

Voici le bilan de cette journée riche en informations de manière succincte, dans la mesure du possible, j'essayerai également pour chaque point de mettre en avant certaines perspectives de recherches et de développements futurs.

Avant de commencer, je pense qu'il est important de revenir sur l'étendue de l'utilisation des nanomatériaux. Comme Mr le Ministre de l'environnement Carlo Di Antonio nous l'a fait remarquer dans l'introduction de cette journée, il est toujours nécessaire d'effectuer la balance entre le développement économique et l'impact sur l'environnement. Ceci est d'autant plus crucial à l'heure actuelle vu la situation économique que nous vivons.

La production mondiale de nanomatériaux atteindra 11 millions de tonnes pour un chiffre d'affaire de l'ordre de 20 milliards d'euros en 2015. Si on compte le chiffre d'affaire généré par tous les produits manufacturés contenant des nanomatériaux on arrive au chiffre astronomique de 2000 milliards d'euros. Preuve que les nanomatériaux sont présents partout, de l'ensemble de nos biens de consommation jusqu'à dans nos assiettes.

Il est donc indéniable que les Nanos représentent un marché porteur et la Wallonie dispose certainement d'avantages concurrentiels dans ce secteur. Néanmoins il est nécessaire de tenir compte des risques potentiels de ces matériaux tant pour la population que pour l'environnement. Ce qui était un des buts de cette journée.

Pour résumer ce symposium je vais découper le programme de la journée en plusieurs parties.

La première partie importante a été de définir ce qu'était une "nanoparticule" et "un nanomatériau". Mr LECOMTE du SIRRIS nous a présenté ce sujet et nous a remis en mémoire certaines notions de bases bien utiles pour la compréhension des autres sujets.

Selon la Directive 2011/696/EU, on entend donc par « nanomatériau » un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm.

Cette définition est un peu barbare je vous l'accorde. Elle est d'ailleurs le résultat de plus de 2 ans de travail au sein de la commission européenne. Elle est néanmoins extrêmement importante car elle définit, d'un point de vue légal, ce qui est considéré actuellement comme un nanomatériau et est donc utilisée lors de la mise en œuvre des actes législatifs, des politiques et des programmes relatifs aux produits issus des nanotechnologies.

Nous savons maintenant grâce à Mme Gwennaëlle MAES du SPF Santé publique, qu'un registre national des nanomatériaux vient d'être créé en Belgique. Après la France, la Belgique est donc devenue le deuxième pays de l'Union européenne à se doter d'une réglementation spécifique encadrant la mise sur le marché des nanomatériaux. Le projet d'arrêté royal prévoit une obligation d'enregistrement des substances dès le 1^{er} janvier 2016 pour tous producteurs de plus de 100 grammes

par an. Il sera également obligatoire, dans le futur, d'enregistrer les produits manufacturés contenant des nanomatériaux. Il s'agit donc d'assurer la traçabilité de ces nanoparticules, mais évidemment seules les substances qui relèvent de la définition devront être inventoriées.

Le débat sur l'étendue exacte de cette Directive a été assez houleux. Un autre point non discuté me semble néanmoins important. En Belgique, les pigments ont été exclus de la définition des nanomatériaux et ce bien qu'ils représentent une proportion très importante des nanomatériaux manufacturés. Cela signifie en pratique que ces substances ne seront pas considérées comme des nanomatériaux, donc non-enregistrées et donc probablement peu étudiés.

Quand sera-t-il des substances conventionnelles produites depuis toujours mais qui contiennent des nanoparticules ? Comment regroupera-t-on ces différents produits dans le registre, pour en faire des classes de risques identiques ? Personne ne le sait vraiment à l'heure actuelle et le chemin à parcourir est encore vraisemblablement très long.

Le second point important pour définir une nano poudre est d'en définir ses caractéristiques.

Ces études sont complexes vu que lorsque l'on parle de nanoparticules on parle de manière générique d'une vaste gamme de substances très différentes. Bien qu'étant tous deux nanomatériaux, peut-on dire qu'un nanotube de carbone est plus proche d'une nanoparticule d'oxyde de titane que du graphite qui la compose ? Je vous en laisse seul juge.

Mr LECOMTE du SIRRIS nous a présenté les moyens de caractéristiques physiques des nanoparticules et Mme Catherine Henrist de GreenMat de l'Université de Liège nous a fait un exposé très intéressant sur les techniques microscopiques permettant d'observer les nanoparticules.

L'apogée des Nanos a en effet commencé dans les années 80 avec l'invention du microscope à effet tunnel qui permet d'atteindre des résolutions suffisantes pour pouvoir les observer.

