

Avis du Comité économique et social européen sur la «Communication de la Commission: Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies»

(COM(2004) 338 final)

(2005/C 157/03)

Le 12 mai 2004, la Commission européenne a décidé, conformément à l'article 262 du traité instituant la Communauté européenne, de consulter le Comité économique et social européen sur la «Communication de la Commission: Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies»

La section spécialisée «Marché unique, production et consommation», chargée de préparer les travaux du Comité en la matière, a adopté son avis le 10 novembre 2004 (rapporteur: M. PEZZINI).

Lors de sa 413^{ème} session plénière des 15 et 16 décembre 2004 (séance du 15 décembre 2004), le Comité économique et social européen a adopté l'avis suivant par 151 voix pour et 1 abstention.

1. Observations préliminaires

1.1 Le Comité économique et social européen est conscient que cet avis concerne un thème dont certains aspects sont nouveaux et dont la terminologie est souvent méconnue ou, en tout cas, peu usitée. Aussi a-t-il jugé utile de présenter quelques définitions et de décrire l'état d'avancement de la recherche et des applications relatives aux nanotechnologies en Amérique et en Asie.

1.2 Table des matières de l'avis

2. Définitions

3. Introduction

4. Synthèse de la proposition de la Commission

5. Les principaux développements en Amérique et en Asie

6. Observations générales

7. Observations spécifiques

8. Conclusions

2. Définitions

2.1 **Nano**: désigne un milliardième d'unité. En l'occurrence, étant donné qu'il est question de dimensions, le préfixe «nano» désigne un milliardième de mètre.

2.2 **Micro**: désigne un millionième d'unité. En l'occurrence, un millionième de mètre.

2.3 **Nanosciences**: les nanosciences sont une nouvelle approche des sciences traditionnelles (chimie, physique, biologie, électronique, etc.) en ce qui concerne la structure fondamentale et le comportement de la matière au niveau des atomes et des molécules. En fait, ce sont les sciences qui étudient le potentiel des atomes dans les différentes disciplines ⁽¹⁾.

2.4 **Nanotechnologies**: il s'agit des technologies qui permettent de manipuler les atomes et les molécules de manière à créer de nouvelles surfaces et de nouveaux objets qui, grâce à la composition différente et à la nouvelle disposition des atomes, présentent des caractéristiques spécifiques, pouvant être utilisées dans la vie quotidienne ⁽²⁾. Ce sont donc les technologies liées au milliardième de mètre.

2.5 **Outre la définition susmentionnée, il est bon d'en donner une deuxième, plus percutante d'un point de vue scientifique: le terme nanotechnologie** désigne une approche multidisciplinaire de la création de matériaux, de dispositifs et de systèmes, en maîtrisant la matière à l'échelle nanométrique.

2.6 **Nanomécanique**: les dimensions d'un objet commencent à présenter de l'importance lorsqu'il faut en déterminer les propriétés si l'échelle de dimension varie entre un et quelques dizaines de nanomètres (il s'agit d'objets composés de quelques dizaines à quelques milliers d'atomes). Dans cet ordre de dimensions, un objet composé de cent atomes de fer présente des propriétés physiques et chimiques radicalement différentes d'un autre objet composé de deux cents atomes, même s'ils sont tous deux fabriqués avec les mêmes atomes. De même, les propriétés mécaniques et électromagnétiques d'un solide constitué de nanoparticules sont radicalement différentes de celles d'un solide traditionnel de même composition chimique et présentent les propriétés des différentes unités qui le composent.

2.7 Il s'agit là d'une nouveauté scientifique et technologique fondamentale, qui modifie notre manière d'appréhender la création et la manipulation des matériaux dans tous les secteurs de la science et de la technologie. Par conséquent, la nanotechnologie n'est pas une nouvelle science qui vient prendre place à côté de la chimie, de la physique ou de la biologie, mais bien une nouvelle manière de faire de la chimie, de la physique ou de la biologie.

2.8 Il ressort de ce qui précède qu'un matériau ou un système nanostructuré est composé d'unités de dimension nanométrique (les architectures traditionnelles dont nous avons l'habitude, composées de différents atomes, ne sont plus pertinentes) et donc dotées de propriétés spécifiques qui se combinent pour former des structures complexes. Il est par conséquent clair qu'il a lieu de remplacer les paramètres de production basés sur l'assemblage de divers atomes ou molécules, tous identiques, par des approches pour lesquelles **les dimensions sont un paramètre fondamental**.

⁽¹⁾ Interview du Commissaire BUSQUIN (synthèse dans le document IP/04/820 du 29 juin 2004).

⁽²⁾ Cf. note 1.

2.9 Si nous voulons quantifier la portée révolutionnaire de la nanotechnologie, nous pouvons affirmer que celle-ci est comparable à la découverte d'un nouveau tableau périodique des éléments, bien plus grand et compliqué que celui que nous connaissons, et que les limitations fixées par les diagrammes de phase (par exemple la possibilité de mélanger deux matériaux) peuvent être dépassées.

2.10 Il s'agit par conséquent de technologies du bas vers le haut, qui permettent de passer de la dynamique de fonctions individuelles à un ensemble. Le nombre d'applications possible ne cesse de croître, notamment dans les secteurs suivants: la santé, les technologies de l'information, les sciences des matériaux, l'industrie manufacturière, l'énergie, la sécurité, les sciences spatiales, l'optique, l'acoustique, la chimie, l'alimentation, l'environnement.

2.11 Ces applications, dont certaines peuvent déjà être utilisées par les citoyens ⁽³⁾, permettent d'affirmer que «les nanotechnologies pourront améliorer considérablement la qualité de la vie, la compétitivité de l'industrie manufacturière et le développement durable» ⁽⁴⁾.

2.12 **Microélectronique:** branche de l'électronique qui s'occupe du développement de circuits intégrés, réalisés sur une seule partie de semiconducteur, de dimensions très réduites. À l'heure actuelle, la microélectronique est en mesure de réaliser différents composants d'environ 0,1 micromètre, soit 100 nanomètres ⁽⁵⁾.

2.13 **Nanoélectronique:** science qui s'occupe de l'étude et de la production de circuits qui sont réalisés au moyen de technologies et de matériaux autres que le silicium et qui fonctionnent selon des principes fondamentalement différents des principes actuels ⁽⁶⁾.

2.13.1 La nanoélectronique est en passe de devenir l'un des points phares des nanotechnologies, de la même manière que l'électronique se retrouve actuellement dans tous les secteurs scientifiques et dans tous les processus industriels ⁽⁷⁾.

2.13.2 L'évolution du secteur des composants électriques et électroniques a été extrêmement rapide. En l'espace de quelques décennies seulement, l'on est passé des valves aux semiconducteurs, aux puces et aux micropuces, pour arriver, aujourd'hui, aux nanopuces, assemblage d'éléments constitués chacun de quelques centaines d'atomes. Une nanopuce peut contenir des informations correspondant à 25 volumes de l'Encyclopédie britannica ⁽⁸⁾.

⁽³⁾ Cf. paragraphe 6.15 des conclusions.

⁽⁴⁾ Cfr. note n°1.

⁽⁵⁾ Centre de micro et de nanoélectronique de l'Institut polytechnique de Milan, Prof. Alessandro Spinelli.

⁽⁶⁾ Ibidem.

⁽⁷⁾ Les investissements en nanoélectronique représentent actuellement 6 milliards d'euros, ventilés comme suit: 1/3 pour les nano et micro, 1/3 pour le diagnostic et 1/3 pour les matériaux (source: Commission européenne, DG «Recherche»).

⁽⁸⁾ Source: Commission européenne, DG «Recherche» – 2003.

2.13.3 Les scientifiques et les fabricants de composants électroniques se sont rapidement rendu compte que le flux des informations est d'autant plus rapide que la taille de la puce est réduite ⁽⁹⁾. La nanoélectronique permet par conséquent de gérer des informations très rapidement, dans des espaces extrêmement réduits.

