.**- Les particules fines à faible échelle de diesel sont extrêmement toxiques et produisent des décès anticipés graves. Quand vous êtes en pollution atmosphérique haute, vous avez un nombre de morts, un nombre de problèmes respiratoires. On le sait déjà et c'est parce qu'on fait déjà ce genre de mesures que l'on sait qu'au niveau d'autres particules avec d'autres supports, on va avoir ce genre de risques. On les a déjà.



**Mme JARRY.-** Je vais donner la parole à Manuel Flahaut qui va intervenir sur les budgets de recherche. Il va compléter la réponse de Rose Frayssinet sur la part des budgets de recherches dans le domaine des risques. Nous prendrons ensuite une dernière question. Toutes vos questions écrites seront traitées et on y répondra. Si on n'a pas pu traiter vos questions maintenant, vous les laissez à la sortie de la salle, on les emporte avec nous et il y sera répondu. Elles seront mises en ligne sur le site avec la réponse qui correspond. Je suis désolée qu'on ait si peu de temps.

**M. FLAHAUT.-** Je suis chercheur au CNRS. Je voulais réagir par rapport au budget de recherche concernant la toxicité des nanomatériaux. Depuis 3 ans, je coordonne un programme de recherche, financé par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), qui concerne l'effet sur la santé et l'impact environnemental des nanotubes de carbone. Il ne faut pas dire qu'il n'y a pas de recherche dans ce domaine. Les budgets alloués à ce type de recherches sont relativement faibles, mais ils existent et on essaie d'avancer dans ces domaines.

**Mme JARRY.-** Nous n'avons pas le temps de reprendre d'autres questions. Nous allons laisser la parole à Catherine LARRIEU.

**Mme LARRIEU.-** Catherine Larrieu du ministère du Développement durable. Il y a un certain nombre de sujets sur lesquels les ministères qui ont souhaité ce débat peuvent évidemment vous apporter des éléments de réponse. On va le faire par écrit. La CPDP va nous transmettre les questions orales et les autres. Je voulais juste apporter un complément d'informations par rapport à une intervention d'un monsieur qui a cité le rapport du Parlement européen, indiquant que les industriels n'informaient pas suffisamment les consommateurs sur les produits, sur les nanoparticules, les nanomatériaux, et les nanotechnologies utilisées. Je voulais apporter comme complément d'information, ce que la France a prévu de faire sur le sujet. Le Grenelle de l'environnement a permis de débattre de ces sujets, puisqu'il y a eu de nombreux travaux, notamment sur la question des risques émergents. De ces concertations du Grenelle de l'environnement est sorti un engagement, qui a été validé par Jean-Louis Borloo et Nicolas Sarkozy, de demander aux industriels français de déclarer officiellement par une procédure administrative et également d'informer le consommateur, *via* l'étiquetage, de l'existence de nanoparticules ou de nanotechnologies pour les différents produits proposés aux consommateurs. C'est quelque chose de très important. Ce n'est pas encore voté. C'est actuellement en discussion au Parlement. Le Sénat a voté cette disposition ce mois-ci. Cela va passer à l'Assemblée nationale en février et ce sera applicable ensuite selon les délais que la loi prescrira. On a anticipé par rapport à la demande du Parlement européen et on espère bien que d'autres pays vont aller dans cette voie.

**M. LE PRÉSIDENT.-** On va remercier chaleureusement les participants à cette séquence.



(Applaudissements.)

**M. LE PRESIDENT.**- Pour essayer de maintenir...

**INTERVENANT.**- Ce n'est pas sérieux. Vous avez convoqué une réunion où il est écrit nanotechnologie structurée...

**M. LE PRESIDENT.**- On va le faire maintenant. On vous a proposé un séquençement. Je pense que, compte tenu de la façon dont est partie la première séquence, il serait logique d'enchaîner sur la troisième. On verra après ce que l'on fait de la deuxième. J'appelle José Cambou, France nature environnement, Catherine Mir, Direction générale de la prévention des risques, Frédéric Schuster, qui est au CEA, mais qui est en partie un des responsables du programme Nanosafe européen, Pascal Guiraud, qui est Directeur de l'Observatoire des déchets industriels et qui travaille au laboratoire d'ingénierie des systèmes biologiques et des procédés. Je vais demander à José Cambou d'introduire cette séquence.

**Mme CAMBOU.**- Très concrètement, on parle maintenant de nanotechnologies et environnement. Les données disponibles sont aujourd'hui clairement insuffisantes pour évaluer les impacts potentiels sur l'environnement des nano. (Vous souhaitez que je ne parle pas ou vous souhaitez me faire répéter les phrases, on ne gagnera pas de temps). Vous pourrez remarquer que le dossier support du débat ne donne quasiment pas d'informations sur les impacts environnementaux puisque le chapitre qui parle d'environnement et de santé ne parle quasiment que de santé, à juste raison par ailleurs en termes de santé, mais l'environnement c'est important aussi. L'environnement c'est quoi ? C'est l'eau, l'air, les sols, les écosystèmes, c'est aussi la flore, la faune, bref le vivant. Certes au sein du vivant, il y a les humains, mais il y a tout le reste avant. Dans ce que je viens de vous donner, je vous propose de considérer que l'environnement est important et je me permets de vous rappeler qu'il y a un effet boomerang de l'environnement vers l'homme puisque nous respirons l'air, nous buvons de l'eau et nous avons aussi le problème de la chaîne alimentaire. Or les usages se multiplient de produits contenant des nanoparticules. Je pense que là, depuis le début, on l'a révisé. Or celles-ci peuvent se disséminer dans tous les milieux, tout au long du cycle de vie, c'est-à-dire depuis le stade de leur fabrication, la période d'usage et aussi celle de la fin de vie qu'on appelle souvent stade du déchet.

Dans le cadre de la période d'usage, on peut voir quelques exemples. On a cité tout à l'heure du dioxyde de titane dans les produits de construction, bâtiments et routes. On a déjà parlé des pneus. Mais, dans la réalité, si je prends l'exemple du nanoargent, les produits de consommation en contiennent plus de 50 %. Vous en trouvez par exemple dans les chaussettes. Quand on les lave, petit à petit, cela part dans les eaux usées, et donc vers la rivière. L'intérêt du nanoargent, c'est qu'il est bactéricide. L'inconvénient, c'est qu'il est bactéricide.



Cela signifie que l'on va avoir des effets *a priori* dans le milieu aquatique, qu'on peut avoir des effets aussi sans doute dans l'air. Il y a un ensemble de gens, notamment aux Etats-Unis, qui depuis 2003, et peut-être même avant, se préoccupent des effets du nanoargent, y compris sur les sols, où ils s'inquiètent de ce qu'ils appellent l'effet terre brûlée avec des possibilités d'écroulement, qu'ils disent même possibles, dramatiques, dans les capacités métaboliques et la diversité du sol des populations microbiennes, et c'est une citation.

Très concrètement face à tout cela, (pouvez-vous mettre le deuxième transparent ?), qu'est-ce que nous proposons ? Nous proposons une politique publique de précaution. Ce qui veut dire agir dans un domaine d'incertitude. Alors, cela ne veut pas dire faire une chose et puis d'autres quelques années où beaucoup d'années après, mais c'est faire en même temps. C'est développer des connaissances, on voit bien qu'il y a plein de choses qu'on ne connaît pas. C'est réglementer des rejets, le plus rapidement possible, donc générer du droit spécifique et adapté. Je vous assure que de mon point de vue, le droit n'est pas vraiment adapté. Il faut faire de la surveillance. Mais pour faire de la surveillance des milieux, il faut des outils pour faire de la mesure, de la métrologie. Et il faut des protocoles de tests adaptés et, là aussi, du calage est certainement à faire. Bien évidemment, il faut mettre de l'information disponible tout le temps, que ce soit produire des connaissances, avec la surveillance, etc. C'est pourquoi vous voyez sur le diaporama un ensemble de flèches. Et puis en parallèle, il faut mettre de la concertation dans la durée, et je fais partie des gens, ainsi que ma fédération, qui soutiennent l'importance d'un débat public. Il aurait peut-être pu avoir lieu plus tôt, il a enfin eu lieu et il est important de se l'approprier. Très concrètement, parce qu'on nous avait demandé de faire très court, je vais essayer de m'y plier, je reviendrai, si vous le souhaitez, sur les aspects que j'ai cités : effet terre brûlée ou autres.

Très concrètement, pour conclure en cet instant, est-il raisonnable et éthique de maintenir un pareil déséquilibre entre des connaissances lacunaires sur les risques et les impacts des nanotechnologies sur l'environnement et la production d'application, notamment grand public ? Eh bien moi, en mon âme et conscience, je réponds non. On est dans un système beaucoup trop déséquilibré. Nous avons commis au sein de ma fédération un cahier d'acteurs qui est à votre disposition à l'entrée. Il est centré surtout sur les problèmes sanitaires. Vous verrez que nous demandons un moratoire, mais que ce moratoire est partiel ; c'est ce que nous soutenons depuis l'époque du Grenelle car c'est dans ce cadre que nous l'avons présenté. Nous demandons un moratoire sur les produits grand public, qui dans leur usage au quotidien et pour des usages non médicamenteux sont en contact avec le corps, c'est-à-dire habillement, produit alimentaires, cosmétiques, etc. Avec la méconnaissance que nous avons à la fois sur l'environnement et sur la santé humaine, il est urgent d'attendre, en tout cas pour certains types d'usages. Merci.



(Applaudissements)

**M. LE PRESIDENT.**- Merci, madame Cambou. Peut-être y a-t-il instantanément des interventions sur ce qui vient d'être dit ? Sur la manière dont le problème est posé ? On reviendra bien entendu sur tout cela. On va peut-être demander à Frédéric Schuster qui travaille dans le produit Nanosafe de nous dire un peu si, sur les points évoqués par madame Cambou, il y a des connaissances lacunaires, ou pas de connaissance du tout. Comment voyez-vous les choses ?

