

Analyse des risques et des intérêts potentiels associés aux nanotechnologies dans le domaine de la défense et de la sécurité

Jean Bourliaud, Jacques Durantet, Ariane Castel,
Jacques Lefebvre, Alain Munier
et Christian Ngô

Mars 2013



Cette Etude Prospective et Stratégique (EPS) a été réalisée par la société EDMONIUM, avec l'aide des sous-traitants ARMIR et CHLORODIA, pour la Délégation aux affaires stratégiques.

Afin de renforcer l'appréciation et l'anticipation des enjeux nationaux et internationaux de défense, la Délégation aux affaires stratégiques coordonne et met en œuvre une réflexion permanente à caractère prospectif. Elle fait appel à des études externalisées auprès d'instituts de recherche privés. Ces relations contractuelles s'inscrivent dans le développement de la démarche prospective de défense.

Une grande partie de ces études, commandée et pilotée par les différents organismes du ministère (Délégation aux affaires stratégiques, Etat-major des armées, Etats-majors d'armée, Délégation générale pour l'armement, Secrétariat général pour l'administration, etc.) est rendue publique et mise à disposition sur le site de la DAS : www.defense.gouv.fr/das.

AVERTISSEMENT : Les propos énoncés dans les études et observatoires ne sauraient engager la responsabilité de la Délégation aux affaires stratégiques ou de l'organisme pilote de l'étude, pas plus qu'ils ne reflètent une prise de position officielle du ministère de la Défense.

Sommaire

I. Champs de l'étude

- I.1 Le caractère pluridisciplinaire des nanotechnologies
- I.2 Risques sanitaires
- I.3. Les promesses des nanotechnologies pour la défense et la sécurité

II. Cadre réglementaire

- II.1 Préambule
- II.2 Contraintes d'ordre règlementaire
- II.3 Monopoles et brevets

III. Situation internationale et place de l'Europe

IV. Analyse de quelques pays

IV.1 Objectif et méthodologie

IV.2 France

- IV.2.a Données de base
- IV.2.b Mesures et actions
- IV.2.c Avoir les moyens de ses ambitions
- IV.2.d Publications et brevets
- IV.2.e Typologie des entreprises

IV.3 Allemagne

- IV.3.a Données de base
- IV.3.b Mesures et actions
- IV.3.c Secteurs prioritaires
- IV.3.d Evolution du nombre de brevets
- IV.3.e Typologies des entreprises

IV.4 Brésil

- IV.4.a Données de base
- IV.4.b Mesures et actions
- IV.4.c Secteurs prioritaires
- IV.4.d Le Brésil sur la scène internationale
- IV.4.e Evolution du nombre de brevets
- IV.4.f Typologie des entreprises

IV.5 Chine

- IV.5.a Données de base
- IV.5.b Mesures et actions
- IV.5.c Secteurs prioritaires
- IV.4.d Evolution du nombre de brevets
- IV.5.e Typologie des entreprises

IV.6. Corée du Sud

- IV.6.a Données de base
- IV.6.b Mesures et actions
- IV.6.c Secteurs prioritaires
- IV.6.d Programmes liés à la défense et à la sécurité
- IV.6.e Evolution du nombre de brevets
- IV.6.f Typologie des entreprises

IV.7 Etats-Unis

- IV.7.a Données de base
- IV.7.b Mesures et actions
- IV.7.c Secteurs prioritaires
- IV.7.d Programmes liés à la Défense et à la sécurité
- IV.7.e Evolution du nombre de brevets
- IV.7.f Typologies des entreprises

IV.8 Inde

- IV.8.a Données de base
- IV.8.b Mesures et actions
- IV.8.c Secteurs prioritaires
- IV.8.d Evolution du nombre de brevets
- IV.8.e Typologie des entreprises

IV.9 Indonésie

- IV.9.a Données de base
- IV.8.b Mesures et actions
- IV.8.c Evolution du nombre de brevets

IV.10 Israël

- IV.10.a Données de base
- IV.10.b Mesures et actions
- IV.10.c Secteurs prioritaires
- IV.10.d Evolution du nombre de brevets
- IV.10.e Typologies des entreprises

IV.11 Japon

- IV.11.a Données de base
- IV.11.b Mesures et actions
- IV.11.c Evolution du nombre de brevets
- IV.11.d Typologie des entreprises

