



CNISF
CONSEIL NATIONAL DES INGÉNIEURS
ET DES SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Le Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France représente, depuis plus de 150 ans, l'ensemble des ingénieurs et scientifiques français.

Organisé en Fédération, le CNISF regroupe 120 associations d'anciens élèves d'écoles d'ingénieurs, 30 associations scientifiques, techniques et professionnelles, un réseau de 24 associations régionales (les Unions Régionales des Ingénieurs et des Scientifiques : URIS), 10 sections étrangères. Le nombre, la diversité, l'éclectisme des différentes composantes du CNISF constituent une source exceptionnelle d'informations et de savoirs accessibles sur le site du CNISF: www.cnisf.org. Avec de tels atouts, le CNISF apporte la voix de l'ingénieur sur les questions fondamentales que pose aujourd'hui les nouvelles techniques, l'évolution des comportements et des métiers, les nécessaires adaptations à apporter aux formations d'ingénieurs... Présent à Paris et dans toutes les Régions, le CNISF et ses spécialistes organisés en comités développent tout un ensemble d'actions à l'usage des représentants des Pouvoirs publics, du corps enseignant, du monde politique et des entreprises.

COORDONNÉES

CNISF
7 rue Lamennais - 75008 PARIS
Tél : 01 44 13 66 88
Fax : 01 42 89 82 50
www.cnisf.org

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

Les ingénieurs et scientifiques de France pour un développement responsable des nanotechnologies

“ La conférence présentée au California Institute of Technology (Caltech) le 29 décembre 1959, par le physicien Richard Feynmann, Prix Nobel de Physique en 1965, constitue le discours fondateur de l'ère du nanomonde, et des nanotechnologies.

Sa phrase « *There is plenty of room at the bottom* » (Il y a beaucoup d'espace en bas), qu'il illustra en prédisant qu'il sera un jour possible d'enregistrer l'ensemble des 24 volumes de l'Encyclopaedia Britannica sur un grain de poussière, est aussi emblématique pour le nanomonde, que pour notre monde terrestre, la phrase que Neil Armstrong a prononcé lors de son premier pas sur la Lune le 21 juillet 1969 : « *Un petit pas pour l'homme, un grand pas pour l'humanité* ». Mais si le nanomonde a une date de naissance, le terme nanotechnologie n'a été créé qu'en 1974 par l'universitaire japonais Norio Taniguchi, et popularisé en 1986 par Eric Drexler, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), dans son essai « *Engins de création* ».

Le nanomonde, par ailleurs, n'a pas encore une langue unifiée qui permette aux scientifiques et aux ingénieurs de nommer d'une manière univoque les objets qui l'habitent et de décrire les processus qui l'animent.

La caractérisation et l'évaluation des propriétés de ce nouveau monde sont ainsi décrites par chacun, en faisant référence à sa culture scientifique et technique traditionnelle.

Chaque citoyen a sa vision particulière des nanotechnologies, et cherche à définir le contenu et les frontières de ce monde « que l'on ne voit pas », et à comprendre ses interactions avec notre monde « visible ».

Ce syndrome « *Tour de Babel* » se trouve amplifié par la volonté de certaines parties prenantes de défendre, de promouvoir, ou d'opposer des intérêts scientifiques, techniques, économiques et philosophiques particuliers, en utilisant d'une manière justifiée, ou non, le label « nano ».

Le caractère innovant des nanotechnologies conduit les acteurs du nanomonde à des positions différentes, favorable ou défavorable à leur développement ; Face à ces postures, et faute d'une information objective et compréhensible, une majorité de citoyens cherche avant tout à comprendre ce que sont les nanotechnologies, leurs bénéfices et leurs risques éventuels, leurs enjeux.

Mais la question ne peut être posée globalement de savoir si l'on est pour ou contre les nanotechnologies.

Elle doit être posée au cas par cas, en considérant, application par application, le développement des nanotechnologies en fonction des bénéfices et des risques qu'elles peuvent présenter aussi bien d'un point de vue scientifique et technique, que sociétal.



« Les Nanotechnologies ne vont pas améliorer le monde industriel tel qu'il existe, elles vont tout simplement le remplacer. »

Eric Drexler, fondateur
du Foresight Institute

Les nanomatériaux ne sont plus aujourd'hui confinés dans les laboratoires de recherche, mais ils sont désormais intégrés dans de nombreux procédés industriels.

Ils entrent dans la composition et l'élaboration d'une grande variété de produits ou de systèmes utilisés dans la vie courante.

Que sont les nanotechnologies ?

Les nanotechnologies apportent une nouvelle dimension aux technologies existantes, et suscitent ainsi des innovations, en faisant appel à l'ensemble des disciplines scientifiques et technologiques, pour transcender les domaines et les applications traditionnelles, afin de contribuer à bâtir un nouveau monde technologique.

Elles représentent beaucoup moins une rupture dans l'évolution des sciences et des techniques qu'une évolution jamais démentie de notre capacité à observer, comprendre et manipuler la matière à une échelle de plus en plus petite, jusqu'à entrer dans un monde, où des phénomènes spécifiques liés à la dimension nanométrique apparaissent et sont différents de ceux observés à l'échelle macroscopique.