**M. SCHUSTER.**- Je voudrais juste faire une petite remarque par rapport à l'intervention de la table ronde précédente. Dans le budget de Nano Innove, il y a quand même 2,5 M€ dédiés aux aspects sécurité. Il y aura même une centaine de sites qui seront expertisés, dans lesquels on va faire des mesures de nanoparticules en particulier.

Pour revenir au sujet de Nanosafe, je voulais juste dire qu'au Commissariat à l'Energie Atomique, on travaille sur l'énergie et sur les technologies de l'information de la santé. Les nanomatériaux sont quelque chose d'important pour innover en rupture, mais en parallèle effectivement on essaie de développer l'ensemble des moyens de maîtrise de ce cycle de vie des nanomatériaux et donc le programme Nanosafe qu'on a lancé en 2002, puis le gros du programme qui a démarré en 2005. On peut peut-être passer sur le *slide* d'après. Là j'ai essayé de résumer sur ce transparent les avancées faites dans le cadre du programme Nanosafe, qui est un programme européen, financé par la Commission européenne, et 24 partenaires, dont des grands industriels comme BASF, ARKEMA, des grands centres de recherches comme l'INSERM, l'INERIS ; je ne vais pas citer tous les participants. On a fait un certain nombre d'avancées dans un certain nombre de domaines clés pour la maîtrise du cycle de vie des nanomatériaux. La première avancée est dans le domaine de la détection et du monitoring des nanoparticules dans l'environnement, en particulier dans les environnements de travail puisque vous savez que nous sommes tous environnés par des particules. Dans cette pièce, il y en a environ 10 000 par cm<sup>3</sup>. Je ne vais pas en faire la liste, le problème, en fait, est que quand on fabrique des nanoparticules par un procédé, il faut développer des technologies pour être capable de les détecter et détecter spécifiquement les particules que l'on fabrique. On a développé, dans le cadre du projet Nanosafe, des technologies à base de laser qui permettent de donner des informations chimiques sur les nanoparticules que l'on aurait fabriquées par un procédé. On est donc capable maintenant de différencier entre des particules environnantes et des particules qu'on a fabriquées.

Il y a une deuxième avancée qui est le développement d'un badge individuel. L'idée est d'être capable de disposer de systèmes qui permettent de donner une indication sur l'exposition individuelle des gens qui vont travailler dans le domaine de la synthèse de nanomatériaux.



On a également développé un certain nombre d'outils pour évaluer le danger. Ce sont les Suisses du centre suisse de microtechnologie qui ont développé un système pour faire du *toxicity screening*. Avec un certain nombre de petits systèmes, l'idée est d'être capable de savoir assez rapidement si une nouvelle nanoparticule qu'on aurait produite présenterait des risques de passer les barrières biologiques.

On a également développé des outils, des bandes tests pour mesurer l'explosivité des nanoparticules. C'est intéressant de savoir, dans le cycle de vie des nanoparticules, si les nano sont plus explosives que les micros. On a parfois des surprises. On a également développé un certain nombre d'outils pour sécuriser les procédés. J'entendais tout à l'heure que les gants, les masques n'étaient pas efficaces. Dans le cadre du projet Nanosafe, on a développé des bandes tests pour tester l'efficacité des gants et de toutes les protections individuelles, des filtres, et les résultats montrent que c'est très efficace.

On a également développé des procédés pour collecter de façon sécurisée les nanoparticules, suite à une synthèse en phase vapeur de nanopoudre par exemple, on a développé des systèmes qui permettent de connecter en continu et de récupérer les nanoparticules sous forme de suspension et d'éviter les problèmes d'envolement. On a travaillé sur les systèmes de containers pour les transporter de façon sécurisée.

On s'est aussi intéressé au problème du relarguage. On a développé des bandes tests pour voir si les matériaux qui contiennent des nanoparticules étaient susceptibles de relarguer en cours d'usage ces nanoparticules. Il ne faut pas faire l'amalgame entre matériaux nanostructurés, nanomatériaux et nanoparticules. C'est un jargon compliqué, mais il faut être précis.

On a testé et on a acheté des chaussettes anti-bactériennes. On a testé un certain nombre de produits pour voir si on était capable de mesurer le relarguage de ces nanoparticules.

On a aussi une action assez forte dans le domaine de la communication. Il y a un site web du projet Nanosafe sur lequel vous pouvez trouver un certain nombre de rapports de dissémination. Vous avez 8 rapports qui sont déjà téléchargeables. On a mis en place aussi un logiciel e-learning que l'on essaie d'alimenter avec les nouvelles découvertes. On organise aussi des conférences. Une conférence sera organisée en 2010 sur ce cycle de vie des nanomatériaux.

**M. LE PRÉSIDENT.**- Merci. Cela prouve qu'il se passe des choses, sans doute au-dessous de ce que l'on pourrait souhaiter à certains égards. Une chose est intéressante : le programme est européen.



Ceci me semble assez clair, parce que cela doit déboucher ultérieurement sur des dispositions réglementaires. Et il serait intéressant qu'il y ait une réflexion européenne sur ces dispositions réglementaires. Sur ce qui vient d'être dit, y a-t-il des questions instantanément ?

**INTERVENANT.**- Une toute petite question. Vous avez essayé de voir si vous pouviez détecter les relarguages de particules. Avez-vous réussi ?

**M. SCHUSTER.**- C'est une très bonne question. Nous avons monté une bande test. C'est très difficile de mesurer dans un bruit de fond élevé, le relarguage de très petites quantités. On n'a pas mesuré grand chose.

**M. LE PRESIDENT.**- Le test auquel vous faites allusion, plus précisément, vous avez fait quoi ?

**M. SCHUSTER.**- On a usé.

**M. LE PRESIDENT.**- C'est un tissu ?

**M. SCHUSTER.**- On a fait évoluer un test, qui s'appelle le test de Taber. C'est un test normalisé. On est en train de l'adapter pour la mesure de relarguage de nanoparticules. C'est une des contributions à la normalisation qu'on va faire. Dans le cas du projet Nanosafe, il y a eu environ une quinzaine de résultats qui vont être des contributions à des potentiels standards.

38

**M. LE PRESIDENT.**- Tout d'abord, madame Cambou a cité l'exemple des pneumatiques. Avez-vous des choses en cours là-dessus ?

**M. SCHUSTER.**- Actuellement, on n'a pas d'étude sur l'usure des pneumatiques.

**M. LE PRESIDENT.**- Je ne sais pas exactement ce qu'on relargue, mais on relargue des choses.

**M. SCHUSTER.**- Le noir de carbone dans les pneumatiques, c'est 1911.

**M. LE PRESIDENT.**- Cela ne veut pas dire qu'il faut le respirer. L'argument sur le fait qu'il y a des choses connues depuis très longtemps, moi je ne mets pas mon nez dans ma cheminée pour respirer même si c'est de la suie. Il ne faut peut-être pas non plus conclure définitivement, parce que c'est très vieux, qu'il n'y a pas de problème. Il y avait une question au fond.



**INTERVENANT.-** C'est une question sur la géo-ingénierie. Entre autres, les programmes de géo-ingénierie pour capter du CO<sub>2</sub>, provoquer l'opacité des rayonnements solaires, fertiliser les océans avec des particules de fer ou de l'urée pour stimuler la séquestration du CO<sub>2</sub> dans le plancton marin. Tout cela est bien gentil, *a priori*, pourquoi le faire alors qu'il y a peut-être des moyens sociaux sur la réduction des voitures, la réduction de la consommation de pétrole, etc. ? En plus, on ne connaît pour l'instant aucune des conséquences de ces éléments-là. Le problème des nanoparticules, c'est aussi ce genre de gadget. Vous présentez au début la médecine, pour que vous soyez mieux, c'est gentil, mais on nous a fait le coup pour les OGM. Mais il y a tout le reste qui est derrière.

**M. LE PRÉSIDENT.-** L'utilisation des nanoparticules ou des nanomatériaux de caractères si différents pour lutter contre le réchauffement climatique, c'est un truc sur le papier ou on y pense sérieusement ?

**Mme CAMBOU.-** Je ne sais pas répondre à cela, mais je trouve la question extrêmement intéressante. Parce que si je reprends le thème de la médecine de tout à l'heure, on ne s'attaque pas aux maladies, mais on met de grands pansements. C'est quand même comme cela qu'on est en train de gérer, puisqu'on n'est pas en train de réfléchir sur comment éviter de polluer, comment éviter de défaire les océans qu'on esquinte à vue d'œil, etc., mais c'est à chaque fois, comment on va inventer des systèmes qui vont permettre de refaire du business sans s'attaquer à toutes nos mauvaises pratiques. Je ne suis pas d'accord sur une telle logique et je comprends la question.

39

**M. LE PRÉSIDENT.-** Une autre question ? Cela peut être une prise de position. Ce n'est pas forcément une question.

**INTERVENANTE.-** On voit que les nano-objets ont envahi l'habitat, l'énergie, les matériaux, les biens d'équipements, les applications multiples comme l'informatique, le textile, la médecine, les cosmétiques. Ce n'est pas étonnant que l'on ait un grand débat parce que nous en avons partout. En Midi-Pyrénées, il y a 900 entreprises concernées par les nanotechnologies. Ces entreprises produisent des objets, mais qui sait ce qu'elles produisent ? Qui les utilise ? Quels sont les impacts qu'ils ont sur nous ? Je suis bien contente que la représentante du ministère nous l'ait dit. Il faudrait *a minima* une identification, et pour cela les connaître, un logo spécifique qui puisse informer les consommateurs, les citoyens et les salariés dans les entreprises, afin que ceux-ci puissent choisir d'en utiliser ou non et que cela remonte dans les CHS-CT. Il faut une législation qui encadre la production et l'utilisation des nanotechnologies.