2.14 **Microscope à effet tunnel:** cet outil, qui a valu le Prix Nobel à ses inventeurs, est également défini comme la «lentille du XXI^{ème} siècle». Il sert à «voir» la matière à l'échelle atomique. Fonctionnement: la pointe du microscope se déplace en un mouvement de balayage sur une surface traitée électriquement. Grâce à l'effet tunnel, les électrons (pas les atomes) se déplacent de la surface à la pointe. Ceci crée un courant d'autant plus intense que la distance entre la surface et la pointe est grande. Ce courant est converti, par le biais d'un calcul vertical, et permet d'obtenir la topographie de la surface d'un objet à l'échelle nanométrique.

2.14.1 **Effet tunnel:** en mécanique classique, une particule qui se trouve dans un récipient et qui possède une énergie déterminée ne peut en sortir, à moins que cette énergie ne soit suffisante pour lui faire franchir les bords de ce récipient. En mécanique quantique en revanche, en raison du principe d'indétermination, la situation est très différente. Étant donné que la particule est confinée dans le récipient, l'indétermination de sa position est faible et, par conséquent, l'indétermination de sa rapidité est grande. Par conséquent, il existe une certaine probabilité que la particule dispose d'une énergie suffisante pour sortir du récipient, même si son énergie moyenne ne suffit pas pour franchir la barrière ⁽¹⁰⁾.

2.15 **Nanotubes de carbone:** résultat d'un assemblage spécifique des atomes de carbone. Les nanotubes comptent parmi les matériaux les plus résistants et les plus légers connus à ce jour. Ils sont six fois plus légers et cent fois plus résistants que l'acier. Ils ont un diamètre de quelques nanomètres pour une longueur également très supérieure à plusieurs micromètres ⁽¹¹⁾.

2.16 **Autoassemblage de macromolécules:** il s'agit du procédé utilisé en laboratoire pour imiter la nature: «tout ce qui est vivant est autoassemblé». En utilisant le procédé d'autoassemblage l'on crée des interfaces entre circuits électroniques et tissus biologiques et l'on tente de combiner l'informatique et la biologie. L'objectif, qui ne semble plus si lointain aux scientifiques, est de permettre aux sourds d'entendre et aux aveugles de voir ⁽¹²⁾.

⁽⁹⁾ Cfr. paragraphe 3.3.1.

⁽¹⁰⁾ Tullio REGGE: «Il vuoto dei fisici», L'Astronomia, n° 18, septembre-octobre 1982.

⁽¹¹⁾ Source: Commission européenne, DG Recherche, 2003.

⁽¹²⁾ Différentes expériences se trouvent à un stade avancé et un «dialogue» interface a déjà été instauré entre un neurone de limace et une puce électronique.

2.17 **Biomimétique** ⁽¹³⁾: science qui étudie les lois sur lesquelles reposent les assemblages moléculaires qui existent dans la nature. La connaissance de ces lois permettra de créer des **nanomoteurs artificiels**, basés sur les mêmes principes que ceux qui existent dans la nature ⁽¹⁴⁾.

3. Introduction

3.1 Le Comité économique et social européen se félicite de la clarté de la communication sur les nanotechnologies, souscrit aux raisons qui ont incité la Commission à présenter en temps utile des propositions solides sur ce thème et se félicite des nombreux textes publiés, y compris les *cédéroms*, destinés à des experts et aux jeunes.

3.1.1 Plus particulièrement les *cédéroms*, conçus selon une approche pédagogique, sont des vecteurs culturels extrêmement utiles pour diffuser les informations nécessaires sur les nanotechnologies auprès d'un large public parfois inexpérimenté et souvent jeune.

3.2 Le Comité considère que ce secteur, qui est susceptible de comporter des découvertes nouvelles et fructueuses dans de nombreux domaines de la vie des citoyens, doit être expliqué en utilisant un langage accessible au plus grand nombre. En outre, les recherches sur de nouveaux produits doivent pouvoir répondre aux exigences et aux besoins des consommateurs, qui sont sensibles aux thèmes du développement durable.

3.2.1 Les journalistes et les professionnels des médias, surtout ceux de la presse spécialisée, peuvent notamment jouer un rôle particulier, dans la mesure où ils sont les premiers à divulguer les succès remportés par les scientifiques qui ont à cœur de défier la science pour obtenir des résultats concrets.

3.2.2 Les indicateurs actuels d'évolution relatifs aux nanotechnologies se concentrent surtout sur quatre domaines: 1) les publications ⁽¹⁵⁾; 2) les brevets; 3) les créations de nouvelles entreprises (*start-up*); 4) le chiffre d'affaires. S'agissant des publications, l'UE figure en première position, avec 33 %, suivie des États-Unis, avec 28 %. L'on ne dispose pas de chiffres exacts pour la Chine, mais il semble que, là aussi, le nombre de publications est en augmentation. Ce sont les États-Unis qui détiennent la première place en matière de brevets, avec 42 %, suivis par l'UE, avec 36 %. En ce qui concerne l'émergence de nouvelles entreprises, sur 1 000 entreprises véritablement consacrées aux nanotechnologies, 600 sont créées aux États-Unis et 350 dans l'Union européenne. D'un point de vue global,

⁽¹³⁾ Du grec *mimesis*, imiter la nature.

⁽¹⁴⁾ Par exemple le mouvement autonome des spermatozoïdes.

⁽¹⁵⁾ Il s'agit d'une donnée quantitative et non qualitative: il serait intéressant d'effectuer une évaluation plus approfondie comme celle que préconise la Société royale britannique.

⁽¹⁶⁾ Source: Commission européenne, DG Recherche.

une augmentation est prévue en ce qui concerne le chiffre d'affaires, dans la mesure où il passera des 50 milliards d'euros actuels à environ 350 milliards en 2010 et à 1 000 milliards d'euros en 2015 ⁽¹⁶⁾.

3.3 Les nanotechnologies et les nanosciences constituent de nouvelles approches des sciences et de l'ingénierie des matériaux, mais aussi et surtout l'un des outils multidisciplinaires les plus prometteurs et importants pour élaborer des systèmes de production, des inventions hautement innovantes ainsi que des applications à large spectre dans les différents secteurs de la société.

3.3.1 À l'échelle du nanomètre, les matériaux conventionnels acquièrent des propriétés différentes par rapport à celles qu'ils présentent à l'échelle macroscopique, ce qui permet d'obtenir des systèmes dont les fonctionnalités et les prestations sont meilleures. La nouveauté révolutionnaire de la nanotechnologie consiste dans le fait qu'en réduisant les dimensions d'un matériau on modifie ses propriétés physiques et chimiques. Ceci permet d'élaborer des stratégies de production calquées sur l'approche utilisée par la nature pour réaliser des systèmes complexes, en rationalisant l'utilisation de l'énergie et en réduisant la quantité de matière première nécessaire et de déchets ⁽¹⁷⁾.

3.3.2 Aussi les processus de production liés aux nanotechnologies doivent-ils faire l'objet d'une approche nouvelle qui prenne globalement en compte ces nouvelles propriétés, de manière à garantir que le système économique et social européen en tire profit au maximum.

3.4 L'approche nanotechnologique gagne tous les secteurs de production et est actuellement utilisée dans certains procédés de production des secteurs de l'électronique ⁽¹⁸⁾, de la chimie ⁽¹⁹⁾, du secteur pharmaceutique ⁽²⁰⁾, de la mécanique ⁽²¹⁾ ainsi que des secteurs automobile, aérospatial ⁽²²⁾ manufacturier ⁽²³⁾ et dans le domaine de la cosmétologie.

3.5 L'Union européenne peut tirer profit des nanotechnologies pour imprimer une solide impulsion à la réalisation des objectifs prévus par le Conseil européen de Lisbonne, à travers le développement de la société de la connaissance et faire de l'Union la puissance la plus dynamique et compétitive au monde, respectueuse de l'environnement, caractérisée par la cohésion, génératrice de nouvelles entreprises, d'emplois plus qualifiés et de nouveaux profils professionnels et de formation.

⁽¹⁷⁾ Source: Université de Milan, Département de physique, Centre interdisciplinaire matériaux et interfaces nanostructurées.

⁽¹⁸⁾ Cfr. Technology Roadmap for Nanoelectronics, European Commission IST Programme Future and emerging technologies, deuxième édition 2000.