Qui plus est, il est même maintenant possible en associant une analyse RX ou autres techniques couplées à la microscopie d'avoir une information sur la structure élémentaire ou cristalline d'une particule ciblée.

Malgré ces progrès technologiques manifestes qui nous ont donné accès à l'infiniment petit, il reste pas mal de choses à faire. Si ces techniques peuvent être utilisées facilement en production pour contrôler un processus industriel de synthèse, elles sont très vite limitées dans le cas d'observation d'un échantillon environnemental réel. En effet, seule une zone extrêmement limitée est évaluée et s'il y a un mixte de particules sur un échantillon réel cela devient vite extrêmement coûteux et laborieux.

A l'heure actuelle les méthodes permettent donc surtout de mettre en évidence une fuite dans un processus industriel ou de caractériser un échantillon pur de nanoparticules.

Je pense dès lors que l'un des enjeux majeurs dans le futur sera de développer des techniques d'analyse permettant de trouver des traces de la présence de nanoparticules dans l'environnement et de pouvoir facilement les distinguer et les caractériser.

Définir les risques, liés à l'utilisation des nanoparticules, a constitué le second sujet majeur de la journée.

Plusieurs risques majeurs ont été identifiés :

Le premier est celui d'explosivité. En effet, vu leur surface spécifique énorme et le fait qu'il s'agit souvent de matériaux pulvérulents, il existe un risque très important de réactivité extrême par simple oxydation des particules. Bruno DEBRAY nous a présenté les enjeux et défis de la caractérisation de l'inflammabilité des nanoparticules combustibles et la plateforme mise en place au sein de l'INERIS pour cette caractérisation. Ma collègue, Elodie BOUHOULLE vous a également présenté une approche similaire développée dans le cadre du projet NANOGRA.

Le second risque est celui de l'impact sur la santé suite à une contamination.

Il existe 3 voies de contamination possible :

- Contamination par contact avec la peau
- Inhalation
- Ingestion

Pour chaque voie le Dr Jean-Pascal PIRET nous a présenté les tests mis en place au sein du Nanosafety center de l'université de Namur pour évaluer la toxicité potentielle des nanoparticules à l'aide de tests in vitro. Le Dr Fabrice NESSLANY nous a également exposé la batterie de tests in vitro réalisés à l'Institut Pasteur pour mettre en évidence les effets génotoxiques des nanoparticules.

En conclusion il est inéluctable que les nanoparticules sont capables de passer certaines barrières de protection physiologique et d'entraîner des lésions et/ou mutation au plus profond de nos cellules.

Néanmoins, déterminer le lien impact/doses est complexe et malheureusement nos deux orateurs sont d'accord sur le fait qu'il y a peu de corrélation entre les mesures in vitro et les résultats in-vivo.

Plusieurs raisons expliquent cela :

Tout d'abord la difficulté d'administrer une dose suffisante et connue au sujet. Il est en effet très difficile de ne pas altérer la structure des nanoparticules lors des étapes de préparation. L'obligation d'utiliser un dispersant n'aide évidemment pas. Le Dr Jean-Pascal PIRET nous a d'ailleurs montré l'impact sur le résultat final d'homogénéité que pouvait avoir le processus de mise en solution pour des

nanotubes de carbone et le moins que l'on puisse dire est qu'il est loin d'être négligeable.

Ensuite, les différentes barrières physiologiques jouent leur rôle protecteur et il est donc difficile de déterminer la dose intracellulaire réelle administrée.

Développer les connaissances métrologiques et réduire l'incertitude sur l'administration de ces doses constituent également un challenge et une perspective de recherche importante.

Un autre point important au niveau toxicologique est que la plupart des études sont réalisées sur des expositions massives et nullement sur une exposition chronique à long terme et ce même sans parler d'une exposition croisée entre plusieurs polluants. Deux aspects du projet NANOGRA présentés par ma collègue Elodie BOUHOULLE sont pour cela très intéressants car ils intègrent cette approche d'effet chronique par l'utilisation de tests écotoxicologiques spécifiques et par le fait de rechercher une éventuelle accumulation dans le milieu naturel.

Développer des tests permettant de déterminer l'effet chronique des nanoparticules représente selon moi un enjeu majeur pour les prochaines années.

Une fois les risques identifiés, il est nécessaire de les gérer. Linda WOUTERS du SPF Emploi & Travail, devait nous présenter la législation en hygiène du travail pour les sociétés produisant ou utilisant des nanoparticules. Elle n'a malheureusement pas pu se libérer aujourd'hui. Néanmoins, Evelien Frijns du VITO nous a montré ce qui pouvait être mis en place en pratique pour assurer la sécurité des travailleurs.