Ce que je voulais vous dire, c'est qu'il y a une chose tout en amont, on pourra faire tout ce qu'on veut, si les nanotechnologies et les nanoobjets continuent d'être produits, une chose va être certaine, c'est qu'elles finiront en déchets, comme finissent à peu près la plupart de nos objets. Nous aurons des nanodéchets qui finiront dans les incinérateurs, en centre d'enfouissement technique ou dans les stations d'épuration. Nous les retrouverons dans l'égout. À l'heure actuelle, la plupart des collectivités veulent étendre l'égout sur les champs. Il y aurait une dissémination de faite. Si cela arrivait à passer l'égout, on aurait une dissémination par l'eau. Je pense qu'il faut absolument un moratoire. Il faut qu'on en sache beaucoup plus avant qu'il y ait des objets dans la vie courante.

*(Applaudissements.)*

**M. LE PRESIDENT.**- On va passer la parole à Pascal Guiraud, en lui posant deux questions. La première question posée, c'est au fond : est-ce que l'on sait où sont les nanotechnologies ? Lorsque vous vous êtes penché sur les problèmes de gestion des déchets, est-ce que vous avez réussi à faire un peu une cartographie du cheminement des nanoproduits ?

**M. GUIRAUD.**- Bonjour. Je vous remercie de me donner la parole. J'aimerais avoir le premier transparent si cela est possible. Avant de répondre à ces deux questions, parce que c'est bien l'objet de ma présentation, je voudrais préciser que je représente une association qui s'appelle l'ORDIMIP qui est l'observatoire régional des déchets industriels en Midi-Pyrénées. Elle regroupe différents acteurs qui se sentent concernés par la gestion des déchets des activités économiques en général. On retrouve des services et des établissements publics de l'Etat, des collectivités territoriales, des entreprises, des associations patronales, mais aussi des associations de protection de l'environnement, des associations de consommateurs et ce qu'on a appelé des personnalités qualifiées, des universitaires, des journalistes, etc. C'est un résumé de ce que l'on est en train de faire aujourd'hui. C'est de cela qu'on s'est occupé. Cette association qui existe depuis pas mal d'années, qui sert à comprendre où vont et où sont les déchets en Midi-Pyrénées, s'est autosaisie du problème des nanotechnologies. Finalement, que sait-on de cela ? Est-on capable d'identifier des déchets ? Est-on capable de voir où ils vont ? Est-on capable de prévoir des filières pour commencer à traiter des objets que l'on ne sait toujours pas retraiter ? A-t-on des moyens pour anticiper le problème ?

Là-dedans, l'idée était de répondre à trois enjeux importants pour cette filière : est-on capable d'avoir une gestion des déchets adaptée à l'endroit où ces produits sont créés et utilisés, par exemple, dans des laboratoires de recherche ? Est-on capable de protéger les salariés des filières de collectes, depuis les éboueurs qui ramassent les poubelles, jusqu'aux centres de traitement un peu plus sophistiqués et aux mises en stockage des déchets inutiles ?



Est-on capable d'adapter des filières de traitement ? Par rapport à tout ce qui existe déjà pour tout autre type de déchet. Sait-on faire du recyclage de l'eau ? Est-ce qu'on sait traiter l'eau qui pourrait être polluée par des nanoparticules ? Sait-on traiter les déchets et s'assurer qu'à la sortie il n'y a rien ?

Pour faire cela on a fait une grande enquête sur Midi-Pyrénées à partir de l'année 2008 où on a contactés 900 entreprises, 35 laboratoires de recherche censés utiliser des nanotechnologies. On a eu un taux de réponse qui amène au constat qu'il y a sur le transparent. C'est-à-dire qu'on ne sait rien. Pourquoi ? Parce que les gens eux-mêmes ne savent pas. On a discuté avec des responsables hygiène et sécurité dans les entreprises, et ils disent : c'est quoi ces nanotechnologies ? Que voulez-vous qu'on regarde ou qu'on recherche ? Il y a un manque cruel d'informations au niveau le plus basique pour avoir des retours pour organiser des filières, pour s'assurer que l'on fait cela sans danger.

Pour terminer rapidement sur cette introduction, mais on y reviendra un peu plus en détail plus loin. On a pu émettre des recommandations très fortes basées sur un retour d'expérience. On est allé voir sur le terrain. On est allé recueillir des informations pour mettre en œuvre des solutions qui ne plaisent pas à une grande partie d'entre vous, mais sur lesquelles il est quand même nécessaire de réfléchir et d'anticiper dès maintenant. Sur ces recommandations, il y a d'abord un niveau basique d'information et de transparence. On a parlé depuis le début d'étiquetage. Cela permettrait aux gens de savoir ce qu'ils manipulent et de prendre des précautions. Cela permettrait aux entrepreneurs, qui achètent des produits, de protéger leurs salariés.

Ensuite, il y a un volet nécessaire de formation. Si on veut que les gens qui sont en charge de cela sachent que faire vis-à-vis de dangers potentiels, il faut que l'on soit capable de leur proposer des cursus, soit en université, soit sous forme de formation continue, ou de stages pour qu'ils sachent quoi faire. Or, cela n'existe toujours pas ou ça commence à peine à apparaître.

Le troisième volet important, c'est la réglementation. On en a largement parlé jusqu'à maintenant. Tant que nos dirigeants ne sont pas capables d'inscrire en dur, dans des lois, ce que sont des nanoparticules et de se mettre d'accord là-dessus, pour passer à la réalité du problème et pas rester deux ans sur un problème qui n'en n'est pas encore un, il faut aller plus vite et inciter les gens à faire cette réglementation, pour qu'on puisse savoir pour quelles nanoparticules il va y avoir danger et pour lesquelles il faut prendre des protections particulières.

Et le dernier point qui me semble essentiel, parce que je suis moi-même chercheur et impliqué dans cette thématique-là, c'est que nous avons besoin de connaissances.



On n'a pas forcément besoin de connaissances dans le cadre de déchets sur les nanotechnologies, mais sur le devenir des nanoparticules lorsqu'elles passent dans le traitement d'ordures ménagères. Vous allez jeter des chaussettes à la poubelle, elles vont partir en usine d'incinération. Est-ce que les conduits des cheminées sont équipés de filtres suffisants pour arrêter des nanoparticules issues de cette combustion ? On ne sait pas. Est-ce que des sous-produits de dégradation de ces nanoparticules ne vont pas passer dans des gaz ? On ne sait pas. Est-ce que dans les mâchefers (qui sont les résidus de ces usines d'incinération), on va avoir des nanoparticules que l'on va ensuite étendre sur les routes pour être éventuellement liquidée par la pluie ? On ne sait pas. Est-ce que quand vous lavez vos chaussettes, vous retrouvez des nanoparticules qui vont dans la station d'épuration ? Est-ce que la station d'épuration est capable de les arrêter ? On ne sait pas. C'est un grand domaine.

Pour revenir sur les aspects financiers dont on a parlé tout à l'heure, on a parlé de 2 ou 3 % qui sont, à juste titre, dédiés pour les recherches sur la toxicologie, mais on réclame, en termes de recherche sur les déchets, que l'on puisse être capable de dégager les fonds substantiels pour mettre en œuvre des protections et des filières de traitement et ce n'est pas quelque chose qui va à l'encontre d'un développement industriel.

**M. LE PRÉSIDENT.**- Merci.

*(Applaudissements.)*

42

Il y a des réactions immédiates à ce que vous venez de dire.

**INTERVENANT.**- Merci pour ce discours qui est franc et clair, permettant de prendre conscience que l'on manque totalement d'informations, comme nous tous, citoyens qui participons à ce débat. Avant, tous ceux qui intervenaient avec une position un peu officielle me semblaient aveugles et portaient une sorte d'enthousiasme vers ces nouvelles technologies qui, on le sait, et malheureusement depuis longtemps, présentent des risques importants.

Nous-mêmes, aux Amis de la Terre, nous avons fait une veille documentaire qui a permis d'accéder à certains documents, diffusés dans des milieux scientifiques, restreints. Les connaissances sont là, mais - comme par hasard - elles sont confinées dans ce milieu scientifique et ne débordent jamais de cette sphère vers le politique ni vers l'administratif.

*(Réactions à la tribune.)*

Je vous céderai le micro tout à l'heure, vous pourrez répondre largement.



D'après ce qu'on a entendu, on sait que la proportion donnée à la recherche - permettant d'anticiper et d'évaluer tous les risques - est ridicule par rapport aux applications directes de ces nanotechnologies. C'est un discours que nous avons tous entendu. Effectivement, nous sommes dans une course à la nouveauté, une course technologique pour être dans la "cour des grands", comme on a su l'être pour le nucléaire qui permet de développer de nombreuses technologies.

Ce débat sur les nanotechnologies est pratiquement similaire à celui qu'on a pu avoir sur certaines technologies liées au nucléaire. Il y a vingt ans, nous avons déposé une plainte devant le procureur de Toulouse parce qu'il y avait de l'iode radioactif dans la Garonne. On pensait que cela venait des centrales nucléaires mais on s'est aperçu finalement qu'en aval de Golfech - qu'on surveillait - la radioactivité était plus faible qu'en amont, et plus on remontait et plus c'était radioactif ! On s'est aperçu que cela venait de tous les laboratoires autour de Toulouse ! Vingt ans après, le problème est exactement le même. Nous avons fait des analyses dans la Garonne, on nous a dit : « Il va y avoir des cuves de rétention, une surveillance des patients, des protocoles vont être mis en place », et vingt ans après, j'ai fait des analyses dans la Garonne et j'ai trouvé exactement les mêmes niveaux de pollution.