IV.12 Royaume-Uni

- IV.12.a Données de base
- IV.12.b Mesures et actions
- IV.12.c Secteurs prioritaires
- IV.12.d Evolution du nombre de brevets
- IV.12.e Le Royaume-Uni sur la scène internationale
- IV.12.f Typologie des entreprises

IV.13 Russie

- IV.13.a Données de base
- IV.13.b Mesures et actions
- IV.13.c Secteurs prioritaires
- IV.13.d La Russie sur la scène internationale
- IV.13.e Evolution du nombre de brevets
- IV.13.f Typologies des entreprises

IV.14 Taïwan

- IV.14.a Données de base
- IV.14.b Mesures et actions
- IV.14.c Secteurs prioritaires
- IV.14.d Programmes liés à la défense et à la sécurité
- IV.14.e Evolution du nombre de brevets
- IV.14.f Typologie des entreprises

V. Conclusion

Annexes

Liste des abréviations

Bibliographie

Liste de annexe

Annexe 1 : Allemagne

Appendice 1 : Fraunhofer Alliance Nanotechnologie

Appendice 2 : Agences spécialisées et réseaux de compétences

Annexe 2 : Brésil, Système national de recherche et d'innovation

Annexe 3 : Corée du Sud

Appendice 1 : Répartition géographique des activités

Appendice 2 : Système national de recherche et d'innovation

Appendice 3 : Collaboration dans le secteur la R&D

Annexe 4 : Etats-Unis

Appendice 1 : Système national de recherche et d'innovation

Appendice 2 : Répartition géographique des activités

Appendice 3 : Liste des investisseurs

Annexe 5 : Royaume-Uni

Appendice 1 : Les instances impliquées dans les nanotechnologies au Royaume-Uni

Appendice 2 : Liste des investisseurs

Annexe 6 : Russie

Appendice 1 : La recherche en Russie

Appendice 2 : Instituts d'excellence en nanotechnologies

Appendice 3 : Valorisation de la Recherche Russe par Rosnanotech

Appendice 4 : Russia building its own "Silicon Valley"

Appendice 5 : Moyens financiers très importants pour la R&D, les Programmes Fédéraux Ciblés

Appendice 6 : Le programme ARCUS et le séminaire

Liste des illustrations

- Illustration 1. Zone d'interaction des matériaux avec les autres domaines de connaissance. Plus le cercle est grand, plus il y a d'activité.
- Illustration 2. L'approche « top-down » et « bottom-up ».
- Illustration 3. Différence entre les approches « top-down » et « bottom-up ».
- Illustration 4. Survol de quelques technologies ayant des applications duales pour la défense et la sécurité.
- Illustration 5. Financement public des nanotechnologies en Europe, USA et le reste du Monde.
- Illustration 6. Pourcentage des fonds alloués aux nanotechnologies.
- Illustration 7. Nombre de demandes de brevets par pays du déposant.
- Illustration 8. Nombre d'entreprises de nanotechnologies créées annuellement par le groupe leader.
- Illustration 9. Nombre d'entreprises de nanotechnologies créées annuellement par le groupe leader.
- Illustration 10. Spécialités (points verts) et activités transversales (points rouges) des trois centrales d'intégration technologique de Nano-INNOV.
- Illustration 11. Répartition des acteurs français pilotant un projet européen sur les nanotechnologies. Les chiffres en noir sur les épingles de fixation indiquent le numéro du département et la couleur de celles-ci la classe associée au nombre de projets.
- Illustration 12. Comparaison du nombre de publications et de brevets entre la France et la Corée du Sud. Reproduit du rapport Nano-INNOV, 2008.
- Illustration 13. Répartition des brevets déposés en Europe en 2011.
- Illustration 14. Brevets déposés en France entre 2000 et 2011.
- Illustration 15. Création de 66 entreprises de nanotechnologies en France de 1988 à 2011.
- Illustration 16. Typologie des 91 entreprises françaises recensées.
- Illustration 17. Typologie en pourcentage des entreprises françaises répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.
- Illustration 18. Compétences et capacités des entreprises françaises.
- Illustration 19. Diagramme du soutien des nanotechnologies en Allemagne en M€
- Illustration 20. Les brevets publiés en Allemagne entre 2000 et 2011.
- Illustration 21. Création de 143 entreprises de nanotechnologies en Allemagne de 1988 à 2011.
- Illustration 22. Typologie des 222 entreprises allemandes recensées.
- Illustration 23. Typologie en pourcentage des entreprises allemandes répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.
- Illustration 24. Financement de la R&D au Brésil.
- Illustration 25. Coopérations et investissements brésiliens à l'international.
- Illustration 26. Brevets publiés au Brésil entre 2000 et 2011.
- Illustration 27. Brevets publiés en Chine entre 2000 et 2011.
- Illustration 28. Création de 62 entreprises de nanotechnologies en Chine de 1988 à 2011.
- Illustration 29. Typologie des 75 entreprises chinoises recensées.
- Illustration 30. Typologie en pourcentage des 75 entreprises chinoises recensées.
- Illustration 31. Les 15 clusters nanotechnologiques les plus importants et leur taux de croissance.
- Illustration 32. Compétitivité de différents pays dans le domaine des nanotechnologies.
- Illustration 33. Les brevets publiés en Corée du Sud entre 2000 et 2011.
- Illustration 34. Création de 27 entreprises de nanotechnologies en Corée du Sud de 1988 à 2011.
- Illustration 35. Typologie des 41 entreprises coréennes recensées.
- Illustration 36. Typologie en pourcentage des entreprises coréennes.
- Illustration 37. Evolution du budget des agences fédérales pour le NNI par année fiscale.
- Illustration 38. Brevets publiés aux Etats-Unis entre 2000 et 2011.
- Illustration 39. Commercialized Nanotechnology with Potential Army Applications.
- Illustration 40. Création de 80 entreprises de nanotechnologies aux Etats-Unis de 1988 à 2011