Les Nanotechnologies s'appuient sur l'élaboration des nanomatériaux, matériaux, dont les caractéristiques géométriques ou structurales sont à l'échelle nanométrique (soit le milliardième de mètre), échelle qui couvre une gamme de dimensions s'étendant typiquement, mais pas exclusivement, de 1 nanomètre à 100 nanomètres.

L'élaboration des nanomatériaux repose sur la nanostructuration de la matière, c'est-à-dire sur le contrôle de la structure des matériaux à l'échelle nanométrique, et sur leur assemblage pour concevoir et construire des nano-systèmes.

Même si la dimension nanométrique est abordée depuis bien longtemps par les chimistes, c'est en effet leur échelle de travail, la nanostructuration de la matière apparaît bien comme une nouvelle frontière de l'innovation scientifique et technologique.

Qu'apportent les nanotechnologies ?

Les nanotechnologies par leur potentiel considérable, sont à même de contribuer à résoudre, les difficultés immenses, auxquelles vont avoir à faire face les sociétés

industrielles et postindustrielles, comme la France, à la fois dans leurs dimensions privée et publique, face au vieillissement de la population et à son attente dans le domaine de la santé, à l'évolution du climat, à la pollution, à la gestion des ressources alimentaires et des matières premières, à l'accessibilité à l'eau potable, à la maîtrise de la production et de la consommation d'énergie, au développement équitable et durable.

Elles concernent déjà directement des domaines majeurs de l'industrie :

> **Technologies de l'information et de la communication** : apportant initialement un accroissement des densités de stockage de données, les nanotechnologies se traduisent maintenant par le développement de la nanoélectronique moléculaire ou biomoléculaire, de la spintronique et de l'informatique quantique, laissant entrevoir une rupture technologique majeure dans ce domaine ;

> **Energie** : les nanotechnologies participent déjà à la production des énergies renouvelables (solaire photovoltaïque ou thermique, éolienne) ou non, à leur stockage (par processus électrochimiques : batteries lithium-ions et super capacités, ou par adsorption dans des matériaux nanoporeux qui peuvent stocker de manière réversible l'hydrogène ou le méthane), à la génération d'énergie stationnaire ou mobile (piles à combustibles pour véhicules automobiles, téléphones cellulaires et ordinateurs portables,...), et contribue également aux économies d'énergie (isolation thermique, amélioration du rendement des systèmes d'éclairage, diminution de la consommation énergétique des appareils domestiques et professionnels, ...);

> **Santé**: les nanotechnologies vont permettre de répondre aux besoins croissants de la population, liés notamment à son vieillissement, en développant des technologies pharmaceutiques, médicales et chirurgicales comme les puces à ADN pour l'aide au diagnostic précoce des maladies, le traitement ciblé de cellules tumorales, l'ingénierie tissulaire, les matériaux biomimétiques, les implants bioactifs et biocompatibles, les neuroprothèses ;

> **Qualité de vie** : à côté de la qualité de l'alimentation, de l'amélioration du confort des habitations, et du cadre de vie, des textiles et de l'habillement, de la cosmétique, de l'amélioration de la mobilité collective (transport,...), des équipements de loisirs, les nanotechnologies vont bénéficier aux technologies de l'environnement, et en particulier contribuer à la dépollution des eaux et des sols, en permettant la détection et la neutralisation des micro-organismes et des polluants. Elles vont participer à la réduction de la production de déchets, et à la gestion de la fin de cycle de vie des produits manufacturés, par le nano-marquage des produits ;

> **Protection et sécurité** : capteurs sélectifs à l'échelle moléculaire implantables dans l'environnement ou en lieu hostile pour détecter la présence d'agents chimiques ou biologiques, traçabilité des produits, dont les produits alimentaires, sécurité dans les lieux privés, professionnels et publics, ... vont se développer grâce aux nanotechnologies.

Les bénéfices attendus des nanotechnologies doivent être présentés, mais il ne faut pas occulter les risques possibles, notamment l'impact sur l'homme et son environnement.

Doit-on avoir peur des nanotechnologies ?

Les nanotechnologies suscitent aujourd'hui autant d'espoirs que d'inquiétudes. Dans un contexte où les incertitudes sont à la fois techniques, éthiques et sociales, il est nécessaire d'accompagner la recherche, le développement, la fabrication et la commercialisation des produits innovants et des nouveaux services issus des nanotechnologies.

Dans le cadre d'une mise sur le marché responsable d'applications et de produits issus des nanotechnologies, différentes questions peuvent se poser, notamment sur les plans :

> **santé et environnement** : compte tenu du manque d'outils pour prélever, détecter mesurer et caractériser les nanomatériaux, des incertitudes concernent encore leur impact sur la santé et l'environnement ;

> **éthique** :

- l'atteinte possible aux libertés individuelles, au travers des nano-systèmes informatiques comme instruments de gestion des données, de communication et de surveillance des personnes et des biens,
- la convergence NBIC (NanoBioInfo-Cognitive), partielle ou totale, qui permettra de soigner, voire « d'améliorer » les êtres humains initialement dans un but thérapeutique, mais avec un risque de « spécialisation » et d'asservissement à terme.