Quand vous dites qu'il y a de la recherche, j'ai des doutes quant aux conséquences réelles de ces recherches.

Tout à l'heure, José a dit qu'il faut arriver à une réglementation des rejets. Avant de réglementer les rejets, il faudrait certainement les maîtriser et, fortement, arrêter de les diffuser comme cela se fait actuellement aveuglément dans la nature. Il y a des milliers de produits qui contiennent des OGM... Tout à l'heure quelqu'un m'a montré un produit cosmétique bio contenant des nanoparticules ! C'est intolérable ! Les gens qui veulent acheter des produits bio à 99 % ne veulent pas de produits à base de nanotechnologies

On a parlé aussi de moyens de surveillance. Quand on connaît le développement actuel de la recherche, le soutien à toutes les industries pour qu'elles foncent, qu'elles aillent de l'avant, qu'elles produisent de la croissance, on sait très bien que les moyens de surveillance n'existent pas et qu'on n'en veut pas ! On n'en veut pas parce que cela va brider les industriels, que cela va empêcher d'avoir la productivité la plus intéressante possible pour tous ceux qui spéculent sur tous ces nouveaux produits.

Troisièmement, il y a des exemples... On a eu l'occasion de rencontrer des gens qui travaillent dans différents laboratoires ou centres de production... Ils nous disent qu'effectivement dans les laboratoires en France il y a des protections, car ceux qui produisent ne sont pas fous, ils protègent ou essaient de protéger leurs salariés, mais ces peintures qui vont [... ]



On va peut-être en parler tout à l'heure au sujet de l'aéronautique... Ces produits lorsqu'ils vont par exemple chez Airbus, il est écrit : "Si vous respectez le protocole de sécurité, vous ne risquez rien", sauf que rien n'est indiqué pour savoir comment se protéger, se mettre à l'abri, et surtout les ouvriers eux-mêmes qui manipulent ces produits n'ont aucune information pour savoir si ces produits contiennent ou non des nanotechnologies, alors qu'on sait maintenant, pour des questions d'aérogologie, de légèreté, etc., que ces produits se développent largement dans cette industrie.

Quand on nous fait croire qu'il y a de la recherche, comme tout à l'heure le premier intervenant au nom du CEA, quand on voit avec des termes scientifiques très beaux, toutes les *slides* qui passent les unes derrière les autres, tout cela permet de nous faire croire que la recherche est largement avancée, mais c'est faux ! Actuellement rien n'est maîtrisé, c'est totalement diffusé, et c'est bien pour cela que nous demandons un moratoire, pour qu'enfin on évalue totalement ces risques et qu'ensuite, en fonction de l'évaluation de ces risques, on puisse savoir s'ils peuvent ou non être mis sur le marché. Actuellement, malheureusement, on a l'impression qu'il serait temps d'arrêter la catastrophe sanitaire avant qu'elle arrive.

(Applaudissements.)

**M. LE PRESIDENT.**- Merci.

José CAMBOU, puis j'aimerais entendre Catherine MIR sur la réglementation.

44

**Mme CAMBOU.**- Sur la surveillance, j'explique ce que j'ai voulu dire tout à l'heure, je n'ai peut-être pas été claire.

Très concrètement, aujourd'hui, quand un site industriel est dit "installation classée pour la protection de l'environnement", il fait l'objet d'un cadrage juridique, il est obligé d'être soit déclaré soit autorisé, il y a un ensemble de surveillances prévues pour les rejets qui accompagnent son activité.

Or aujourd'hui on se rend bien compte que les sites amenés à travailler sur des nanoparticules ne sont pas forcément du domaine de l'installation classée, donc aujourd'hui rien n'est prévu en termes de surveillance et de cadrage des rejets.

Il fallait d'abord obtenir qu'il y ait une obligation de déclaration pour qu'on sache où cela se passe en France et sur quel type de produit. C'est ce qui est actuellement dans le projet de loi dit couramment "Grenelle II", on l'a dit tout à l'heure.



Il faudra après des textes d'application comme toujours, et on espère que le Gouvernement ne mettra pas longtemps à les promulguer. Une fois qu'ils seront sortis, on pourra logiquement surveiller un ensemble de sites avec un cadrage adapté, ce qu'on ne peut pas faire aujourd'hui.

Je pense quand même que c'est dans l'intérêt du thème environnemental qui est celui de notre séquence pour l'instant de savoir ce qui est diffusé ou non, sans attendre les calendes grecques. Toi-même, quand tu témoignes que tu trouves des problèmes de radioactivité à l'aval de Toulouse, c'est bien à partir de ton premier témoignage qu'il y a eu des avancées, même si elles ne sont pas à la hauteur des enjeux. Il est donc important de surveiller et c'est ce que nous réclamons.

**M. LE PRESIDENT.**- Vous voulez répondre.

**INTERVENANT.**- Je voulais faire un complément d'information. Quand on parle d'installation classée pour la protection de l'environnement, c'est une belle hypocrisie ! Une installation classée, c'est une installation dangereuse et elle n'est certainement pas classée pour la protection de l'environnement. De nombreux sites ont été déclassés pour éviter qu'ils ne soient surveillés... pour que les autorisations soient accordées beaucoup plus facilement, sans aucune instruction... C'est ce que je voulais dire en parlant du manque de surveillance et de moyens pour surveiller tous les produits toxiques.

45

**M. LE PRESIDENT.**- Merci.

Catherine MIR ?

**Mme MIR.**- Je voudrais remercier Les Amis de la Terre qui disent qu'il faut beaucoup plus de moyens pour les services qui s'occupent des installations classées, puisque notre direction générale justement s'occupe des installations classées. Je travaille à la Direction générale de la Prévention des Risques, où le travail est immense. Nous nous occupons des installations classées, mais également des produits chimiques - on a parlé beaucoup du règlement REACH tout à l'heure - et des risques pour la santé et l'environnement en général.

Nous travaillons à élaborer la réglementation. Nous préparons des textes qui sont discutés par l'ensemble des ministères, mais aussi très largement avec les associations, notamment par exemple pour les installations classées au Conseil supérieur des Installations classées. Par exemple, le projet de déclaration a été discuté dans le cadre du Grenelle de l'Environnement et du Comité opérationnel qui a suivi.



Contrairement à ce qui a été dit, les décisions ne sont pas toutes prises. Il y a des réflexions au niveau communautaire. Notre travail consiste à élaborer la réglementation française, mais également de discuter avec les autres états membres des réglementations européennes.

Tout à l'heure M. GUIRAUD a bien dit que le Parlement européen avait "lancé un pavé dans la mare" si je puis dire, en disant qu'il fallait prévoir des dispositions particulières concernant les nanoparticules et les nanotechnologies. La Commission, bien entendu, écoute les parlements européens. Aujourd'hui, nous discutons ; des réflexions se mettent en place au niveau de la Commission pour prévoir les éléments d'adaptation au dispositif réglementaire. Tout n'est donc pas décidé. On peut reprendre l'exemple de REACH, on a bien vu le rôle des associations dans les discussions qui ont concerné ce règlement.

**M. LE PRÉSIDENT.**- Soyons plus précis : le Grenelle II comporte des obligations de déclaration ?

**Mme MIR.**- Tout à fait. Au cours du Grenelle, il y a eu identification de certaines lacunes au niveau réglementaire, dont la réglementation REACH. Le projet de déclaration porte sur la fabrication, la mise sur le marché et l'utilisation des nanoparticules. Les fabricants, importateurs et distributeurs devront déclarer les quantités mises sur le marché, l'identité des nanoparticules, ce qui nécessite une définition. On en a parlé tout à l'heure. Il faut l'arrêter tout de suite même s'il y a des discussions entre les scientifiques pour savoir quel est exactement le périmètre des nanotechnologies, mais il faut prendre une décision, on ne peut pas attendre indéfiniment de savoir ce qu'est une nanotechnologie. Si la définition n'est pas bonne, on l'aménagera, mais il faut s'arrêter sur une définition des nanoparticules. Elle existe déjà pour les cosmétiques. Ensuite, on identifiera les usages, ce qui est très important pour connaître l'exposition de la population et les risques de dissémination dans l'environnement.

46

Certes, les règlements existants ne sont pas adaptés, puisque le règlement REACH n'a pas été fait à l'époque des nanotechnologies, il y avait d'autres choses importantes. Tout à l'heure, quelqu'un a dit que des substances étaient bien plus dangereuses qui sont mises sur le marché, oui. Essayons donc d'être plus vigilants vis-à-vis des nanomatériaux.

Le plus important, c'est que les principes de ces réglementations sont solides. Le règlement REACH dit d'abord que les industriels qui mettent sur le marché les substances sont responsables de celles-ci. Ils doivent donc procéder - bien sûr il y a une deuxième évaluation - et financer eux-mêmes les études pour démontrer que les produits mis sur le marché ne sont pas toxiques pour la santé et pour l'environnement. C'est un premier principe.

**Mme CAMBOU.**- C'est nouveau.



**Mme MIR.-** Cela vient de REACH.

Le deuxième principe, tout aussi important, c'est que lorsqu'une substance est dangereuse, il faut la substituer par une autre substance ou une autre technique, une autre méthode qui soit moins dangereuse. Il n'y a pas droit de mise sur le marché tout simplement parce qu'on a travaillé sur l'évaluation de la substance. Si une substance est moins dangereuse, on doit la privilégier par rapport à d'autres substances dangereuses.

Ensuite, il y a des dispositifs d'autorisation et de restriction qui sont en place.

En ce qui concerne les déchets, je dirai la même chose : les principes de la réglementation sont solides. Le producteur du déchet est responsable du déchet qu'il produit et le producteur d'un produit est également responsable de l'élimination du produit in fine. C'est ainsi qu'aujourd'hui on a des filières de traitement et de recyclage des emballages, des filières de recyclage des piles qui contiennent des produits dangereux pour l'environnement. On a tout un dispositif réglementaire qui fonctionne, qui est éprouvé, avec pour les déchets une stratégie fixée par un cadre européen. Il faut voir sur un plan pratique si le dispositif est adapté aux nanomatériaux.