- Illustration 41. Typologie des 119 entreprises américaines échantillonnées.
Illustration 42. Typologie en pourcentage des 119 entreprises américaines échantillonnées.
Illustration 43. Evolution des publications comportant au moins un auteur de nationalité indienne.
Illustration 44. Evolution des publications de l'Inde et des BRICS de 1998 à 2008.
Illustration 45. Secteurs prioritaires.
Illustration 46. Les Brevets publiés en Inde entre 2000 et 2011.
Illustration 47. Création de 22 entreprises de nanotechnologies en Inde de 1988 à 2011.
Illustration 48. Typologie des 29 entreprises indiennes recensées.
Illustration 49. Typologie en pourcentage des entreprises indiennes recensées dans les 10 domaines sélectionnés.
Illustration 50. Brevets publiés en Indonésie entre 2000 et 2011.
Illustration 51. Israel's Nanotech Priority Areas and Applications.
Illustration 52. Principaux partenaires commerciaux d'Israël.
Illustration 53. Brevets publiés en Israël entre 2000 et 2011.
Illustration 54. Création de 52 entreprises de nanotechnologies en Israël de 1988 à 2011.
Illustration 55. Typologie des 72 entreprises israéliennes recensées.
Illustration 56. Typologie en pourcentage des 72 entreprises israéliennes recensées.
Illustration 57. Prévisions de la taille du marché de produits des nanotechnologies (sur une base de production nationale).
Illustration 58. Brevets publiés au Japon entre 2000 et 2011.
Illustration 59. Création de 43 entreprises de nanotechnologies au Japon de 1988 à 2011.
Illustration 60. Typologie des 112 entreprises japonaises recensées.
Illustration 61. Typologie en pourcentage des 112 entreprises japonaises recensées.
Illustration 62. Les brevets publiés au Royaume-Uni entre 2000 et 2011.
Illustration 63. Coopérations et investissements britanniques à l'international.
Illustration 64. Création de 115 entreprises de nanotechnologies au Royaume-Uni de 1988 à 2011.
Illustration 65. Typologie des 158 entreprises du Royaume-Uni recensées.
Illustration 66. Typologie en pourcentage des entreprises du Royaume-Uni répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.
Illustration 67. Coopérations et investissements russe à l'international.
Illustration 68. Brevets publiés en Russie entre 2000 et 2011.
Illustration 69. Création de 12 entreprises de nanotechnologies en Russie de 1989 à 2011.
Illustration 70. Typologie sur les quinze entreprises russes recensées.
Illustration 71. Les 15 clusters nanotechnologiques les plus importants et leur taux de croissance.
Illustration 72. Les brevets publiés à Taïwan entre 2000 et 2011.
Illustration 73. Stratégie de développement des nanotechnologies à Taïwan.
Illustration 74. Création de 9 entreprises de nanotechnologies à Taïwan de 1988 à 2011.
Illustration 75. Typologie des 15 entreprises taïwanaises recensées.
Illustration 76. Organigramme du système fédérale brésilien.
Illustration 77. Evolution du nombre de publication au Brésil de 1990 à 2005.
Illustration 78. Principaux centres brésiliens de recherche en nanotechnologie.
Illustration 79. Réseaux financés en nanotechnology par Rede BrasilNano.
Illustration 80. Centres de recherche, réseaux et « user facilities » financés par le NNI en 2007.