⁽¹⁹⁾ Additifs nanostructurés pour des polymères, vernis, lubrifiants.

⁽²⁰⁾ Vecteurs nanostructurés de principes actifs, systèmes de diagnostic.

⁽²¹⁾ Traitements de surface de parties mécaniques afin d'en améliorer la durée de vie et les performances.

⁽²²⁾ Pneus, matériaux structurels, systèmes de contrôle et surveillance.

⁽²³⁾ Tissus techniques et tissus intelligents.

3.6 Dans le secteur des nanotechnologies, selon la Commission, l'Union européenne semble en mesure de bénéficier d'une position de départ favorable, mais celle-ci doit se transformer en avantages concurrentiels réels pour l'industrie et la société européenne et garantir des retombées à la mesure des investissements élevés qu'exige la recherche.

3.6.1 Il est essentiel de reconnaître l'importance stratégique de ces technologies qui s'immergent dans de nombreux secteurs de l'économie et de la société. Il est également impératif de développer une véritable politique intégrée dans le domaine des nanotechnologies et des nanosciences, dotée de ressources substantielles et bénéficiant de l'appui total des secteurs privé, industriel, financier et éducatif.

4. Synthèse de la proposition de la Commission

4.1 Avec la communication à l'examen, la Commission a voulu lancer un débat au niveau institutionnel afin que des mesures cohérentes soient prises pour:

- accroître les investissements en faveur de la R&D et renforcer la coordination de ces activités afin d'intensifier l'exploitation industrielle des nanotechnologies, tout en maintenant le niveau de l'excellence scientifique et de la concurrence;
- mettre en place des infrastructures de R&D capables de soutenir la concurrence mondiale («pôles d'excellence») et tenant compte des besoins des industries et des organismes de recherche;
- promouvoir l'enseignement et la formation interdisciplinaires pour les personnels de recherche, et favoriser davantage l'esprit d'entreprise;
- ménager les conditions favorables au transfert de technologies et à l'innovation pour s'assurer que l'excellence européenne en matière de R&D se concrétise sous la forme de produits et de procédés générateurs de richesse;
- intégrer une réflexion concernant les incidences sur la société à un stade précoce du processus de R&D;
- aborder de manière franche les risques potentiels pour la santé publique, la sécurité, l'environnement ou les consommateurs en générant les données nécessaires à l'évaluation de ces risques, en intégrant l'évaluation des risques à toutes les étapes du cycle de vie des produits issus des nanotechnologies et en adaptant les méthodologies existantes ou, si nécessaire, en élaborant des méthodologies nouvelles;
- compléter les activités précitées par une coopération et des initiatives adaptées au niveau international.

4.2 La Commission propose plus particulièrement de mettre l'accent sur les actions suivantes:

- créer un Espace européen de la recherche dans le secteur des nanotechnologies;
- développer des infrastructures de qualité, consacrées à la recherche fondamentale et appliquée, ainsi que des infra-

structures universitaires, ouvertes aux entreprises, en particulier aux PME;

- consentir des investissements importants dans les ressources humaines, au niveau de l'UE et des États membres;
- renforcer les mesures relatives à l'innovation industrielle, aux systèmes de brevetage, à la métrologie et à la normalisation, à la réglementation et la protection de la sécurité, de la santé, de l'environnement, des consommateurs et des investisseurs en vue d'un développement responsable;
- consolider, entre la communauté scientifique et la société, une relation basée sur la confiance et un dialogue régulier et transparent;
- maintenir et renforcer une coopération internationale solide et structurée, basée sur une nomenclature et des codes de conduite communs ainsi que sur des mesures communes destinées à lutter contre l'exclusion du développement nanotechnologique;
- coordonner les stratégies et mener des actions intégrées au niveau communautaire en veillant à mettre à disposition des ressources humaines et financières adéquates.

5. Les principaux développements en Amérique, en Asie et en Océanie

5.1 S'agissant de l'expérience américaine, l'initiative nationale sur les nanotechnologies (NNI — National Nanotechnology Initiative), lancée en 2001 à titre de programme de recherche fondamentale et appliquée et qui coordonne l'action de nombreuses agences américaines actives dans ce secteur, a reçu, pour l'année budgétaire 2005, des crédits pour un montant de plus d'un milliard de dollars, soit le double du budget initial de 2001. Ces crédits sont consacrés en particulier à la recherche fondamentale et appliquée, au développement des centres d'excellence et des infrastructures, ainsi qu'à l'évaluation et à la vérification des implications pour la société, surtout sous l'angle éthique, juridique, de la sécurité et de la santé publique, ainsi que du développement des ressources humaines.

5.1.1 La NNI finance directement dix agences fédérales et en coordonne plusieurs autres. La Fondation nationale pour la science (NSF), le département de la Science du ministère de l'énergie (DOE), le ministère de la défense, l'Institut national de la santé (NIH) ont bénéficié d'une augmentation sensible de leurs crédits respectifs destinés spécifiquement aux nanotechnologies. Le ministère de la défense, en particulier, a investi des sommes considérables et a pu créer cinq infrastructures importantes, c'est-à-dire les centres de recherche sur la science à l'échelle nano, ouverts aux chercheurs de l'ensemble de la communauté scientifique. De son côté, le Programme pour les nanotechnologies du ministère de la défense s'est enrichi au fil des années de différentes contributions provenant notamment également des services sollicités par l'armée des États-Unis.

5.1.2 Ces développements importants ont été rendus possibles par l'adoption, en décembre 2003, d'une loi essentielle pour la politique américaine en matière de nanotechnologies: le «21st Century Nanotechnology Research and Development Act». Cette loi a notamment prévu la création d'un Office national de coordination des nanotechnologies, dont les tâches sont les suivantes:

- redéfinir les objectifs, les priorités et les paramètres d'évaluation,
- coordonner les agences et les autres activités fédérales,
- investir dans les programmes de R&D, les nanotechnologies et les sciences connexes,
- mettre en place, sur une base concurrentielle, des centres interdisciplinaires de recherche en nanotechnologies, disséminés sur le plan géographique, sans exclure la participation de l'État et du secteur industriel,
- accélérer le développement des applications dans le secteur privé, y compris les activités de start-up des entreprises,
- garantir une instruction et une formation qualifiée, qui fasse émerger puis consolide une culture en matière de technologie et d'ingénierie des nanosciences,
- garantir la prise en compte des aspects éthiques, juridiques et environnementaux dans le développement des nanotechnologies et organiser des «conférences-consensus» et des débats avec les citoyens et la société civile,
- promouvoir des échanges d'informations entre le monde académique et industriel, l'État, le gouvernement central et les gouvernements régionaux,
- développer un plan d'utilisation des programmes fédéraux, tel que le «Small Business Innovation Research Programm» et le «Small Business Technology Transfer Research Program», afin de promouvoir le développement ramifié des nanotechnologies dans l'ensemble du tissu des entreprises, y compris les petites.

5.1.3 L'institut national de normalisation et de technologie (NIST) a lancé, à l'appui de la loi susmentionnée, un programme spécifique destiné à promouvoir la fabrication dans le secteur des nanotechnologies. Ce programme est axé sur la métrologie, la fiabilité et les normes qualitatives, le contrôle des procédés et l'amélioration des pratiques manufacturières. Grâce au «Manufacturing Extension Partnership» (partenariat en matière d'extension de fabrication), les résultats du programme susmentionné pourront également être étendus aux PME.

5.1.4 La loi en question a également prévu la création d'un bureau central d'information, chargé de:

- la commercialisation des nanotechnologies et du transfert des technologies et des nouveaux concepts dans les produits militaires et les produits commercialisés,
- l'identification des meilleures pratiques des universités et des laboratoires publics et privés, susceptibles d'être transférées dans le secteur commercial.

5.1.5 Il a également été prévu de créer un centre américain de préparation à la nanotechnologie, chargé de mener, coordonner, recueillir et diffuser des études sur les répercussions des nanotechnologies sur les plans éthique, juridique, éducatif, environnemental et de l'emploi, ainsi que d'anticiper les problèmes y liés dans le but de prévenir d'éventuels effets négatifs.