Effectivement, il y a des défauts de connaissances, mais des connaissances commencent à se faire jour. Tout à l'heure, la personne représentant Les Amis de la Terre disait qu'il y a déjà des connaissances qui circulent mais que les pouvoirs publics ne se les approprient pas. On commence à avoir un certain nombre de connaissances et aujourd'hui il faut commencer à agir et à regarder très attentivement, je crois que c'est l'objet du débat public, ces questions pour voir comment adapter les réglementations. Le Gouvernement français, via la déclaration, a marqué une première étape. Elle permettra de connaître, de surveiller, de voir les pratiques, puis il y aura d'autres étapes.

47

**M. LE PRÉSIDENT.-** Je voudrais prendre un exemple concret pour bien vous expliquer.

Supposons qu'ARKEMA fabrique des nanotubes de carbone. Il fait une déclaration, précise la quantité qu'il produit, qu'il met sur le marché, fait-il une déclaration à qui il vend ? Parce que derrière c'est un marchand de peinture qui va mettre les nanotubes de carbone dans la peinture... Quelle obligation a le peintre quant aux produits qu'il met sur le marché ?

**Mme MIR.-** Le fabricant a l'obligation de déclarer l'identité, la quantité, l'usage, donc on saura qu'ils ont un usage de peinture, car son client l'informerait de l'usage de la substance. C'est un dispositif qui fonctionne dans le cadre du règlement REACH.



La loi prévoit également que le fabricant informe les autorités publiques des personnes auprès desquelles il commercialise le produit. On aura donc une première traçabilité.

**M. LE PRESIDENT.-** Si j'achète sur le marché une raquette de tennis renforcée aux nanotubes de carbone, j'aurai l'information ?

**Mme MIR.-** Pour l'instant, non. Les questions d'étiquetage des produits sont réglementées au niveau européen et aujourd'hui il n'y a pas de réglementation particulière concernant les nanomatériaux au niveau européen, si ce n'est pour les cosmétiques pour lesquels une obligation vient d'être faite. Ces discussions doivent être portées au niveau européen et il nous faut des arguments bien fondés pour avancer.

**Mme CAMBOU.-** Les arguments, on les a donnés ! Cela fait deux ans qu'on les donne ! Tout le monde demande un étiquetage ! On sait que l'étiquetage ne peut pas être franco-français. On a entendu le message ! On a compris ! Mais on dit que l'Etat français peut être une locomotive, car pour bouger le train européen, il faut que quelqu'un le démarre pour que les wagons suivent.

Tout le monde dans cette salle, j'imagine (parce que tous les cahiers d'acteurs que je peux lire, que ce soit des associatifs, des syndicats, etc. le montrent) demandent de l'étiquetage. L'étiquetage permettra aux personnes qui interviennent, soit en tant qu'acheteur, soit en tant que transformateur, quand ils sont dans des positions de travail, d'accéder à l'information. Or les gens sont porteurs d'angoisse. Un salarié qui saura, pourra demander des protections, ne vivra pas dans le même type d'angoisse. Toutes les associations de consommateurs réclament un étiquetage pour avoir le droit de choisir. Vous pourrez me dire que dans dix ou quinze ans ils ne pourront choisir qu'entre des nanotechnologies, mais en tout cas aujourd'hui ils demandent le droit de choisir.

Je vous demande instamment de faire en sorte que la France ait un rôle de locomotive, c'est ce que nous attendons des pouvoirs publics.

*(Applaudissements.)*

**M. LE PRESIDENT.-** Nous avons eu une discussion très intéressante à Strasbourg il y a quelques jours à ce sujet. J'ai posé la question stupide : supposons que la France fasse une réglementation qui ne soit pas eurocompatible, qu'est-ce qui se passe ? La réponse de la Commission européenne a été : faites-la ! Cela remonte au niveau européen. Ou bien c'est très intelligent et on peut peut-être trouver un accord, ou bien les autres pays ne sont pas d'accord et à ce moment-là vous êtes en infraction, vous revenez en arrière.

**Mme MIR.-** Je voudrais répondre à M. Bergougnoux très vite.



Le projet de déclaration est regardé très attentivement par la Commission, d'abord pour voir s'il est compatible avec le droit européen, mais aussi parce que cela peut être un exemple intéressant. Il est regardé dans les deux sens. Pour l'instant notre démarche est plutôt regardée avec un intérêt positif. Je ne suis pas sûre qu'une initiative sur l'étiquetage aurait été regardée de la même façon.

Par ailleurs, sur la question des travailleurs, il existe un outil fondamental concernant les substances chimiques pour assurer la sécurité des travailleurs, ce sont les fiches de données de sécurité accompagnant les produits.

**M. LE PRÉSIDENT.**- Tout à fait.

**Mme MIR.**- Au niveau européen, nous réclamons que, sur les fiches de données de sécurité, il soit porté mention des nanomatériaux et nanoparticules. Nous avons obtenu qu'il y ait une référence à l'état dimensionnel de la substance. Les négociations sont progressives et il faut avancer avec détermination.

**M. LE PRÉSIDENT.**- Les fiches de sécurité, j'en ai une sous les yeux... C'est un fabricant norvégien de poudre de nanosilice 999... Sa fiche de sécurité est apparemment bien faite. *"Identification des dangers : le produit a peu de chance d'être nocif si utilisé et conditionné comme prescrit. Néanmoins, d'une façon générale, l'inhalation à dose excessive de particules inférieures à 100nm peut être à l'origine d'un risque pour la santé mais la valeur limite d'exposition professionnelle n'a pas été définie par nanoparticule."* C'est une fiche de données de sécurité établie selon les règles mais il manque quelque chose pour la remplir. Je ferme la parenthèse et je donne la parole à Monsieur.

49

**INTERVENANT.**- Je voudrais essayer d'élargir au cycle de vie complet d'un produit, car j'ai l'impression qu'on n'a pas élaboré de réflexion sur ce problème, de la fabrication de votre raquette de tennis à son élimination en tant que déchet. J'ai l'impression qu'on est en train de reproduire l'erreur faite pour le nucléaire. On va vu la semaine dernière un reportage édifiant sur ce que devenaient les déchets nucléaires, à la fin duquel le Haut-commissaire au CEA nous disait que l'important était d'avoir confiance... Cela me pose un peu question. J'ai l'impression qu'on ne tire pas les leçons de l'histoire.

Quelles sont les institutions ou entités qui vont nous garantir la prise en compte effective du cycle de vie d'un produit ? Est-ce que ce sera toujours le CEA ? Est-ce que d'autres personnes seront invitées dans le débat ? Il serait intéressant de démocratiser davantage cette question, sans remettre en cause la recherche de Monsieur au CEA, ce n'est pas le problème, c'est un problème de prise en compte globale du produit constitué de nanoparticules.



**M. LE PRESIDENT.**- Si on va jusqu'au bout de votre pensée, vous recommanderiez une agence indépendante avec un conseil d'administration pluri-disciplinaire ?

**INTERVENANT.**- C'est une option, à condition que cela ne constitue pas une usine à gaz supplémentaire.

**M. LE PRESIDENT.**- Exactement. C'est bien là la vraie question. On revient à votre problème.

**M. GUIRAUD.**- Je voulais intervenir sur l'aspect réglementaire. J'ai bien entendu les déclarations de bonnes intentions, je vous en remercie et on prendra garde au sein de l'observatoire qu'elles soient mises en pratique, mais sur le terrain les gens ont des interrogations urgentes. On s'est donc permis de proposer quelques recommandations.

*(Affichage d'un transparent)*

On s'est permis de faire des propositions de réglementation pour l'étiquetage, on n'y revient pas, mais il y a quelque chose qui nous tient à cœur, c'est de faire en sorte que lors du financement public d'une recherche sur les nanomatériaux, la convention de financement prévoie un volet obligatoire sur l'analyse du cycle de vie, de récupération et de remise en ordre des déchets produits. Ce n'est pas une volonté scientifique, c'est issu de discussions approfondies pendant des heures de réunion avec des acteurs d'origines différentes, des associations, des scientifiques, des industriels du déchet et d'autres secteurs. Ces personnes qui travaillent tous les jours sur des choses comme cela nous demandent cela.

50

**M. LE PRESIDENT.**- Est-ce qu'on pourrait revenir sur la physique des choses ? Monsieur Flahaut, comment détruit-on des nanotubes de carbone ? Comment élimine-t-on l'argent nanométrique ?

**M. FLAHAUT.**- C'est un composé qui ne contient que du carbone, donc il suffit de les incinérer et on obtient du CO<sub>2</sub>. Au laboratoire, on travaille sur la synthèse des nanotubes de carbone. Tous les objets mis en contact avec les nanotubes de carbone, au cours de la fabrication, que ce soit les masques, les gants, tous les matériels de protection, etc., terminent dans des conteneurs particuliers qui partent à l'incinérateur en fin de production.

**M. LE PRESIDENT.**- Vous êtes sûr de ne pas rejeter des nanotubes de carbone en l'état dans la nature ?

**M. FLAHAUT.**- En tout cas, on fait tous les efforts...

**M. LE PRESIDENT.**- Vous faites tous les efforts pour que ce ne soit pas le cas.



Et l'argent nanométrique, ça s'élimine comment ? Qui a la réponse ? Qui sait éliminer l'argent nanométrique ? Ce serait une bonne question !

Un intervenant ? Je ne sais pas s'il a la réponse...

**INTERVENANT.**- Excusez-moi, je n'ai pas la réponse.

Je vais vous exposer ma position, cela va peut-être vous faire sourire. Je suis diplômé en matériaux nanotechnologiques et je suis militant écologiste.