La Directive REACH est censée répondre aux questions que l'on pourrait se poser en terme de risques, mais celle-ci ne dispose pas d'un volet spécifique pour les nanoparticules et son implémentation est, comme vous l'avez vu, un challenge en soit.

A titre d'exemple, la directive ne spécifie nullement la méthode à utiliser pour réaliser les mesures. L'utilisation du nombre comme référent au lieu de la masse traditionnellement utilisée est pourtant novateur et aucune méthode de référence n'était d'ailleurs disponible lors de l'adoption de cette directive. Depuis, de nombreuses normes de référence ont été élaborées et un travail important est toujours en cours de réalisation. Evelien FRIJNS nous a présenté les techniques utilisées au VITO et les dernières avancées au sein du WG3 du CEN/TC 137.

Au niveau risque sur la population et l'environnement, il y a très peu d'études disponibles.

Julie MULLER de chez Nanocyl, nous a présenté la gestion des risques potentiels liés aux nanotubes de carbone tout au long du cycle de vie. Cette approche globale est très intéressante, car elle représente une démarche globale d'une étude de risques incluant également les aspects sur le milieu et la population.

Les nanotubes de carbone représentent en masse les nanoparticules les plus produites au niveau mondial et Nanocyl est un des leaders mondiaux de la production de ce matériau.

Les nanotubes de carbone peuvent faire peur, ils ont en effet une forme proche de l'amiante et beaucoup de détracteurs des nanomatériaux criaient au scandale lorsqu'ils ont été mis sur le marché. Pourtant Nanocyl a démontré qu'une fois aggloméré au sein d'un liant, l'impact sur la santé devenait négligeable et qu'il n'y avait à priori pas de relargage dans le temps.

Je ne souhaite pas tergiverser sur le fait que tous les éléments ont été pris ou non en considération, mais je pense qu'il est très important de voir que les propriétés et les risques des nanoparticules peuvent profondément changer une fois incorporés dans un matériau et que donc le registre des produits contenant des nanomatériaux sera certainement extrêmement technique et complexe.

En conclusion générale de cette journée, je dirai que la machine est maintenant lancée et qu'il n'est plus temps de se poser la question du bien fondé d'utiliser les nanoparticules. Nous ne sommes plus au stade de voir si nous devons appliquer un principe de précaution, mais bien de mieux les cerner afin de limiter les risques et de prendre les mesures adéquates en temps utile si nécessaire.

Quel sera l'avenir de tous ces biens contenant des nanomatériaux une fois que nous nous en serons débarrassés. Resteront-ils encapsulés une fois mis en décharge durant de longues années ou après incinération? La nature éliminera-t-elle ces substances ou observerons-nous un effet d'accumulation dans le milieu naturel créant de nouveaux problèmes? Y aura-t-il une incidence majeure due à une exposition chronique à ces nanoparticules? Tant de questions restent à l'heure actuelle sans réponse.

Je pense que l'issep, en tant que laboratoire de référence wallon, doit mettre en place des réseaux de suivi de la concentration de ces nanoparticules dans l'environnement. A titre d'exemple, comme cela a été signalé par un des participants, on commence déjà à retrouver des particules d'argent dans la plupart des eaux usées en région wallonne. Ces particules ont un effet antimicrobien important et sont d'ailleurs produites pour cette caractéristique. Malheureusement cet effet continue dans l'environnement et on observe déjà un impact sur l'efficacité des stations d'épuration.

Mettre au point ces méthodes dans une matrice complexe est un véritable challenge et poursuivre nos efforts de partenariat de recherches dans ce domaine est donc une priorité. J'espère dès lors que cette journée sera le point de départ d'une future collaboration de recherches entre les participants.

Avant de terminer, je tiens à dire un petit mot pour le départ prochain de notre directeur général, Mr Marcel Lambert, qui est l'initiateur de cette journée. Celui-ci quittera sa fonction prochainement. Marcel est passionné par la recherche scientifique. Il a d'ailleurs basé sa feuille de route sur la reprise des activités de recherches au sein de l'Institut, convaincu qu'il s'agissait de la seule manière pour l'ISSEP de progresser et perdurer dans l'avenir. Sous son impact un budget de prêt

de 5 millions d'euros a été débloqué et plus de 10 projets de recherches ont été initiés. Je pense que cela mérite un petit applaudissement car cela n'a pas été chose facile vu la conjoncture économique actuelle. Nous lui souhaitons évidemment une bonne continuation dans ses nouvelles fonctions et espérons qu'il aura l'occasion de poursuivre son soutien à la recherche à l'ISSeP.

Je profite également de l'occasion pour remercier l'ensemble de mes collègues qui ont œuvré à faire de cette journée un succès et vous remercie pour votre participation active en espérant que vous avez comme moi apprécié cette journée.