5.1.6 Enfin, le cadre organisationnel prévu par la loi est complété par la mise en place d'un centre manufacturier relatif aux nanomatériaux, appelé à encourager, mener et coordonner les recherches sur les nouvelles technologies manufacturières, ainsi qu'à recueillir et diffuser leurs résultats dans le but d'en faciliter le transfert dans l'industrie américaine.

5.1.7 La loi fixe également, pour la période de 2005 à 2008, la dotation financière des principales agences et départements fédéraux tels que le NSF, le DOE, la NASA, et le NIST ⁽²⁴⁾.

5.2 L'annonce de l'initiative américaine NNI a entraîné de profonds changements dans la politique scientifique de recherche et de développement technologique des pays d'Asie et du Pacifique. Ceux-ci ont en effet décidé de faire jouer à la région un rôle phare dans le développement des nanotechnologies. Ces dernières sont devenues la «priorité des priorités» dans de nombreux pays d'Asie et du Pacifique, qui ont dépensé un montant global de plus de 1,4 milliard de dollars dans ce secteur en 2003. 70 % de ce montant concerne le Japon, mais des investissements importants ont également été consentis en Chine, en Corée du Sud, à Taïwan, Hong Kong, en Inde, en Malésie, en Thaïlande, au Vietnam, à Singapour, et bien entendu, en Australie et en Nouvelle Zélande.

⁽²⁴⁾ Les crédits financiers pluriannuels prévus par la loi du 3.12.2003 sont ventilés comme suit

- (a) **National Science Foundation**
 - (1) 385 000 000 dollars pour 2005;
 - (2) 424 000 000 dollars pour 2006;
 - (3) 449 000 000 dollars pour 2007;
 - (4) 476 000 000 dollars pour 2008.
- (b) **Department of Energy**
 - (1) 317 000 000 dollars pour l'année fiscale 2005;
 - (2) 347 000 000 dollars pour l'année fiscale 2006;
 - (3) 380 000 000 dollars pour l'année fiscale 2007;
 - (4) 415 000 000 dollars pour l'année fiscale 2008.
- (c) **National Aeronautics and Space Administration**
 - (1) 34 100 000 dollars pour 2005;
 - (2) 37 500 000 dollars pour 2006;
 - (3) 40 000 000 dollars pour 2007;
 - (4) 42 300 000 dollars pour 2008.
- (d) **National Institute of Standards and Technology**
 - (1) 68 200 000 dollars pour 2005;
 - (2) 75 000 000 dollars pour 2006;
 - (3) 80 000 000 dollars pour 2007;
 - (4) 84 000 000 dollars pour 2008.
- (e) **Environmental Protection Agency**
 - (1) 5 500 000 dollars pour l'année fiscale 2005;
 - (2) 6 050 000 dollars pour l'année fiscale 2006;
 - (3) 6 413 000 dollars pour l'année fiscale 2007;
 - (4) 6 800 000 dollars pour l'année fiscale 2008.

5.3 À partir du milieu des années quatre-vingts, le Japon a lancé différents programmes pluriannuels (5-10 ans) dans le secteur des nanosciences et des nanotechnologies. Si, en 2003, le programme de R&D pour les nanotechnologies et les matériaux a atteint les 900 millions de dollars, différents thèmes liés aux nanotechnologies sont toutefois également repris dans les programmes sur les sciences de la vie, l'environnement et la société de l'information, ce qui porte le montant total des fonds consacrés à ce secteur à quasiment 1,5 milliard de dollars pour l'année 2003, avec une augmentation d'environ 20 % pour 2004. Le secteur privé japonais est lui aussi bien présent, avec deux grandes entreprises comme Mitsui & Co et Mitsubishi Corporation. Les principales entreprises japonaises, telles que NEC, Hitachi, Fujitsu, NTT, Toshiba, Sony, Sumitomo Electric, Fuji Xerox et d'autres, investissent des montants considérables dans les nanotechnologies.

5.3.1 Dans le cadre de l'actuel plan quinquennal 2001-2005, la Chine a prévu d'investir quelque 300 millions de dollars dans les nanotechnologies. Selon le ministère chinois des sciences et des technologies, environ 50 universités, 20 instituts et plus de 100 entreprises sont actives dans ce secteur. Pour assurer une plate-forme adéquate de commercialisation des nanotechnologies, un centre d'ingénierie et une base pour l'industrie des nanotechnologies ont été créés, entre Pékin et Shanghaï. En outre, le gouvernement chinois a affecté 33 millions de dollars à la création du centre national de recherche sur les nanosciences et technologies, dans le but d'améliorer la coordination des efforts scientifiques et de recherche dans ce secteur.

5.3.2 En 2002, l'Académie des sciences chinoise (CAS) a mis en place le Casnec (centre d'ingénierie des nanotechnologies du CAS, pourvu d'une dotation financière globale de 6 millions de dollars). Ce centre est appelé à jouer le rôle de plate-forme afin d'accélérer la mise sur le marché des nanosciences et des nanotechnologies. À Hong Kong, les deux principales sources de financement des nanotechnologies sont le *Grant Research Council* et l'*Innovation and Technology Fund*, dont la dotation globale se monte à 20,6 millions de dollars pour la période de 1998 à 2002. Pour la période de 2003 à 2004, l'Université Hkust et l'Institut Polytechnique ont octroyé quelque 9 millions de dollars à leurs propres centres de nanotechnologies.

5.3.3 En Australie et en Nouvelle-Zélande, l'*Australia Research Council* (ARC) a doublé, en cinq ans, ses fonds destinés au financement de projets concurrentiels et projette la création de huit centres d'excellence, répartis dans les différentes régions et qui auront pour mission d'approfondir les thématiques relatives à la technologie des ordinateurs quantiques, à l'optique atomique quantique, au photovoltaïque, à la photonique avancée et aux systèmes optiques avancés.

5.3.4 De son côté, l'Institut néozélandais *MacDiarmid for advanced materials and nanotechnology* coordonne la recherche et la formation avancée dans les sciences des matériaux et nanotechnologies de la Nouvelle Zélande, en étroite coopération avec des universités et divers partenaires, dont l'*Industry Research Ltd* (IRL) et l'Institut de sciences géologiques et nucléaires (IGNS).

5.3.5 L'institut MacDiarmid axe plus particulièrement ses activités sur les secteurs suivants: nano-ingénierie des matériaux, optoélectronique⁽²⁵⁾, superconducteurs, nanotubes au carbone, matériaux légers et fluides complexes, systèmes sensoriels et d'image, nouveaux matériaux pour le stockage de l'énergie.

6. Observations générales

6.1 L'expansion importante des nanotechnologies à l'échelle planétaire, que ce soit en Amérique, en Asie ou en Océanie, indique que le moment est venu d'engager une action européenne organisée et coordonnée, qui garantisse le financement de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée aux niveaux communautaire et national, ainsi que la transformation rapide des résultats en nouveaux produits, procédés et services.

6.2 Toute stratégie commune au niveau européen devrait s'articuler autour des éléments suivants:

- le renforcement des efforts conjoints de RDT, de démonstration et de formation scientifique et technologique dans le cadre de la réalisation de l'Espace européen de l'innovation et de la recherche;
- l'amélioration de l'interaction entre l'industrie et les universités (recherche, éducation et formation avancée);
- l'accélération du développement des applications industrielles et multisectorielles et du contexte économique et social, juridique, fiscal et financier, dans lequel doivent s'inscrire les initiatives en matière de nouvelles entreprises et de profils professionnels innovants;
- la sauvegarde des aspects éthiques, environnementaux, relatifs à la santé et à la sécurité tout au long du cycle de vie des applications scientifiques, la prise en compte des relations avec la société civile ainsi que le respect des règles en matière de métrologie et de normalisation technique;
- le renforcement, au niveau communautaire, de la coordination des politiques, des mesures, des structures et des réseaux d'acteurs, de manière à maintenir et à augmenter le niveau de compétitivité actuel en ce qui concerne le développement scientifique et technologique et ses applications;
- la participation, dès à présent, des nouveaux États membres au processus d'étude et d'application des nanosciences, par le biais de mesures ciblées, de l'utilisation des ressources financières prévues par le FEDER et le FSE⁽²⁶⁾ ainsi que des programmes communs gérés avec des centres de recherche confirmés de l'UE⁽²⁷⁾

⁽²⁵⁾ Optoélectronique: technique qui réunit les disciplines de l'optique et de l'électronique. Elle étudie des dispositifs convertissant des signaux électriques en signaux optiques et vice-versa (lecteurs CD, systèmes laser, etc.).