**M. LE PRESIDENT.**- Oui, pourquoi pas !

**INTERVENANT.**- Comme je suis encore un peu jeune, j'ai des rêves, je pense à une société meilleure, etc. Mais là pour les nanotechnologies il faut agir assez vite. En fait, je cadre ma question dans la société actuelle. De ce point de vue, je pense qu'un moratoire complet est irréalisable compte tenu des investissements déjà réalisés. On peut lutter pour, mais je ne pense pas que cela passera.

En même temps, on ne peut pas confier la tâche à un industriel de s'assurer que tous ses produits sont bons et ce pendant tout le cycle de vie, parce que ce n'est pas dans son intérêt. On a bien vu par le passé qu'il suffit qu'un seul produit mis sur le marché sur 10 000 soit problématique pour qu'il y ait un vrai problème de santé publique. Comment faire confiance à tous les industriels sur ce sujet ? Je pense que c'est impossible. Si on se tourne vers des chercheurs universitaires, cela ne me paraît pas être la bonne voie non plus, parce que ces dernières années les chercheurs universitaires ont été vraiment concentrés sur la recherche appliquée, ce qui est peut-être justifiable, mais ils ont perdu une certaine liberté qui leur aurait peut-être permis de faire des investigations sur les conséquences à long terme des nanotechnologies. Je pense donc à une organisation. Évidemment, l'avenir de la DGRP, Monsieur SCHUSTER du CEA, je pense à vous... Néanmoins, sans vouloir vous vexer, vos budgets sont ridicules !

**M. LE PRESIDENT.**- C'est peut-être leur avis aussi !

**INTERVENANT.**- Je me souviens avoir fait un exposé quand j'étais étudiant au tout début où je disais qu'il fallait des milliards de dollars pour faire du milliardième de mètre. De l'argent, il y en a, mais la part consacrée à l'étude de la toxicité et des déchets est vraiment ridicule.

J'ai une armée pour me protéger des dangers extérieurs, j'ai une police pour me protéger des dangers intérieurs, cela représente des sommes colossales, mais pourquoi n'ai-je pas un vrai organisme centralisé, efficace, avec une véritable autorité, qui me protégerait des biens industriels, de consommation, etc. ?



Ma question est : quand et comment peut-on créer cette organisation ?

**M. LE PRESIDENT.**- On va soumettre cette question.

*(Applaudissements.)*

**INTERVENANT.**- Bonsoir, je suis Michel SANSIOT, militant d'ATAC 65, Hautes Pyrénées.

Tout ce que l'on a entendu ce soir sur les nanotechnologies nous montre qu'il y a vraiment de l'intérêt particulier. Cet intérêt particulier semble être la recherche d'un profit important et rapide, et c'est pourquoi beaucoup d'industriels s'y intéressent...

On a cité aussi dans la soirée assez souvent la société ARKEMA, qui a une usine dans les Hautes-Pyrénées, à Lannemezan...

**M. LE PRESIDENT.**- On la verra à Bordeaux.

**INTERVENANT.**- ... qui est Iso 14 000.

Lorsqu'on parle de réglementation pour essayer de contrôler un peu les déchets, pourquoi l'Etat n'imposerait-il pas aux industriels qui veulent se mettre à fabriquer des nanotechnologies d'avoir d'abord la classification Iso 14000 ? Au moins on aurait une certaine connaissance de leur procédé du point de vue environnemental.

52

Ensuite, je suis un militant de l'eau, et il y a quelque chose qui me chagrine beaucoup ce soir. Tout à l'heure, je parlais de l'intérêt particulier que beaucoup d'industriels ont à faire du profit autour de ces nanotechnologies, sans se préoccuper de ce que cela va devenir. Cet intérêt particulier va nuire à un bien commun vital de l'humanité, l'eau ; on va les rejeter dans l'eau sans connaître les conséquences que cela aura pour de nombreuses années.

Je parle d'un exemple connu maintenant, je pense aux herbicides que l'on a autorisé nos agriculteurs à utiliser et il y a quelques années on s'est aperçu que la molécule utilisée est indestructible. Est-ce que ces nanotechnologies on s'apercevra dans quinze ans quelles sont elles aussi indestructibles... En attendant, ce bien vital qu'est l'eau, dont nous avons tous besoin, qui va nous manquer de plus en plus avec les problèmes de réchauffement climatique et autres, on va le détruire et nous en pâtirons tous.

*(Applaudissements.)*



**M. LE PRESIDENT.**- Est-ce que je me trompe en disant que Pascal GUIRAUD est aussi un spécialiste des nanotechnologies dans l'eau ?

**M. GUIRAUD.**- Je ne sais pas si c'est le cas, mais ce qui m'a préoccupé depuis quelques années, c'est justement d'essayer de créer des outils pour essayer de faire de la protection de l'eau à la source de la pollution. Est-on capable de développer des techniques pour arrêter les nanoparticules quand elles sont produites dans un effluent pour éviter qu'elles aillent dans les ruisseaux et les rivières ? On travaille là-dessus avec de moyens faibles. On est relativement seuls là-dessus, l'Etat nous aide un peu, la Région Midi-Pyrénées nous aide aussi. Je suis certain que les financements associés à ce type de problèmes sont aucune mesure avec ceux que l'on peut dégager pour créer de nouvelles nanotechnologies.

**M. LE PRESIDENT.**- Vous allez nous éclairer sur l'écotoxicologie.

**INTERVENANT.**- M. GAUTIER, je suis écotoxicologue à l'université de Toulouse, et justement nous travaillons sur les nanotubes de carbone dans les milieux aquatiques. Nous avons très peu de connaissances, des travaux ont commencé aux Etats-Unis il y a quelques années où on les produit depuis pas mal de temps, donc la connaissance existe davantage là-bas. En France on a commencé à s'y intéresser - on a été les premiers -, le CIRIMAT de Toulouse et nous-mêmes, le laboratoire ECOLAB. Au fur et à mesure qu'on essaie d'avoir des outils de connaissance, il nous manque des éléments ; la connaissance nous échappe au fur et à mesure que l'on avance dans la détermination. Par exemple, on se heurte très rapidement à la caractérisation physico-chimique. On a beaucoup de mal - contrairement ce qui passe avec les substances chimiques classiques - à les caractériser, tout simplement parce que les outils nous manquent et qu'ils n'existent pas ou qu'ils sont mal adaptés aux études que nous faisons, par exemple pour doser des nanotubes, qui sont du carbone, dans des organismes vivants également constitués essentiellement de carbone et d'eau... On a donc beaucoup de mal à approcher les problèmes.

53

Je ne vais faire qu'apporter de l'eau au moulin de ce qui nous a été dit tout à l'heure, c'est-à-dire que finalement la pièce maîtresse de la recherche qui est l'outil de connaissance de base pour construire après une politique d'évaluation du danger, elle est aujourd'hui compliquée par rapport à ce qui existe dans REACH actuellement pour les substances chimiques. On ne fait qu'ouvrir des portes successives, celles de la connaissance, Christophe VIEU l'a très bien expliqué tout à l'heure, c'est le principe de base de la connaissance. Pour nous, ce niveau fondamental est loin d'être acquis, on ne connaît absolument pas réellement les comportements de ces substances dans l'environnement, et surtout dans les organismes. Sans parler des problèmes de la chaîne alimentaire, etc., évoqués par José CAMBOU, qui compliquent considérablement.



On a déjà du mal à savoir ce qui se passe réellement avec des substances chimiques classiques, et c'est encore plus compliqué avec les nanocomposés et nanoproducts qu'on va trouver dans l'environnement.

Ceci dit, je voudrais aussi faire un lien avec ce qui a été dit sur la réglementation. C'est vrai que dans REACH par exemple les industriels sont responsabilisés par rapport à leurs produits, mais il ne faut pas croire que les industriels prennent cela à la légère. Nous travaillons par exemple avec des nanoproducts ; on a cité ARKEMA qui travaille avec des nanotubes de carbone, que l'on va trouver dans l'environnement. On travaille avec eux et eux ont besoin d'avoir de l'expertise environnementale, notamment pour avoir les accréditations au niveau européen. Tout cela est couplé. Il ne s'agit pas de dire que d'un côté il y a les bons et de l'autre les mauvais, mais forcément les outils de connaissance de base ; on ne pourra les acquérir qu'ensemble. De ce point de vue, industriels et chercheurs sont obligés d'avancer aujourd'hui, parfois à marche forcée, parfois non parce que le chercheur est encore dans beaucoup de cas assez libre, et pour cela nous avons des outils qui sont malheureusement relativement peu adaptés aujourd'hui.

**M. LE PRESIDENT.**- Merci.

Madame ?

**INTERVENANTE.**- J'aurai une remarque concernant les financements. Nanosafe, ce sont des financements publics à destination des industriels. Je me demandais pourquoi les industriels ne finançaient pas eux-mêmes leurs recherches ? Comme on est dans la séquence environnement, je voulais aussi dire qu'on ne devrait pas se préoccuper uniquement du cycle de vie, mais aussi de l'impact écologique complet depuis la production jusqu'au déchet. Une étude récente montre que la production de nanotubes de carbone aurait une empreinte écologique 100 fois supérieure à la production de carbone à une échelle différente. Je voudrais savoir si on a plus d'éléments et peut-être se focaliser là-dessus parce qu'on sait qu'à Grenoble il faut des quantités d'eau fabuleuses pour continuer à fabriquer des couches de micro-électronique. L'empreinte écologique est plus importante encore que le cycle de vie jusqu'à la fin. Il faut prendre en compte l'ensemble de la problématique.

