



CAHIER D'ACTEUR SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA RÉGULATION DES NANOTECHNOLOGIES

La FIDEA (Fédération Inter Départementale de l'Environnement Avignonnais), comme ses statuts l'indiquent, s'intéresse principalement à l'environnement, dans un cadre géographique large qui englobe le Rhône et la Durance ainsi que leurs affluents. Notre Fédération associative, très moderne, opère à partir d'une plate-forme multidisciplinaire qui comprend à la fois l'environnement, ses pollutions ainsi que leur encadrement juridique. C'est donc au niveau général des pollutions (air, sols, eaux) que la FIDEA, qui mène des études d'impacts, rencontre les particules de petites dimensions ; particules qui sont principalement émises par les multiples procédés ou avatars (incendies d'origine anthropique ou naturelle) faisant appel à la combustion. Pour un public non averti nous tenons à préciser ici que les particules carbonées émises à ces occasions de par leurs aptitudes à chimisorber les molécules accompagnantes, se présentent, de fait, comme autant de vecteurs d'entités métalliques, organométalliques et organiques dont elles exaltent le plus souvent la réactivité (catalyse supportée) quand elles se déposent sur l'eau, les sols, les végétaux, voire intègrent un organisme animal ou humain.

COORDONNÉES

Fédération Inter Départementale
de l'Environnement Avignonnais
23 chemin des Barthelasses
84510 Caumont / Durance
E-mail : fed.interdep.env@orange.fr

Positionnement général : vue d'ensemble et perspective

Les applications faisant appel aux nanocomposites commencent à apparaître et, déjà, elles font l'objet d'un éventail d'attitudes qui va depuis l'emphase jusqu'à l'inquiétude voire l'angoisse.

De l'emphase

Au risque de décevoir beaucoup, la « révolution » nanométrique est le résultat, dans la grande majorité des cas, de la simple croissance du rapport Surface/Volume quand on diminue la taille d'un matériau, d'un objet. Et les lois classiques de la physique comme celle de la chimie qui y sont rattachées sont de fait encore et toujours d'application (catalyse, fluorescence, perméabilité et imperméabilité... écrans lumineux... renforts mécanique... ignifugation... encore et toujours suivent ces lois). Ce qui change ce sont les rendements, souvent améliorés, de ces phénomènes (plus vite, plus lumineux, plus résistant...). Rendement qui le seront encore, d'ici les prochaines décennies, lorsqu'on atteindra les **picomatériaux** (10^{-12} M), puis les **femtomatériaux** (10^{-15} M) avant d'aborder finalement les rivages des clusters, des atomes et des molécules auxquels certains d'entre-nous rêvent déjà.

Restent alors à considérer ici les premiers signes avant-coureurs, pratiques, de la physique et de la chimie quantiques, signes que l'on perçoit au travers des microscopes à effet tunnel. Mais nous sommes là aux frontières de la technologie actuelle, frontières qui n'ont pas encore donné lieu à quelque nouveau matériau que ce soit.

De l'inquiétude, de l'angoisse, associées

Il nous est difficile de nous substituer ici aux professions qui devraient avoir une bonne connaissance des réactions statistiques de nos concitoyens vis-à-vis de tels événements. Mais, pour avoir passé de nombreuses années à l'avant-garde des matériaux, certains experts de notre Fédération s'interrogent sur le rôle des nombreux chercheurs, en France, impliqués dans ce domaine.

Combien de temps consacrent-ils à la diffusion de leurs connaissances vis-à-vis de :

- > leur hiérarchie
- > leur entourage professionnel (publications, congrès...)
- > aux autres (les citoyens)

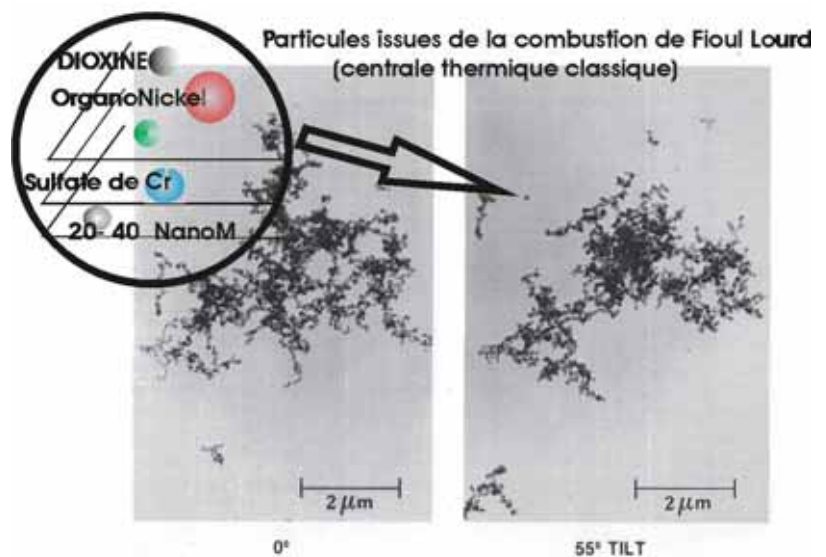
Une réponse statistique à ces questions, via un audit approprié, au travers de toute la recherche française concernée, devrait permettre de lever, pour une bonne part, l'atmosphère anxieuse qui accompagne les nanomatériaux et leurs applications. Ceci permettra, alors, de s'attaquer plus sereinement aux problèmes environnementaux et de santé, limités mais bien réels, que certains d'entre eux posent. Nous pensons également, à ce niveau, qu'un tel audit devra révéler la nécessité de mettre en place le concept de *gouvernance transversale* pour les nanomatériaux et les nanoobjets de façon à mieux relier et récompenser les compétences entre-elles.