⁽²⁶⁾ FEDER, Fonds européen de développement régional: l'un des fonds structurels qui, au sein de l'axe IV (systèmes locaux de développement), peut être activé pour financer des infrastructures et des machines destinées à la recherche. FSE, Fonds social européen, autre fonds structurel qui, au sein de l'axe III (ressources humaines), peut être activé pour financer la formation des chercheurs et le recyclage des entrepreneurs.

⁽²⁷⁾ Les cédéroms et les publications récentes de la DG Recherche donnent un aperçu complet des centres européens de recherche et de leurs spécialisations. Pour plus d'informations, consulter le site suivant: <http://cordis.lu/nanotechnology>.

6.3 La réalisation d'une masse critique élevée et une valeur ajoutée non négligeable devrait déboucher sur la réalisation et le développement d'une stratégie commune. Les entreprises manufacturières et de services, en particulier de petite taille, devraient à la fois pouvoir exploiter les résultats de ce type de stratégie pour développer leur capacité d'innovation et leur compétitivité et y contribuer en activant des réseaux d'excellence transeuropéens qui regroupent des universités, des centres de recherche publics et privés et des organismes financiers.

6.4 Le développement de cette stratégie doit être étroitement lié à celui de la société. Cela signifie qu'elle doit trouver sa principale justification dans la contribution importante qu'elle est susceptible d'apporter à la compétitivité de l'économie européenne basée sur la connaissance mais aussi et surtout, à la santé, à l'environnement, à la sécurité et à la qualité de vie des citoyens européens. Cela signifie aussi qu'il faut agir sur la demande en nanotechnologies de la part des citoyens, des entreprises et des organisations, parce que c'est surtout à cette demande qu'il faut donner des réponses concrètes.

6.5 Il y a lieu de mobiliser la société dans son ensemble grâce à un processus de développement des nanotechnologies qui soit transparent et sûr, de la phase de recherche fondamentale à l'application de ses résultats et de leur démonstration et transformation en produits et services innovants commercialisables. Ce processus requiert des accords clairs et compréhensibles pour tous les citoyens, qui démontrent que l'on est en mesure d'assurer le contrôle et l'évaluation constante des risques durant le cycle de vie complet des produits obtenus au moyen de ces technologies, y compris leur élimination.

6.6 À la différence de ce qui s'est produit lors de l'expansion récente d'autres technologies nouvelles, il y a lieu de mettre en place, dans le secteur des nanotechnologies, une relation positive entre la communauté scientifique et la société afin d'éviter tout obstacle à leur développement ou une stagnation de celui-ci.

6.7 Il est également essentiel de créer des infrastructures européennes qui se diffusent à l'échelle internationale et de développer de nouveaux profils scientifiques et universitaires pluridisciplinaires. Pour ce faire, il est indispensable de gagner la confiance des contributeurs et des décideurs politiques et de leur faire prendre conscience du potentiel positif que recèle la révolution nanotechnologique.

6.8 Aussi le développement des nanotechnologies constitue-t-il non seulement un défi intellectuel et scientifique majeur, mais également et surtout un défi pour la société dans son ensemble. En effet, des phénomènes dont les principes scientifiques sont connus à l'échelle macroscopique sont modifiés,

amplifiés, réduits ou éliminés à l'échelle nanoscopique, ce qui est susceptible d'avoir un impact, parfois radical, sur les applications, avec le développement de nouvelles techniques manufacturières, de nouvelles approches, de différents types de services et de nouvelles professions pour les gérer.

6.8.1 Cette rapide transformation impose une stratégie visant à former et/ou recycler un personnel d'encadrement qui soit capable de gérer la transition, de créer un nouveau management de ce type de processus, d'activer de nouvelles qualités professionnelles et d'attirer les meilleurs cerveaux à l'échelle mondiale.

6.9 Les perspectives financières de la Communauté pour la période 2007-2013, présentées récemment par la Commission, doivent être évaluées et remodulées à la lumière des défis que pose cette nouvelle révolution technologique. Le Congrès américain a approuvé un budget de plus de 700 millions d'euros pour la seule année fiscale 2004. D'après les estimations de la *National Science Fondation (NSF)*, l'agence gouvernementale américaine destinée à financer la recherche, en 2003, les différentes organisations gouvernementales de la planète ont investi pour des usages civils plus de 2 700 millions d'euros, ventilés comme suit:

- environ 700 millions d'euros aux États-Unis (auxquels il faut ajouter 250 millions gérés par le ministère de la défense, DoD);
- 720 millions d'euros au Japon;
- moins de 600 millions en Europe, y compris la Suisse;
- environ 720 millions d'euros dans le reste du monde.

6.10 La croissance mondiale de la production industrielle dans le secteur des nanotechnologies est estimée à quelque 1 000 milliards d'euros pour les dix à quinze années à venir, ce qui implique des besoins en ressources humaines nouvelles et qualifiées dans ce secteur supérieurs à deux millions de personnes.

6.10.1 La validité de l'axiome nanotechnologies = progrès pour la stratégie de l'emploi⁽²⁸⁾ se confirme sous cet angle également: le développement de la société de la connaissance s'apprécie en effet essentiellement à l'aune de la capacité à s'insérer, de manière consciente et visible, dans les nouveaux gisements de l'emploi et du progrès.

6.11 Si elle veut assurer le succès d'une stratégie communautaire dans ce domaine, l'Union européenne doit impérativement augmenter les ressources financières et humaines et renforcer leur coordination au niveau communautaire.

⁽²⁸⁾ Cf. Les processus de Luxembourg (1997), de Cardiff (1998), de Cologne (1999) et de Lisbonne (2000), sur le thème de l'utilisation du développement dans le but d'augmenter et d'améliorer l'emploi.

6.12 En Asie et en Amérique, une approche intégrée des différentes politiques qui concernent directement ou indirectement le développement de ce secteur s'est révélée indispensable pour appréhender de manière proactive les besoins en matière de nouvelles entreprises, de nouvelle formation et de nouveaux cadres juridique, réglementaire et de normes techniques.

6.13 Comme il ressort des nombreuses études menées jusqu'ici ⁽²⁹⁾, les nanotechnologies permettent de produire, de manipuler et de positionner des objets à l'échelle nanométrique (10⁻⁹) tout en assurant une approche technologique proactive sur une vaste échelle ainsi qu'à un prix concurrentiel en termes de production et de procédé.

6.14 À long terme, la science sera en mesure de fournir les instruments nécessaires à l'assemblage des nano-objets, de manière à former des systèmes complexes capables de réaliser des fonctions que les différentes composantes ne peuvent exécuter individuellement. C'est là un objectif lointain, dont le délai de mise sur le marché est encore incertain mais qu'il convient néanmoins de poursuivre grâce à des mesures de soutien appropriées.

6.15 Divers matériaux «intelligents» ⁽³⁰⁾ ont été réalisés et se trouvent déjà à la disposition des consommateurs:

- matériaux de longue durée pour les secteurs automobile et aérospatial,
- lubrifiants à haut rendement,
- nanoparticules permettant de réduire les frottements;
- traitement des surfaces de pièces mécaniques,
- Intelligent Stick, de très petite taille, dont la mémoire est de 1 000 MB ⁽³¹⁾,
- CD souples pouvant contenir plus de 20 heures de musique,
- tissus, céramiques ou verres à surface autonettoyante ⁽³²⁾,
- verres dont la transparence est réglable électriquement,
- verres hyperrésistants à la chaleur, y compris à des températures extrêmement élevées,
- tôles nanostructurées résistant aux rayures et à la corrosion,
- systèmes de diagnostic,

⁽²⁹⁾ Commission européenne, DG Recherche.

⁽³⁰⁾ Il s'agit de surfaces nanostructurées, qui présentent des caractéristiques différentes des surfaces traditionnelles.