**INTERVENANTE.**- Pascale CHENEVIER, je suis chercheur au CEA en nanosciences pour l'énergie et l'électronique. Je voudrais essayer d'élargir la question de la protection de l'environnement et prendre le problème globalement et pas seulement sur les nanotechnologies, puisque les nanotechnologies - dans mon cas plutôt l'énergie - permettent de développer de nouveaux matériaux et procédés qui vont remplacer les procédés existants.



Moi je suis chercheur, je suis aussi citoyenne ; moi aussi je suis intéressée par les questions d'écologie, et quand je vais proposer un projet, essayer de travailler un nouveau procédé, je vais prioritairement proposer des choses qui vont être moins polluantes que ce qui était avant. Donc éventuellement la question de l'empreinte écologique ne sera pas seulement celle du cycle de vie du nanoobjet, mais aussi ce qu'on aura supprimé de ce qu'on fait maintenant. J'ai des collègues qui travaillent sur un nouveau procédé permettant d'éviter d'utiliser le Chrome 6 dans la fabrication de produits de la vie courante. Le Chrome 6, tout le monde sait que c'est un élément extrêmement toxique dont les industriels ont du mal à se passer. Dans la protection de l'environnement, il y a à la fois le risque potentiel du nano-objet éventuellement, et des procédés qui vont avec, mais il y a aussi ce qu'on peut remplacer qui est actuellement déjà délétère(?).

**INTERVENANTE.**- Je suis tout à fait d'accord avec ce qui a été dit précédemment concernant l'empreinte écologique, mais je voudrais signaler que ces études sont extraordinairement chères, au point que les outils disponibles réellement n'existent qu'en très petit nombre au niveau français et qu'on est obligé, pour travailler dans ces conditions, de faire un travail collaboratif - très intéressant par ailleurs - qui ne suffira pas à étudier toutes les nanoparticules dans les décennies à venir. Il y a un ou deux outils disponibles sur la planète pour faire des études, avec des systèmes écologiques reconstitués, extrêmement complexes, prenant en compte tous les impacts potentiels, notamment sur la chaîne alimentaire. Cela coûte énormément d'argent. Malheureusement, en France aujourd'hui, on n'a quasiment pas les moyens de cette recherche.

**M. LE PRESIDENT.**- En vous entendant parler, Madame, je pensais aux nouvelles générations de photovoltaïques qui ont un bilan intéressant en énergie, pouvant être utilisées à des coûts raisonnables, mais avec le problème que ce sont tout de même des nanotechnologies.

La table ronde sur l'aéronautique ne pourra pas être traitée très sérieusement vu l'heure qui avance, mais Colette LACABANNE pourrait-elle nous dire un mot ? Il y a différents nanomatériaux, et ce n'est pas la même chose en termes de cycle de vie.

**Mme LACABANNE(?).**- Ce n'est pas la même chose, parce qu'on englobe dans "nanomatériaux" depuis la dizaine de nanomètres, qui va passer les barrières biologiques que l'on connaît, mais des matériaux qui simplement sont submicroniques, qui font des centaines de nanomètres. On les appelle "nanomatériaux" parce qu'ils ont des effets spectaculaires au niveau de leurs propriétés physiques, tels qu'une conductivité électrique ou des effets piézo-électriques, mais dans ce cas on n'a pas du tout le même type de risques.



Il faudra essayer de ne pas faire l'amalgame, car ce serait dommage de se priver de certains nanomatériaux permettant d'alléger des structures et d'avoir des dispositifs plus astucieux.

**M. LE PRESIDENT.-** On a le sentiment qu'il y a des choses à traiter au cas par cas et que - je reviens sur l'oxyde d'argent et des chaussettes de Mme CAMBOU -, on a l'impression que ce n'est pas tout à fait le même problème que les têtes de lecture de votre ordinateur, qui utilise les mêmes nanotechnologies, mais personne n'a imaginé qu'il va vous cracher cela à la figure, et d'autre part qu'on ne puisse pas mettre en place des filières de recyclage permettant de récupérer cela proprement... Je me trompe ? Il faut essayer de segmenter le problème.

**Mme CAMBOU.-** Ce que vous dites est tout à fait vrai. Une des grandes difficultés quand je parle de nanotechnologies, d'ailleurs moi je dis "le monde des nanotechnologies" parce qu'on est devant une grande complexité. On parle toujours de nanomatériaux, nanoparticules, mais ce sont des choses différentes avec des effets extraordinairement différents, que soit en termes environnementaux ou sanitaires, c'est sûr. Ils ont pour certains des usages pour une industrie très pointue, où ils ne seront jamais mis en contact direct avec le corps. Je vous ai parlé tout à l'heure de tout un tas de choses en contact avec le corps humain...

Quelque chose a été dit précédemment m'obsède, c'est le problème de la substitution. Je suis extrêmement ouverte depuis très longtemps au principe de la substitution au niveau industriel, on sait très bien qu'il faut substituer les produits cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques, etc.

56

Néanmoins, reprenons l'exemple intéressant de l'amiante. On a mis quelque 80 ans ou plus à se mettre d'accord sur le fait qu'il fallait arrêter de l'utiliser. On le savait depuis le XIXe siècle... C'est comme d'habitude. On a mis en place de la substitution avec d'autres matériaux qui comportaient des fibres, dont on a commencé d'abord par dire qu'il n'y avait aucun problème. Il a fallu attendre ces toutes dernières années, où grâce à l'Agence française de sécurité sanitaire - environnement - travail, qui est un établissement public complètement indépendant sur sa prise de décision, pour avoir des avis démontrant que les fibres en substitution de l'amiante posent de vrais problèmes aussi.

C'est bien de réfléchir à la substitution, encore faut-il que dans la démarche on ait une véritable comparaison de risques, sans cela on jouera à déplacer des pions sans avoir globalement un avantage positif ni en termes environnementaux ni en termes sanitaires.



**INTERVENANTE.**- Il y a une idée qui me choque un peu quand on parle de destruction des déchets dus aux nanotechnologies. Je pense que cela implique beaucoup d'énergie pour détruire tous ces déchets. Par exemple pour les nanotubes de carbone, on parle de combustion, avec production de CO<sub>2</sub>. Madame la représentante du ministère de l'Ecologie est là pour démontrer qu'en France on a envie de protéger l'environnement. Avec ces nanotechnologies, est-on sûr qu'elles sont indispensables pour produire des gaz à effet de serre encore aujourd'hui ?

**M. LE PRESIDENT.**- Je comprends parfaitement votre question.

**M. FLAHAUT.**- Les quantités de nanotubes de carbone qu'on va utiliser dans des applications pour obtenir une amélioration des propriétés mécaniques ou électroniques sont de l'ordre de quelques dixièmes de pour cent. Dans le produit fini, la quantité de nanotubes de carbone est donc infime. A la fin, en laboratoire, quand on essaie de les détruire en les brûlant sous air, à 250 ou 300 degrés, il n'y a quasiment plus personne ! Ce ne sont pas des énergies considérables et ce sont des quantités relativement limitées.

Je voudrais revenir sur la question des différentes sortes de nanotechnologies. Dans le cas particulier des nanotubes de carbone, il faut savoir qu'il y a presque autant de types de nanotubes de carbone que de méthodes de fabrication. En fonction des procédés chimiques qui vont leur être appliqués, typiquement les procédés de purification - souvent les nanotubes de carbone ne sont pas commercialisés brut de production - vont modifier très fortement leur interaction avec le vivant en particulier, et donc on ne peut pas répondre actuellement aux questions de toxicité. Les nanotubes de carbone sont-ils toxiques ? On ne le sait pas parce qu'on ne peut pas comparer. On peut comparer différents types d'échantillons de nanotubes de carbone, mais dès qu'on fait le moindre traitement chimique sur les nanotubes on modifie complètement son interaction avec l'environnement et donc il n'y a pas de réponse unique à cette question. Il faudrait tester tous les échantillons de nanotubes de carbone avec tous les traitements chimiques imaginables pour répondre à cette question.

**M. LE PRESIDENT.**- On a parlé tout à l'heure d'empreinte écologique. C'est un sujet sur lequel j'aimerais entendre Jean-Marc Thomas parce qu'on ne va pas parler d'aéronautique ce soir.

Est-ce que Jean-Marc Thomas est toujours là ce soir ? *(Oui)*

Est-ce que vous pourriez nous dire au fond si sur les matériaux nanotechnologiques structurés, qui doivent contribuer à résistance égale à alléger les choses, vous fondez des espoirs pour réduire les consommations de kérosène des avions, toutes choses égales par ailleurs ?



**M. THOMAS.**- Sans avoir le temps de faire l'intervention prévue tout à l'heure, je voudrais rappeler que la filière aéronautique européenne s'est engagée sur de grandes ambitions puisqu'en 2000 une réflexion associant toutes les parties prenantes européennes, y compris la Commission européenne (travaux ACAR\*) a débouché sur des engagements très importants pris entre 2000 et 2020. Le besoin sociétal conduit à plus qu'une multiplication par deux du nombre d'avions et proche de trois du nombre de passagers, face à cela de réduire le CO<sub>2</sub> par deux, le NOX par cinq, le bruit perçu par deux, etc. Ce sont des engagements qui ont été pris au niveau de l'ensemble des acteurs de l'aéronautique civile européenne.

J'en profite pour dire qu'il est très important que l'Europe s'engage, qu'elle soit devant. Il faut aussi faire de gros efforts pour que les autres ne soient pas loin derrière, sinon cela introduit très rapidement des décalages concurrentiels.

A la question que vous venez d'aborder, il est sûr qu'il faudra faire des progrès sur un certain de domaines, ce sont les matériaux, les carburants, la combustion, l'architecture, les systèmes. Nous sommes en train de travailler sur tous ces fronts.

Le cycle des avions est très long. Il faut d'abord des recherches amont pour montrer des potentialités. Ensuite on commence à cerner les idées qu'on peut introduire dans des architectures d'avion. Ensuite, on fait toute une série de tests qui prennent plusieurs années pour démontrer la validité, l'intégrer dans des démonstrateurs et seulement à partir de là on l'applique sur un avion, très souvent sur des technologies différentes de quinze ans.