Remerciements

Cette étude a été réalisée en exploitant de nombreux documents et sources d'information, mais aussi grâce aux échanges fructueux que nous avons eu avec beaucoup de scientifiques travaillant dans le domaine des nanotechnologies.

Nous avons eu l'opportunité de visiter le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Grenoble, et de discuter pendant 2 jours avec de nombreux scientifiques travaillant sur les nanotechnologies qui ont eu la gentillesse de nous présenter leurs travaux. Nous les en remercions beaucoup ainsi que Jean Therme, Pascale Berruyer, Bruno Million Frémillon et leurs collaborateurs qui ont organisé ces visites. Nous remercions également Jean-Philippe Bourgoïn, expert en nanotechnologies, Laurent Cruzet, expert de gros calculateurs pour la simulation et Philippe Aubert pour son aide sur toutes les thématiques abordées, pour les discussions enrichissantes que nous avons eu.

Le CEA de Saclay, qui a gracieusement mis à notre disposition un droit d'accès au serveur pour les recherches effectuées pour identifier les volumes de brevets déposés, au titre des nanotechnologies, pour les différents pays étudiés, mérite également d'être remercié.

I. Champs de l'étude

Cette étude, sollicitée par la Délégation aux affaires stratégiques (sous direction Politique et Prospective de défense) du Ministère de la Défense, vise à évaluer les orientations principales de la R&D et les acteurs industriels, en France ainsi que dans quelques pays, dans le domaine des nanotechnologies pour la défense et la sécurité. Elle s'appuie sur des données, des publications et des entretiens avec des scientifiques. Ce rapport essaye également de donner une vision prospective.

Les nanosciences et nanotechnologies sont l'ensemble des études ou procédés de fabrication, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle du nanomètre (nm). Elles sont pluridisciplinaires de nombreux domaines scientifiques. S'y rencontrent aussi bien la physique que la biologie. Elles peuvent potentiellement apporter de l'innovation de rupture qui permettrait aux pays qui les maîtrise d'être compétitifs économiquement ou militairement.

Plusieurs pays ont initié une recherche et développement dans le domaine des nanotechnologies. Peu d'entre eux sont capables de couvrir l'ensemble des sujets. Des collaborations sont donc souvent nécessaires entre les laboratoires de différents pays. La France contribue de manière significative aux avancées de ce domaine mais rencontre des difficultés à valoriser les résultats de ses recherches. Il est donc nécessaire d'identifier les acteurs susceptibles de nouer des collaborations avec les laboratoires français. Il est aussi important d'identifier les sujets stratégiques liés à la défense dont la France n'a pas la maîtrise mais pour lesquels il est difficile de trouver des partenaires pour diverses raisons.

En plus de la France, 12 pays ont été étudiés : Etats-Unis, Inde, Indonésie, Israël, Japon, Russie, Royaume-Uni, Taïwan, Brésil, Allemagne, Chine et Corée du Sud.

I.1 Le caractère pluridisciplinaire des nanotechnologies

Depuis quelques décennies, les microtechnologies ont envahi le monde des applications modernes (une cafetière électrique programmable contient plus de 10 000 transistors). Les nanotechnologies en sont une extrapolation à de plus petites dimensions. Le nanomètre représente un milliardième de mètre, soit 50 000 fois plus petit que l'épaisseur d'un cheveu ! C'est ce qui permet de se rapprocher de la taille d'un atome (0,1 nm).