⁽³¹⁾ Il s'agit d'outils extrêmement utiles qui permettent de mémoriser un nombre considérable de données, photographies et musiques.

⁽³²⁾ La manière particulière dont la surface est structurée, enrichie de types particuliers d'atomes, empêche la saleté et la poussière de venir directement au contact du tissu, de la céramique ou du verre.

— vernis spécifiques, adaptés à la protection des murs et des bâtiments,

— vernis antigraffiti pour les murs, wagons de chemin de fer et autres objets.

6.15.1 Outre les applications susmentionnées, de nombreuses nouvelles autres applications peuvent déjà être utilisées ou sont en cours de perfectionnement et feront bientôt partie de notre vie quotidienne. Elles représenteront une évolution et/ou révolution dans la «domotique» ⁽³³⁾ et contribueront à améliorer la qualité de vie des citoyens.

6.16 Grâce à la biomimétique, qui étudie la possibilité d'établir des interfaces entre circuits électroniques et tissus biologiques, l'on pourra, dans un avenir proche, redynamiser la vue et l'ouïe de personnes dont ces organes sont déficients.

6.16.1 Divers types de micromoteurs ⁽³⁴⁾ réalisés en laboratoire sont en mesure d'atteindre une cible prédéfinie, par exemple une cellule infectée qui doit être éliminée pour éviter de contaminer d'autres cellules. Actuellement, les interventions effectuées sur les cellules malades touchent également les cellules saines, de sorte que les organes sont souvent fortement endommagés.

6.16.2 La technique appliquée à la science est déjà en mesure de fournir de nombreux résultats concrets qui pourraient être utilisés directement dans notre vie quotidienne, même si les coûts restent malheureusement élevés. Pour que les nouvelles possibilités soient abordables, il faut en assurer la diffusion de sorte qu'elles deviennent notre patrimoine culturel à tous et permettent de modifier des procédures et des habitudes ancrées depuis très longtemps qui, la plupart du temps, entravent et retardent tout changement.

6.17 Les secteurs du textile, de l'habillement et de la cordonnerie sont en crise dans l'ensemble de l'Union européenne, notamment parce que leurs productions traditionnelles sont concurrencées par des produits provenant de pays qui ne respectent pas les normes fondamentales du travail et qui ne prennent pas en compte les coûts liés à la protection de l'environnement ni ceux qu'implique le respect de l'hygiène et de la sécurité sur le lieu de travail.

6.17.1 Les tissus intelligents et/ou techniques, conçus notamment à l'aide de poudres nanotechnologiques, gagnent de nombreux pays européens et connaissent une croissance de quelque 30 % par an. Parmi ces tissus, ceux conçus pour la sécurité sous tous ses aspects ⁽³⁵⁾ (sécurité routière, sécurité liée à la pollution, agents chimiques, produits allergènes, agents atmosphériques, etc.) jouent un rôle particulièrement important.

⁽³³⁾ Du latin domus, c'est-à-dire la science qui étudie l'évolution de l'habitation, sous tous ses aspects.

⁽³⁴⁾ L'Université de Grenoble a expérimenté de nombreux types de micromoteurs, à base de kinésine.

⁽³⁵⁾ Cf. Avis du CESE 967/2004 et études réalisées par les Universités de Gand et de Bergame (secteur textile).

6.18 Les nanotechnologies sont également en train de révolutionner la médecine, en particulier concernant le diagnostic et le traitement précoces de pathologies graves, tumorales ou neurodégénératives, liées au vieillissement. Des nanoparticules employées à bon escient peuvent être utilisées comme marqueurs pour diagnostiquer avec une grande efficacité des agents infectieux ou des particularismes métaboliques, ainsi que comme vecteurs de remèdes qui doivent être délivrés dans des zones ou des organes spécifiques, atteints de pathologies très localisées. Des systèmes de ce type dont déjà utilisés dans le cadre de différentes expériences.

7. Observations spécifiques

7.1 L'approche nanotechnologique des nouveaux matériaux consiste à créer de nouvelles fonctionnalités en utilisant des composants de dimension nanométrique. Les technologies de production et de transformation de matériaux durables et efficaces pour les secteurs automobile et aéronautique, dans lesquels l'Europe occupe une position avantageuse par rapport à ses principaux concurrents, en constitue un bon exemple. Il a été largement démontré que les systèmes nanostructurés peuvent réduire sensiblement le frottement entre deux surfaces qui sont en contact et, partant, leur usure.

7.1.1 A titre d'exemple, et certainement sans aucune exhaustivité, des différents champs d'application commerciale des nanotechnologies, on peut citer le développement de surfaces et de matériaux nanostructurés destinés à limiter le frottement et l'usure. Ces systèmes jouent un rôle essentiel dans le développement de nouveaux processus industriels extrêmement efficaces et ayant une faible incidence sur l'environnement. Environ 25 % de l'énergie utilisée dans le monde se perd dans des phénomènes de frottement⁽³⁶⁾ et l'estimation des pertes dues à l'usure de pièces mécaniques varie entre 1,3 et 1,6 % du produit intérieur brut (PIB) d'un pays industrialisé. Les coûts liés à des problèmes de frottement, d'usure et de lubrification sont estimés à quelque 350 milliards d'euros par an, répartis entre les secteurs suivants: transports de surface (46,6 %), procédés de production industriels (33 %), fourniture d'énergie (6,8 %), aéronautique (2,8 %), consommation domestique (0,5 %), autres (10,3 %)⁽³⁷⁾.

7.1.2 Il y a par conséquent lieu de créer de nouvelles plateformes technologiques sur la base d'approches qui tiennent compte de la spécificité des nanotechnologies et, en particulier, du fait que fonctions et dimensions coïncident, c'est-à-dire que le contrôle des dimensions coïncide avec celui des fonctions. **L'exemple de la lubrification est éclairant: si l'on insère des particules nanométriques de dimension appropriée dans une surface, il n'est plus nécessaire d'utiliser de lubrifiants parce que cette fonction est assurée par les nanoparticules, compte tenu des nouvelles dimensions.**

⁽³⁶⁾ Source: Laboratoires nationaux Oakridge, États-Unis.

⁽³⁷⁾ Ibidem.

7.1.3 Les matériaux et les revêtements nanostructurés, c'est-à-dire qui contiennent des composants de dimensions nanométriques, peuvent réduire sensiblement les pourcentages susmentionnés. Par exemple, une diminution de 20 % du coefficient de frottement de la boîte de vitesse d'un véhicule peut réduire de 0,64 à 0,80 % les pertes d'énergie, ce qui correspond à une épargne de 26 milliards d'euros par an pour le seul secteur des transports.

7.1.4 Le contrôle et l'ingénierisation des surfaces constitue une technologie-clé en vue de la réalisation d'une croissance durable. Le ministère du commerce et de l'industrie du Royaume-Uni a élaboré un rapport décrivant l'état de l'industrie liée à l'ingénierie de surface au cours de la période de 1995 à 2005 et en 2010⁽³⁸⁾. Il ressort de ce rapport que le marché anglais des procédés de modification des surfaces était d'environ 15 milliards d'euros en 1995, les biens produits se montant à quelque 150 milliards d'euros, dont 7 milliards liés au développement de technologies ayant pour but la protection des surfaces contre l'usure. Le rapport prévoit qu'en 2005, ce secteur représentera environ 32 milliards d'euros et les procédés industriels environ 215 milliards d'euros.

7.1.5 Si l'on projette ces chiffres sur le marché européen, l'on arrive à 240 milliards d'euros pour le traitement des surfaces, avec des retombées sur d'autres secteurs de production de l'ordre 1 600 milliards d'euros.

7.2 Pour tirer profit des nanotechnologies⁽³⁹⁾, le développement industriel doit pouvoir faire coexister des procédés manufacturiers et technologiques traditionnels (du haut vers le bas) et des procédés innovants capables de créer, de manipuler et d'intégrer de nouveaux composants de dimension nanométrique, dans des plates-formes existantes ou nouvelles.