58

Sur le composite, le tout premier Airbus avait 3 % de composites, l'A350 qui sortira dans trois ans en aura à peine 50 %. Il faut donc beaucoup de temps pour progresser.

Les nanotechnologies, on les retrouvera partout. J'ai parlé de matériau, de structure, de systèmes, de combustion, de carburants, on en retrouvera un peu partout, mais dans combien d'années ?

Tout à l'heure un des intervenants disait qu'on est à l'âge de 1960 sur telle ou telle technologie. Sur les nanotechnologies, je ne sais pas si on est en 1960, 1970 ou 1980, mais aujourd'hui on travaille sur des perspectives qui intéresseront des avions au-delà de 2020. On a donc le temps de dérouler ensemble tout cette approche et toutes les préoccupations évoquées.

Il faut concevoir, il faut d'abord chercher, si possible trouver, concevoir, élaborer, et j'insiste beaucoup sur ce mot, car aujourd'hui autant de progrès sont faits sur le produit lui-même que sur les procédés. Si on ne prend pas d'énormes précautions sur les procédés, on va vers des désastres.



J'ajouterai la composante de la fin de vie, comme vous l'évoquiez, en regardant tous les aspects. Je voudrais citer au passage qu'Airbus a développé à Tarbes le premier centre mondial de démantèlement environnemental des avions, où, dans le cadre du programme européen Life, on a démontré qu'on récupérait 80 % de la matière (*bottle to bottle*), et avec au passage des aspects non seulement environnementaux mais aussi économiques puisque la tonne d'aluminium récupérée coûte à peu près moitié moins cher que l'aluminium produit à partir du minerai.

Je ne peux pas laisser passer ce qui a été dit tout à l'heure sur la peinture et les conditions absolument dantesques et minables dans lesquelles Airbus peint ses avions... Je ne peux absolument pas l'accepter.

Nous avons aujourd'hui les procédés les plus avancés en Europe. Nous sommes totalement respectueux de l'ensemble des procédures, avec des salles de peinture à dépression, des équipements complets. Aujourd'hui non seulement les consignes REACH s'appliquent mais les CHSCT ont été évoqués, nous avons des contrôles des inspections du travail, des organismes indépendants comme l'AFSET qui testent et vérifient sans arrêt ces installations.

Enfin, je voudrais dire un tout petit mot sur REACH pour finir. REACH s'applique. Comme cela a été dit, les industriels sont responsables, nous sommes responsables, et il faut que la cascade soit responsable... Quand on arrive à un produit final sur un avion, avec un certain d'intermédiaires, il faut donc assurer toute une traçabilité au niveau de tous ces procédés.

Je crois que la filière européenne s'est mise totalement en marche. Là aussi il serait important que l'ensemble s'applique au niveau mondial et que l'Europe exerce des pressions très fortes dans ce sens. Je voudrais simplement signaler qu'un avion américain - je ne cite pas le constructeur - peut respecter 0 % de REACH et pourtant livrer des compagnies aériennes européennes. Il est donc très important que nous soyons précurseurs. Il est très important que l'Europe montre le chemin. Il est très important aussi que l'Europe fasse aboutir l'ensemble de ses partenaires.

Dernier point, puisque vous étiez partis de cette question, les nanotechnologies, on en espère beaucoup, ce sera prêt en 2020. Aujourd'hui il n'y a pas d'application. On pourrait aller assez vite... Je crois que tout le process décrit ici, on y est particulièrement sensibles. On pourrait avancer très vite dans un certain nombre de domaines, mais ce serait faire fi de ces aspects de maturation, de compréhension, de sécurité.

Au passage, REACH, ce n'est pas simplement l'enregistrement des produits. Depuis maintenant plusieurs années, nous enregistrons les produits et les personnes qui chaque jour les manipulent...



Vous voyez que nous allons très loin. Je pense qu'il y a un avenir fantastique des nanotechnologies..., je reviens sur toute la sémantique..., il y a les nanotechnologies, des nanostructurés, des nano-objets, etc. Il y a des projets fantastiques.

Puisque tout à l'heure quelqu'un a posé une question sur l'eau, très récemment, dans le cadre d'un projet de recherche très ambitieux, l'application de nanotubes, ces recherches peuvent permettre d'espérer dans une dizaine d'années de pouvoir augmenter l'efficacité de la désalinisation de l'eau, avec un coefficient qui sera au minimum de 10 par rapport au procédé actuel et certainement pas loin de 100 à l'arrivée. On a donc beaucoup à attendre de ces technologies ; simplement il faut les accompagner d'un certain nombre de choses citées aujourd'hui : en même temps comprendre le produit, comprendre le procédé, comprendre les aspects de sécurité et maîtriser l'ensemble du process.

**M. LE PRESIDENT.**- Merci, Jean-Marc Thomas.

*(Applaudissements.)*

Il est maintenant 23 heures 10, donc la table ronde sur la séquence 2 a été escamotée, mais ceux qui y participaient ont pu parler, à l'exception de notre ingénieur général de l'armement, j'en suis désolé. Il y avait de nombreuses questions pour lui.

60

Nous allons nous séparer dans quelques minutes, mais avant je vous propose une petite récréation nanoscientifique, avec une brouette nano.

**M. LE PRESIDENT.**- Merci aux participants de cette séquence.

*(Applaudissements.)*

**M. Rapenne (CNRS/CEMES).**- Avant de présenter ma brouette nanométrique, je pense qu'il y avait quelques petites choses à dire par rapport à la chimie d'une manière générale, parce qu'on mélange beaucoup de choses. Par exemple, tout ce qui serait naturel serait forcément bon... Il y a plein de molécules toxiques dans la nature ! Tout ce qui serait nano serait forcément mauvais ? Ce n'est pas vrai non plus. Il y a sans doute des choses qui sont très toxiques dans le nano, il faudra tout contrôler, mais au niveau du nano, il y a des gains importants à faire, par exemple en photovoltaïque, en médecine, etc.

On a parlé de manipulation de la matière à l'échelle du nanomètre. Quand on parle de manipulation, ce terme peut être pris de manière péjorative. Pour nous, c'est la première définition du terme, manipuler des molécules, donc on va prendre des molécules et les faire bouger.



Le contrôle nano, à l'aide du microscope, nous permet de voir une seule molécule et de la manipuler. Après, toute notre chimie est assez classique, on fait de la synthèse, à l'arrivée on a une dizaine de milligrammes de cette molécule en laboratoire. En termes de CO<sub>2</sub> dégagé, quand on va détruire la molécule après son utilisation, sur environ trois ans de travail de physique, de microscopie effectuée sur les molécules, cela représente 8 mg de CO<sub>2</sub>. C'est dix mille fois moins que ce que votre voiture consomme quand vous êtes un kilomètre. Quand on fait de la recherche fondamentale, on travaille sur de très petites quantités et je crois que faire un moratoire sur la recherche est totalement inenvisageable. La recherche, c'est ce qui nous permet d'avancer, d'accumuler des connaissances pour savoir si ce qu'on crée au niveau nanotechnologie peut être intéressant pour l'avenir ou pas. Cela me semble aberrant de commercialiser des molécules qui ne soient pas testées. En cela, REACH a ouvert de grandes perspectives pour la chimie.

Je vous présente donc une molécule qu'on considère comme une brouette. On fait du mécano à l'échelle atomique. Sur la modélisation à droite, on voit une molécule à trois pales, qu'on considère comme une roue. Dans la molécule, il n'y a que du carbone et des hydrogènes. Les roues sont indiquées en rouge.

Pour faire cette molécule il y a un an de travail. On construit la molécule comme des Léo, en utilisant tout ce qui s'est fait en chimie depuis deux siècles. La chimie crée son objet, on crée des molécules. On a créé une molécule. À la fin on a 10 mg.

61

On voulait donc avoir une seule molécule et la manipuler. Je rappelle pour ceux qui ne le savent pas qu'il y a une quarantaine d'années on pensait que ce serait impossible de voir une seule molécule, maintenant avec les microscopes on peut les voir et les manipuler, et en les manipulant savoir ce qui se passe dans la mécanique de la molécule.

La flèche blanche montre le mouvement d'une pointe - à l'échelle nanométrique - qui veut pousser la molécule. D'une image à l'autre, on voit ce qui passe, il ne se passe rien, la molécule ne bouge pas.

*(Explication de l'étude)*

J'ai été très fâché d'entendre que les chercheurs étaient financés par l'industrie, etc., qu'il y avait une espèce de complot entre l'industrie et les chercheurs... Il y a de nombreux chercheurs au CNRS qui font de la recherche fondamentale et on n'a que de l'argent national, provenant de l'ANR, du CNRS, de l'Europe, etc. Il y a tout de même énormément de chercheurs qui font des recherches sans être pour autant débiteurs vis-à-vis de l'industrie.



Pour terminer, on ne sait pas à quoi va servir notre travail. On a réussi à montrer qu'avec une pointe à l'échelle nanométrique on pouvait générer une rotation. On peut mesurer le courant électrique qui passe de la pointe à la surface.

Le chercheur qui a découvert les cristaux liquides en 1910 aurait été incapable de vous dire qu'un siècle plus tard il y aurait des écrans à cristaux liquides partout dans vos poches, chez vous dans le salon, etc.

Si vous avez des questions sur la chimie ou les nanosciences de manière générale...

**M. LE PRÉSIDENT.**- Merci. C'était très clair et très bien.

*(Applaudissements.)*

Il me reste à remercier tous ceux qui ont eu le courage de rester jusqu'à bien tard, cela en valait la peine. Merci à tous.

*La séance est levée à 23 heures 22.*

