

Cahier
d'acteur

1



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



NANOSCIENCES - NANOTECHNOLOGIES RECOMMANDATIONS COMMUNES

ACADÉMIE DES SCIENCES –

ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

Avril 2004

AVANT-PROPOS

Jean Dercourt

Secrétaire perpétuel
de l'Académie des sciences

L'Académie des sciences a reçu mission, par le Comité interministériel de la Recherche, de déterminer les points forts et ceux qu'il convient de développer ou de créer éventuellement au prix de structurations nouvelles ; elle s'est associée à l'Académie des technologies pour réaliser l'étude consacrée aux nanosciences et aux nanotechnologies.

La définition du champ à explorer a d'emblée exclu les sciences du vivant, qui ont été l'objet de nombreux rapports et pourront être reprises ultérieurement.

Six propositions d'action sont mises en évidence qui conduisent à constater la place spécifique d'un nouveau champ disciplinaire, très enraciné dans les disciplines existant antérieurement, et s'en enrichissant continuellement. Nous avons montré que ce thème porte des spécificités intellectuelles nécessitant des moyens d'étude très nouveaux et originaux, surtout eu égard à son étroite association entre sciences académiques, développements technologiques, réalisations industrielles et commercialisation.

Le rapport reprend cette association en développant séparément les aspects scientifiques actuels de chaque champ disciplinaire concerné :

- la chimie, présente au départ de toute élaboration contrôlée maîtrisant les interactions entre entités à toutes les échelles ;
- la physique, qui explique les structures élaborées à l'échelle du nanomètre et devient nanophysique lorsque le confinement change qualitativement le comportement ;
- la technologie, qui regroupe l'ensemble du savoir-faire à l'échelle nanométrique. Elle permet l'élaboration et l'utilisation de matériaux, composants et systèmes par la maîtrise de la matière à cette même échelle.

Dans un échange permanent de concepts, objets, savoir-faire, instrumentations, ces disciplines ont en commun, mais à des niveaux d'importance variables, deux approches : le top-down qui consiste à faire du « petit » à partir du « grand » sculptage de la matière et le bottom-up qui consiste à construire des objets par assemblages d'atomes, molécules, ou nanostructures.

Pour harmoniser, coordonner, renforcer cette osmose, le rapport préconise qu'une Agence Nationale des Nanosciences et Nanotechnologies (A3N) soit créée. Ce n'est pas la création d'un nouvel établissement pérenne, disposant de locaux propres et doté de chercheurs scientifiques et de techniciens spécifiques car

cela ne nous paraît pas être une hypothèse à retenir dans le paysage de la recherche française, complexe, peu lisible et dont l'efficacité est minorée par les frottements de la machine. En revanche, cette agence a vocation à s'effacer – ayant accompli son oeuvre – et les thématiques seront reprises par les établissements existants (universités, établissements publics de recherche ou établissements publics industriels et commerciaux et agences).

La mise en œuvre du rapport a été décidée par le Comité « Science et Technologie » de l'Académie des sciences. La partie III a été adoptée par l'Académie des technologies. Les auteurs relèvent de disciplines diverses, quelle que soit leur affectation professionnelle. Ce rapport a été, après son adoption par le comité RST, soumis à un groupe de lecture critique constitué de concepteurs, d'acteurs et d'utilisateurs de nanosciences et nanotechnologies, dont plusieurs membres ont exprimé un avis, un accord et/ou désaccord sur tel ou tel point du document. Ils sont publiés ici. Enfin, le rapport a été présenté à l'ensemble des membres de l'Académie des sciences.

RECOMMANDATIONS COMMUNES

1. Prendre l'initiative d'un grand programme

Pour donner au pays les meilleures chances d'aborder en bonne position les défis technologiques futurs, l'Académie des sciences et l'Académie des technologies considèrent qu'un ambitieux projet national de recherche sur les nanotechnologies est nécessaire. Il s'agirait d'un vaste programme destiné à mettre en place les infrastructures indispensables au niveau local et régional, encourager la recherche fondamentale dans le domaine des nanosciences et l'exploration de nouveaux concepts en nanotechnologies, favoriser la recherche exploratoire en vue d'applications ciblées et de la valorisation des innovations, et définir des objectifs stratégiques.

Recommandation 1 : lancer un programme majeur, interministériel, destiné à doter le tissu de recherches français d'une organisation et de moyens propres à assurer au pays une position de premier plan dans le domaine des nanotechnologies et de leur mise en œuvre au plan industriel.

2. Organiser la diversité

Pour assurer la cohérence d'une grande initiative « Nanotechnologies », une structure doit coordonner le programme entre les nombreuses institutions opérationnelles concernées, et dans certains cas attribuer directement certaines aides, en particulier pour les projets à forte composante interdisciplinaire, ou pour mettre en œuvre des moyens de fabrication. Cette instance, « l'Agence Nationale des Nanosciences et Nanotechnologies », devrait être créée pour une durée limitée, afin de mettre en place les moyens humains, matériels et organisationnels pendant la phase de lancement des nanotechnologies en France. Une telle instance devrait naturellement organiser une réflexion stratégique sur les évolutions du domaine, et publier régulièrement les objectifs identifiés et la stratégie mise en place pour les atteindre.

Recommandation 2 : créer une structure chargée de coordonner l'initiative nanosciences/nanotechnologies, et d'organiser une réflexion stratégique sur les objectifs à poursuivre ; évaluer régulièrement l'action de cette structure et ses procédures.