Des nanomatériaux naturels et anthropiques déjà existants

Le dossier des maîtres d'ouvrage nous l'apprend, la nature n'a pas attendu l'homme, que du contraire, pour réaliser ses propres nanoobjets et matériaux au milieu desquels nous vivons depuis fort longtemps déjà.

Quant aux nanomatériaux anthropiques, il est important de réaliser ici que tous les types de combustion de la matière carbonée que nous pratiquons sont générateurs de particules dont la taille élémentaire est de l'ordre d'une dizaine de nanomètres, environ (voir photo). Et ceci depuis les incendies naturels ou non jusqu'aux moteurs thermiques les plus sophistiqués.

Il va de soit qu'en la matière, nous sommes nombreux à être les Messieurs Jourdain des nanomatériaux qui, par la force des choses, ne sont pas, et de loin, suffisamment pris en compte par la plupart d'entre-nous, professionnels compris. Cette situation, regrettable mais bien réelle, est ainsi responsable, pour partie, d'effets dommageables sur notre santé et notre environnement (on notera ici, néanmoins, l'évolution rapide des normes « poussières », ces dernières années, dont la dernière en date – la norme sur les $2,5 \mu\text{m}$ – n'est pas encore suffisante et devra continuer d'évoluer pour rencontrer les nanoparticules déjà existantes comme celles qui arrivent).



Des nanomatériaux actuels et en voie de développement : aspect santé et environnement

> Au niveau des investigations et de la production

Que chacun de nous se rassure, si le passage en revue des technologies utilisées pour générer et mettre en œuvre les nanomatériaux révèle des technologies relativement sophistiquées, celles-ci sont déjà connues depuis plusieurs dizaines d'années déjà. Ce qui les différencie d'année en année est le lent, patient et formidable travail ingénierique de perfectionnement dont elles sont l'objet. Il en est de même des enceintes de plus en plus vastes dans lesquelles ces techniques sont utilisées. Nous comprenons ici l'étonnement de beaucoup qui ont cru « au miracle d'une nouvelle ère » ; nous en sommes désolés, ce n'est pas de miracle qu'il s'agit mais bien du résultat des efforts à la fois conjugués (une analyse fine des brevets internationaux le montre) et souvent concurrentiels de milliers de personnes très qualifiées tant aux USA qu'en Europe.

En ce qui concerne plus spécifiquement le travail avec ces nanomatériaux, les moyens de protection existent ou peuvent être relativement facilement adaptés. Il s'agit donc ici de déployer les mesures et les moyens appropriés ; situation qui n'est vraiment pas neuve pour l'industrie et les autorités impliquées et ce d'autant plus que le nombre de travailleurs concernés sera relativement modeste.

Cette situation favorable devra, toutefois, être conduite sans le moindre laxisme : un suivi médical des personnes actives sera réalisé, dès le début des opérations ; les industriels ou labos actifs devront contracter des assurances pour leur personnel et subvenir à la mise en place d'un ensemble de laboratoires de contrôles des objets et des matériaux renfermant des nanoparticules (voir paragraphe suivant).

A tous niveaux, celui du public compris, un étiquetage approprié des emballages sera réalisé. Cet étiquetage portera obligatoirement la mention NANO (éléments concernés) : par exemples : NANO (Ti, Al, Si) pour un cosmétique qui en renferme, NANO (Cr, Co) pour certains alliages ou compositions...

> Au niveau des usages (stockage et recyclage inclus)

Il est clair et absolument pas nouveau dans la démarche, que des tests de dispersion et de perte des nanomatériaux présents dans des objets lors de leurs usages, stockage, recyclage ou destruction doivent être conduits dans des labos agréés avant toute autorisation d'accès au marché.

Et il est important de remarquer ici qu'il est illusoire voire dangereux de dissocier les nanomatériaux présents dans un objet de son environnement matériel. C'est l'ensemble qui doit faire l'objet de tests appropriés.

Premières conclusions

Comme nous venons de le voir, les nanomatériaux de synthèse commencent à apporter une série de propriétés utiles au monde complexe et varié des matériaux. Leurs productions, leurs usages et leurs recyclages font appel à des techniques sophistiquées qui existent déjà et qui sont bien maîtrisées. Toutefois, il conviendra, dès à présent de mettre en place une série d'organismes agréés aux tests desquels devront être obligatoirement soumis tout matériau ou objet renfermant des nanoparticules avant que d'accéder au marché. Un étiquetage généralisé, professionnel et public, sera mis en place et comprendra la mention NANO (suivi des éléments atomiques qu'il renferme).

Les nanomatériaux n'étant qu'une étape utile, comme l'étaient et le sont encore leurs prédécesseurs millimétriques et

micrométriques, avant que d'aborder, dans les prochaines décennies, les Pico et les Femto matériaux, il y aurait lieu, dès à présent, de prévoir une structure évolutive pour les labos agréés à mettre en place et d'introduire, dans la recherche française concernée, le concept de gouvernance transversale ; gouvernance sans laquelle une efficacité suffisante ne sera pas atteinte (trop peu de brevets au regard

de beaucoup de publications tous azimuts) avec pour conséquence une exclusion de plus en plus marquée des étapes successives de la conquête et du contrôle des matériaux et partant un prix de plus en plus élevé à payer pour accéder à leurs produits dérivés (coûts des licences).

L'Equipe technico-scientifique de la FIDEA