Pour les risques concernant la santé et l'environnement, l'application du principe de précaution recommandant de prévenir l'exposition des travailleurs et la dissémination dans l'environnement des nanomatériaux en confinant ceux pour lesquels nous ne disposons pas de données toxicologiques et éco toxicologiques suffisantes et en élaborant des procédures précises de gestion de leur cycle de vie.

Concernant les risques liés aux libertés individuelles, et à la convergence NBIC, l'autocontrôle responsable des acteurs, le contrôle de la Société et de l'Etat devront apporter des réponses, notamment en matière de protection de la vie privée.

La France ne peut pas rester à l'écart

La France doit répondre aux attentes des parties intéressées :

Industriels

En précisant la législation applicable aux nanotechnologies, textes et conditions d'application, afin de les soutenir pour assurer leur développement compétitif et responsable

Consommateurs

En favorisant une information qui leur permette de connaître les bénéfices attendus et les éventuels risques associés aux nanotechnologies, afin de pouvoir effectuer leur choix en toute connaissance.

Pouvoirs publics

En demandant, dans le respect du principe de précaution et, au cas par cas, une analyse des bénéfices et des risques que

Il est ainsi nécessaire de mettre l'accent « sur les enjeux liés au choix des nanotechnologies comme priorités de développement » en ne se limitant pas aux seuls enjeux économiques et industriels.

Dans toute évolution, il y a bien entendu des incertitudes, et si des inquiétudes sont assez largement exprimées, des réponses existent qui sont de la responsabilité de toutes les parties prenantes.

- > La France possède des atouts forts dans le domaine des nanotechnologies
- > Elle doit les développer

les nanotechnologies représentent ou pourraient représenter, dans la mesure où les données les concernant sont encore peu nombreuses.

Comme il est écrit dans l'article 37 du projet de loi sur la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, adopté en 2^{ème} lecture par le Sénat le 1^{er} juillet 2009. « La France encouragera au plan européen une rénovation de l'expertise et de l'évaluation des technologies émergentes, notamment en matière de nanotechnologies et de biotechnologies, afin d'actualiser les connaissances utilisées en toutes disciplines. [...]

Une méthodologie d'évaluation des risques et des bénéfices liés à ces substances et produits sera élaborée.»

afin de lui permettre de :

- > maintenir sa compétitivité dans le monde,
- > faciliter les changements de comportements de ses consommateurs en faveur du développement durable,
- > apporter des réponses au vieillissement de sa population,
- > gérer efficacement, et économiser, ses ressources en eau, en énergie et en matières premières, sauf à dépendre d'autres pays qui se sont déjà engagés fortement dans le développement des nanotechnologies

La France possède des atouts forts dans le domaine des nanotechnologies :

- > Sa recherche et développement avec le CNRS, le CEA, l'INSERM, les centres de R&D de ses entreprises,
- > Des entreprises mondialement reconnues dans les domaines de la chimie, de l'électronique, de l'énergie, du transport, de l'agroalimentaire, de la santé et des services aux collectivités,
- > Sa volonté de développer des études sur l'impact des nanotechnologies sur la santé et l'environnement (AFSSET, INERIS, INRS,..),

Dans un contexte où nombre d'instances plaident pour un « développement responsable » des nanotechnologies, leur développement doit trouver un juste équilibre entre production et usage d'une part, responsabilité éthique, juridique et financière, d'autre part.

L'objectif est donc de procurer aux nanotechnologies un environnement favorable à leur développement, ce qui entraînera des créations d'emploi. C'est le rôle de l'Etat, en particulier de mettre en place des lieux de regroupements comme MINATEC avec les collectivités territoriales.

Une absence de cadre constituerait bien évidemment un frein énorme pour la croissance et l'innovation, et ferait perdre à la France (et éventuellement à l'Union Européenne) sa compétitivité sur le marché des nanotechnologies, notamment face aux pays asiatiques.

SYNTHÈSE

Les nanotechnologies sont une opportunité pour l'économie française. Compte tenu des incertitudes quant aux risques éventuels du développement de certaines d'entre elles, **les Ingénieurs et Scientifiques de France** proposent, afin de contribuer à leur développement responsable et répondre, ainsi aux inquiétudes qui sont exprimées :

- > de désigner parmi tous les ministères et secrétariats d'Etat concernés un chef de file assurant la coordination et la définition d'une politique intégrée pour les nanotechnologies, ainsi que pour la mise en œuvre des moyens nécessaires,
- > d'assurer la plus grande transparence, pour répondre

aux interrogations des citoyens, en organisant un suivi régulier par une instance reconnue, comme le Conseil économique, social et environnemental, ou l'Office parlementaire des choix technologiques du Parlement, de manière à assurer une information indépendante,

- > d'encadrer au cas par cas, le développement et les applications des nanotechnologies, selon les préconisations du CNISF, (cf. sa charte d'éthique), par la loi, notamment en matière de bioéthique, pour la santé, la CNIL pour la protection des libertés individuelles du citoyen, et par des codes déontologiques pour la recherche académique et les développements industriels.