3. Apprendre à travailler ensemble

Pour que la recherche française s'engage résolument dans le domaine des nanotechnologies, il faut assouplir les structures actuelles et favoriser les regroupements des chercheurs et des équipes atteignant des masses critiques. Le caractère interdisciplinaire des nanotechnologies impose d'inciter les acteurs de la recherche à se regrouper au-delà des clivages traditionnels, et d'adopter des modes d'organisation nouveaux au sein et entre les institutions.

Recommandation 3 : favoriser les regroupements d'équipes interdisciplinaires et interorganismes au sein d'instituts fédératifs, dotés de crédits spécifiques et identifiables par des partenaires industriels : favoriser la création de groupements entre organismes et partenaires locaux pour gérer des infrastructures pour la nanotechnologie et leur personnel technique.

4. Mettre à niveau et généraliser les infrastructures indispensables

Pour permettre à la recherche française de trouver sa place dans la recherche européenne et auprès des industriels, au niveau scientifique et technologique qui doit être le sien, il faut disposer de moyens comparables à ceux des partenaires/concurrents. Les besoins en infrastructures nouvelles concernent en priorité des centres délocalisés de taille intermédiaire pouvant offrir aux équipes s'impliquant dans le domaine l'accès facile à un atelier de nano ou de microfabrication adapté à leurs besoins.

Recommandation 4 : lancer un plan d'équipements des universités et des établissements d'enseignement supérieur en équipements mi-lourds pour les nanotechnologies (infrastructures de niveau 2 ou 3).

5. Investir à bon escient

Pour permettre aux acteurs de la recherche nationale d'être compétitifs dans le domaine, il est essentiel de dégager les financements contractuels qui font défaut actuellement. L'aide doit être conduite de manière diversifiée, sous forme d'appels d'offres demandant aux laboratoires de s'associer (entre eux ou avec des industriels) pour attaquer tel ou tel « point dur », ou d'appels à propositions moins précisément ciblés, pour laisser émerger des projets originaux et innovants. Par ailleurs, une politique efficace de valorisation dans le domaine doit permettre aux « jeunes pousses » (start-up) de bénéficier d'un accès facile aux ateliers de micro et nanofabrication pour amorcer leurs activités (réalisations de démonstrateurs, prototypage).

Recommandation 5 : attribuer les crédits pour les projets et les infrastructures sur une base compétitive et contractuelle ; affecter une part significative des crédits contractuels au financement de projets ouverts (c'est-à-dire avec un objectif à l'initiative des proposant), de manière à bénéficier de l'investivité des acteurs de la recherche et de la technologie ; faire de la valorisation un critère d'attribution des infrastructures (en particulier pour favoriser l'émergence et mettre en place des procédures d'accueil pour les jeunes pousses).

6. Avoir une politique de moyens humains et de formation ciblée

Un des défis principaux, lorsque l'on veut lancer des nouveaux sujets, est celui des moyens humains. Les nanosciences et nanotechnologies doivent pouvoir être dotées en personnels permanents et en doctorants. Pour les personnels, les nombreux départs à la retraite dans les années à venir doivent donner lieu à un redéploiement thématique dont l'agence serait responsable. Pour les doctorants, l'agence devrait aussi

percevoir des moyens (allocations de recherche et bourses CIFRE) et les redistribuer, afin d'avoir un impact sur la formation, comme c'est le cas dans les actions contractuelles à l'étranger.

La recherche en nanosciences et nanotechnologies requiert souvent une approche transdisciplinaire. Cela ne signifie pas que la formation souhaitée soit généraliste, mais que les étudiants, doctorants et chercheurs aient des connaissances suffisantes dans d'autres disciplines que la leur pour pouvoir dialoguer et coopérer avec d'autres spécialistes. Il est donc souhaitable d'introduire en deuxième cycle des modules généralistes sur les autres disciplines et sur les nanosciences et nanotechnologies. En école doctorale, il faudra mettre sur pied les modules transdisciplinaires (par exemple : biologie moléculaire pour physiciens, techniques de mesure pour biologistes, biopuces pour physiciens, physique des composants électroniques pour chimistes, microfabrication pour biologistes, etc.).

Enfin, la formation en masse aux outils technologiques est essentielle, et accuse un retard certain dans notre pays. Il faut en particulier que les centrales technologiques de 1^{er}, 2^e et 3^e niveaux assument ce rôle.

Recommandation 6 : créer les enseignements de 2^{ème} et 3^{ème} cycle permettant de sensibiliser et former aux nanosciences et nanotechnologies. Mener une politique de moyens humains. Former aux outils modernes d'élaboration et de mesure.

7. Voir plus loin

Pour mener une politique cohérente, l'effort de prospective doit être continu, de façon à pouvoir orienter le programme et l'adapter en permanence aux sujets émergeant dans le domaine, qui est extrêmement mouvant. Il faut aussi confronter les savoir-faire continûment améliorés par les industriels – pour la miniaturisation par exemple –, aux nouveaux concepts et procédés issus de la recherche – l'auto-assemblage par exemple –. Pour permettre des interactions constructives entre les différents acteurs et assurer la pertinence des objectifs retenus, il semble essentiel d'impliquer des industriels dans la définition des objectifs stratégiques du programme. L'effort prospectif doit donc associer scientifiques, technologues, représentants des ministères et industriels.

Recommandation 7 : impliquer des industriels dans l'élaboration des objectifs stratégiques et dans leur actualisation.

Le rapport complet (Nanosciences - Nanotechnologies RST n°18 - Avril 2004) est publié aux éditions Tec & Doc Lavoisier.