7.2.1 Une approche fondée sur la gouvernance revêt une importance fondamentale. À côté de mesures générales en faveur des consommateurs, il serait opportun de développer des initiatives axées sur les organisations sectorielles, les administrations locales et les organismes non lucratifs, de manière à associer le tissu économique, politique et social dans son ensemble. À cet égard, les centres de compétence pourraient jouer un rôle important⁽⁴⁰⁾ en jetant les bases requises pour améliorer la coordination des initiatives locales et communautaires, en générant une culture favorable à l'innovation basée sur les nanotechnologies. Il y a également lieu d'inscrire dans ce contexte des initiatives visant à évaluer l'impact des nanotechnologies sur la santé et l'environnement, en mettant en relation les initiatives promues par l'UE (approche descendante) et d'autres initiatives définies et encouragées au niveau local (approche ascendante).

⁽³⁸⁾ A. Matthews, R. Artley et P. Holiday, 2005 Revisited: The UK Surface Engineering Industry to 2010, NASURF, Dera, 1998.

⁽³⁹⁾ N.B. l'on ne peut pas parler de développement industriel des nanotechnologies mais d'un développement qui tire profit de celles-ci.

⁽⁴⁰⁾ Cf. notamment l'expérience de Servitec, une société de services pour l'innovation technologique implantée à Dalmine (Bergame).

7.3 Le Comité économique et social européen est conscient, je tiens à le redire, du potentiel considérable que représente le développement des nanotechnologies et des nanosciences pour la réalisation de la stratégie de Lisbonne. Réunir les disciplines scientifiques autour d'une approche nanoscopique de l'unité matérielle de la nature permet de jeter de nouvelles bases en vue de l'intégration de la connaissance, de l'innovation, de la technologie et du développement.

7.4 Au niveau européen, la coordination demeure plutôt fragmentée, en dépit des avancées réalisées dans le contexte du sixième programme-cadre. Les efforts semblent concentrés sur la rationalisation de l'utilisation des ressources. Même si la recherche fondamentale et le développement de nouveaux procédés industriels bénéficient d'un soutien important, la promotion et le soutien d'actions destinées à faire progresser les technologies de production de masse restent insuffisants. Le soutien octroyé aux efforts visant à développer une gouvernance européenne est plus embryonnaire encore.

7.5 Si une coordination réelle au niveau des États membres est indispensable, elle fait toutefois encore défaut à ce jour, surtout au niveau de l'application de la recherche. Dans nombre d'États européens, les entreprises, surtout les PME, rencontrent notamment les difficultés suivantes:

- connaissances de base insuffisantes en ce qui concerne les nanosciences et les nanotechnologies,
- absence d'acteurs professionnels en mesure d'établir un lien avec les besoins des entreprises,
- incapacité à évaluer l'impact des nouvelles technologies en termes de processus technologique et de marché;
- difficultés à trouver et à évaluer des matières premières «nanostructurées»;
- incapacité à insérer les procédés nanotechnologiques dans les procédés de production traditionnels;
- difficulté à évaluer l'évolution du marché des produits «nano»;
- relations insuffisantes avec les universités et les centres d'innovation.

7.6 Le Comité considère qu'il est essentiel d'utiliser la recherche afin de créer des systèmes utiles dans les secteurs de la santé publique et de la vie quotidienne des citoyens, en s'inspirant toujours davantage du principe de l'imitation de la nature.

7.7 Le Comité se félicite de la création du réseau thématique «Nanoforum»⁽⁴¹⁾ et espère que ses publications seront traduites et diffusées dans tous les États membres. Le langage utilisé dans les publications doit être le plus simple possible et accessible à un large public. Les universités et centres de recherche devront avoir la possibilité d'utiliser les résultats de ce réseau thématique.

7.7.1 Par ailleurs, le Comité est convaincu que la «Plateforme pour la technologie européenne sur la nanoélectronique», proposée par le groupe de haut niveau⁽⁴²⁾ aura d'autant plus de succès qu'elle sera en mesure d'éviter, grâce à une étroite coopération avec la Commission, des chevauchements inutiles et coûteux en matière de recherche.

7.8 Le Comité est également d'avis que, d'ici à 2008, les investissements consentis par l'UE dans ces secteurs devront passer des actuels trois milliards d'euros par an à huit milliards, étant entendu que la Commission effectuera régulièrement des vérifications concernant les aspects suivants:

- l'augmentation des parts de marché;
- les investissements publics et privés destinés à la recherche;
- l'augmentation du nombre d'étudiants qui optent pour le secteur des nanotechnologies.

8. Conclusions

8.1 Le CESE souscrit pleinement aux conclusions du Conseil «Compétitivité» du 24 septembre 2004 sur le rôle important et les potentialités des nanosciences et des nanotechnologies. Il ressort des résultats obtenus jusqu'ici qu'il importe d'affiner les connaissances et de réaliser des outils qui permettent d'intervenir sur les atomes afin de produire de nouvelles structures et de modifier les caractéristiques des structures existantes.

8.2 À cet égard, le CESE recommande **le lancement immédiat d'une stratégie européenne commune, intégrée et responsable**, visant en particulier les objectifs suivants: le développement de forces associées en matière de R&DT; des manifestations et des formations scientifiques et technologiques; les interactions entre l'industrie et l'université; le développement accéléré des applications industrielles et multisectorielles; le renforcement de la «coordination ouverte» européenne des politiques, mesures, structures et des réseaux d'intervenants. Dans le cadre de cette stratégie, on devra en particulier garantir dès le départ, et pendant toute sa durée, également au niveau international, la défense des aspects éthiques, environnementaux, de santé et de sécurité, des applications scientifiques ainsi que la définition de normes techniques adaptées.

⁽⁴¹⁾ Le réseau Nanoforum est composé des organes suivants: Institute of Nanotechnology (RU), chargé de la coordination; UDI Technologiezentrum (DE); CEA-LETI (FR); CMP Cientifica (ES); Nordic Nanotech (DK); Malsch Technovaluation (NL).
<http://www.nanoforum.org/>.

⁽⁴²⁾ Cf. note précédente: rapport «Vision 2020», publié le 29 juin 2004.

8.3 Le CESE insiste particulièrement sur le fait qu'il est nécessaire **qu'une telle stratégie soit solidement ancrée au développement de la société** afin de contribuer positivement, non seulement à la compétitivité de l'économie européenne mais également et surtout à la santé humaine, à l'environnement et à la sécurité ainsi qu'à la qualité de vie des citoyens.

8.3.1 Le CESE souligne à cet égard l'importance de **garantir un développement responsable et durable des nanotechnologies, et ce dès leur stade initial**, afin de répondre aux attentes de la société civile en matière de justification, sur les sujets liés à l'environnement, à la santé, l'éthique, l'industrie et l'économie.

8.3.2 Le CESE recommande **d'augmenter de manière substantielle les moyens financiers destinés à la recherche fondamentale**, étant donné que l'excellence technologique et industrielle repose toujours sur l'excellence scientifique.

8.3.3 **L'objectif de 3 %⁽⁴³⁾ défini à Barcelone** devrait être atteint en consacrant une part adéquate des ressources aux nanosciences, au développement de leurs applications et à la convergence entre nano et biotechnologies, technologies de l'information et de la connaissance.

8.3.4 L'organisation des **perspectives financières communautaires pour 2007-2013**, proposée récemment par la Commission, devra être évaluée et reformulée en fonction des défis posés par cette nouvelle révolution nanotechnologique.

8.3.5 La probable augmentation des fonds doit se refléter dans l'attribution d'une dotation financière adéquate dans le prochain septième programme cadre. Le chiffre en question devra donc faire référence à ce qui est prévu dans d'autres pays, comme par exemple les États-Unis.

8.4 Le Comité est convaincu que l'Union devrait adopter **un plan d'action ambitieux, assorti d'une feuille de route et d'un calendrier précis, fondé sur une approche intégrée**. Ce plan devrait permettre de recueillir le consensus nécessaire de tous les acteurs de la société civile et de les rallier autour d'une **vision commune** caractérisée par des objectifs clairs et transparents permettant de satisfaire aux impératifs du progrès économique et social, de la qualité de vie ainsi que de la sécurité et de la santé de tous les citoyens

8.5 Le Comité estime qu'il y a lieu de créer des plate-formes technologiques qui présentent une masse critique élevée et une grande valeur ajoutée sur le plan européen, qui rassemble les intervenants publics et privés: scientifiques, industriels, financiers et administratifs travaillant dans les différents secteurs appliqués spécifiques.

8.6 Le Comité rappelle qu'il est urgent de **créer des infrastructures européennes de haut niveau, et d'augmenter le nombre des Centres de compétence (CdC)** dont l'implantation et la spécialisation devraient être décidées en étroite coopération entre les instances européennes et locales, de manière à sélectionner des zones industrielles homogènes spécialisées

⁽⁴³⁾ Les pouvoirs publics (des États membres et de la Communauté) et l'industrie devraient consacrer 3 % du PIB européen à la recherche et au développement.

localement dans une gamme de produits et menant déjà des activités de R&D qui présentent une certaine masse critique.

8.6.1 **Les Centres de compétence devraient être capables d'effectuer et de transférer des activités de recherche** de qualité ciblées sur l'application et l'innovation dans le secteur des nanotechnologies, spécialement dans des domaines tels que **la nanoélectronique, les nanobiotechnologies et la nanomédecine**.

8.7 En particulier dans un domaine aussi sensible, il est nécessaire de fournir des garanties et de protéger la propriété intellectuelle des chercheurs. Le Comité est convaincu qu'il est primordial d'apporter une solution claire et satisfaisante au problème des brevets si l'on veut garantir le succès de la recherche appliquée dans le secteur des nanotechnologies. Il estime donc nécessaire, dans l'immédiat, d'envisager la création à l'échelon européen d'un **«service d'assistance relatif aux droits de propriété intellectuelle» spécialisé dans ce secteur** pour répondre aux exigences des chercheurs, des entreprises et des centres de recherche.

8.8 En accord avec les États membres, la Commission doit intensifier ses efforts et encourager les universités et centres de recherche à réaliser des études pour que, en particulier dans un secteur aussi innovant, il soit possible de déposer des brevets moyennant une procédure simple et peu coûteuse.

8.8.1 S'agissant de la coopération internationale, les travaux portant sur la sécurité et sur la normalisation des mesures et des procédés devraient être renforcés en collaboration avec des pays tiers. Une attention particulière devrait être accordée à la Chine qui est en train d'accroître considérablement ses investissements dans le secteur des nanotechnologies. Par ailleurs, les États-Unis et le Japon mènent une politique très agressive dans ce secteur (comme le montre l'accord entre la Chine et l'État de Californie relatif au développement de centres d'excellence pour des nanotechnologies biomédicales).

8.8.2 Le Comité considère qu'il y a également lieu de consentir un effort supplémentaire, notamment à travers **l'initiative en faveur de la croissance** lancée en décembre 2003, **pour augmenter le nombre des entreprises de nanotechnologies** dans l'Union. À cette fin, il convient de dynamiser et d'améliorer sans cesse les relations entre universités, centres **nanotechnologiques** d'innovation et entreprises.

8.8.3 Des actions ont lieu, visant à développer des processus industriels fondés sur les nanotechnologies (de la nanotechnologie à la nanofabrication), pour les grandes entreprises comme pour les PME: l'exemple américain de développement d'un plan destiné à utiliser les programmes fédéraux tels que le «Small Business Innovation Research Program» et le «Small Business Technology Transfer Research Program» devrait être suivi en Europe si l'on veut encourager un vaste développement nanotechnologique dans l'ensemble du réseau des entreprises, y compris les plus petites.

8.8.4 Les associations sectorielles peuvent jouer un rôle non négligeable au niveau national et local. Certaines **actions de sensibilisation «intensive»** pourraient être encouragées conjointement par la DG «Recherche» et la DG «Entreprises», et **associer tous les intervenants économiques et sociaux**, sur le modèle positif de Trieste ⁽⁴⁴⁾.

8.8.5 Selon le CESE, la création d'un «Centre d'échange» ⁽⁴⁵⁾ européen de l'information pourrait représenter un mécanisme important sur le plan européen, en vue de faciliter:

- la commercialisation des nanotechnologies et le transfert de ces technologies et des nouveaux concepts dans les produits du marché et dans ceux du secteur militaire,
- la diffusion des meilleures pratiques réalisées par les universités et les laboratoires publics et privés, destinée à être traduites en utilisation commerciale.

8.9 À côté des plate-formes européennes, et en relation avec celles-ci, il conviendrait de créer des **plate-formes mondiales**, qui fassent référence aux États membres de l'ONU et soient en mesure d'aborder des **problèmes tels que**:

- les brevets,
- les règles éthiques,
- la gestion du consensus social,
- les aspects environnementaux,
- le développement durable,
- la sécurité des consommateurs.

8.10 Notamment par le biais de l'intervention concrète du **Fonds européen d'investissement (FEI)**, la **Banque européenne d'investissement (BEI)** devrait créer des lignes de crédit simplifié qui seraient gérées avec les instituts de crédit, les organes financiers régionaux spécialisés dans le crédit aux entreprises, les sociétés de capital à risque et les coopératives de garantie. Ceci faciliterait l'émergence et le développement d'entreprises dont la production est axée sur des produits nanotech.

8.10.1 Pour favoriser le développement de nouveaux produits basés sur les **nanotechnologies** ⁽⁴⁶⁾, l'on pourrait s'inspirer du **programme** «Croissance et Environnement» qui a donné d'excellents résultats par le passé, même si ceux-ci concernaient surtout le secteur environnemental.

8.11 La recherche et ses retombées sur les produits doit être définie principalement en tenant compte des exigences des citoyens et dans le respect du développement durable. Dans ce cadre, on devrait réunir les initiatives visant à **évaluer l'impact des nanotechnologies sur la santé et sur l'environnement**, en associant celles promues au niveau de l'UE (*approche de haut en bas*) à celles promues localement (*approche de la base vers le sommet*).

8.12 Il convient d'instaurer **avec l'opinion publique un dialogue** constant qui repose sur des bases scientifiques. Les nouvelles technologies qui découlent de l'utilisation des atomes doivent être transparentes et donner aux citoyens la certitude qu'elles ne comportent pas de risque potentiel pour la santé et l'environnement. L'histoire nous enseigne que les craintes et les réticences à l'égard des nouveaux produits sont souvent le fruit de l'ignorance plutôt que de la réalité.

8.12.1 C'est notamment pour cette raison que le Comité souhaite qu'une relation étroite et continue soit établie entre résultats de la recherche et **principes éthiques** universellement reconnus, pour lesquels un **dialogue international** sera nécessaire.

8.13 Principalement lors de la phase de mise en place et de développement des plate-formes technologiques ⁽⁴⁷⁾, il convient d'accorder une **attention** particulière aux **nouveaux États membres de l'Union européenne** afin de garantir qu'ils soient massivement représentés et étroitement associés aux centres d'excellence européens.

8.14 Le Comité considère que, dans le vaste secteur des nanosciences, la **coordination** de la recherche doit continuer de **relever de la Commission** — la recherche fondamentale devant quant à elle être du ressort du Conseil européen de la recherche, organe indépendant qui doit être créé à cet effet — laquelle, en accord avec le Parlement européen et le Conseil, peut garantir aux citoyens européens *une valeur ajoutée optimale* et notamment une utilisation plus étendue, détaillée et objective des résultats de la recherche.

8.15 Le CESE demande à la Commission de lui présenter tous les deux ans un rapport sur le développement des nanotechnologies, afin de vérifier l'état d'avancement du plan d'action adopté et de proposer d'éventuelles modifications ou actualisations.

Bruxelles, le 15 décembre 2004.

La Présidente

du Comité économique et social européen

Anne-Marie SIGMUND

⁽⁴⁴⁾ Nanoforum organisé à Trieste, en 2003, auquel ont participé plus de 1000 personnes.

⁽⁴⁵⁾ Cf. «Clearing House» dans la loi américaine sur les nanotechnologies de décembre 2003.

⁽⁴⁶⁾ Le programme «Croissance et Environnement», géré par le FEI en relation avec diverses institutions financières européennes, a contribué, à l'aide de cofinancements et crédits simplifiés, à améliorer les aspects environnementaux des micro, petites et moyennes entreprises.

⁽⁴⁷⁾ Cf. paragraphe 6.3.