On fabrique depuis longtemps de tels systèmes (les films minces protecteurs en sont un exemple). La nouveauté, depuis deux décennies, est de pouvoir manipuler et concevoir des objets, simples ou complexes, à l'échelle du nanomètre. Les nanotechnologies se distinguent par leur caractère pluridisciplinaire. En effet, elles rassemblent la chimie, la physique, la biologie et les techniques de l'ingénierie. Par exemple, les biomatériaux ont besoin de compétences en nanomatériaux et en sciences du vivant. Les nanomatériaux intelligents reposeront à la fois sur les nanomatériaux et les technologies de l'information, notamment des capteurs. Les médicaments intelligents ont besoin de compétences en sciences du vivant, en technologies de l'information et en nanomatériaux.

Les nanotechnologies constituent un champ à l'interface d'autres technologies. Elles génèrent de nombreuses problématiques mais sont également une source de nouvelles avancées techniques.

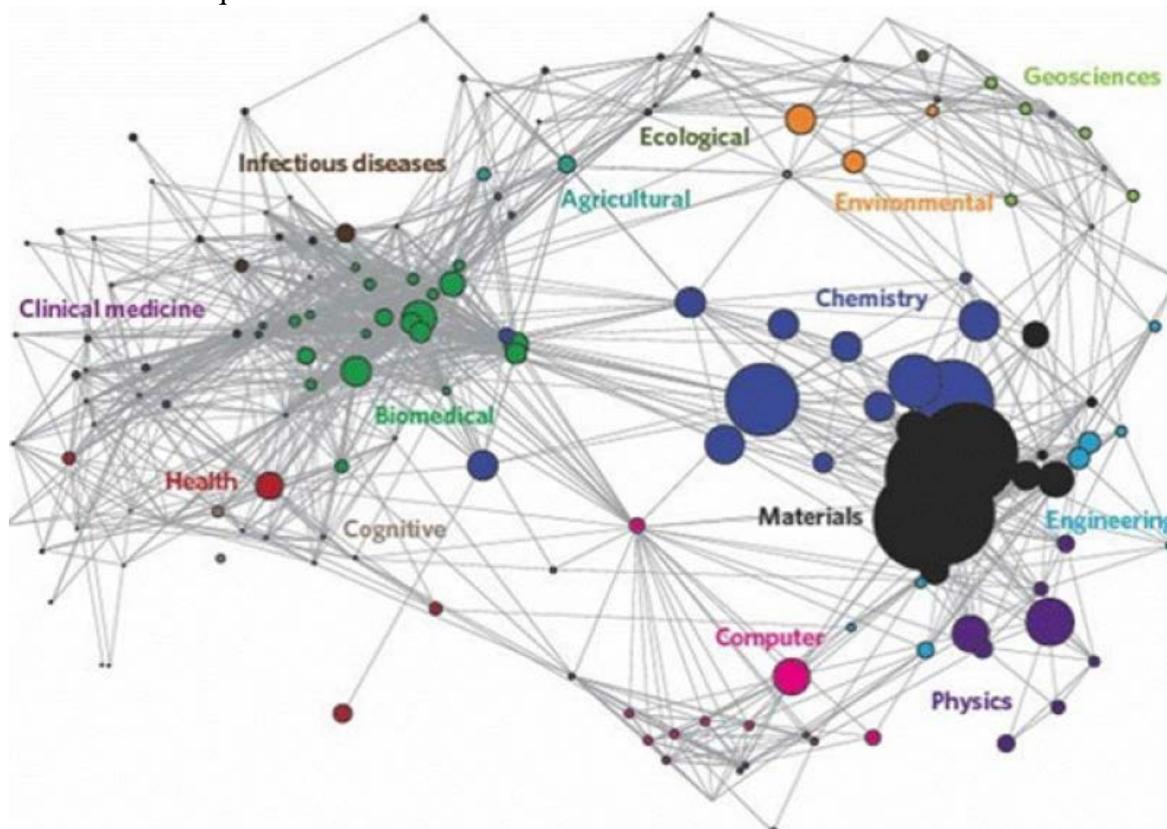


Illustration 1. Zone d'interaction des matériaux avec les autres domaines de connaissance. Plus le cercle est grand, plus il y a d'activité.

Source : Université de Rice, Etats-Unis, 2009.

L'engouement pour les nanotechnologies vient des nouvelles caractéristiques qu'elles confèrent aux matériaux. Plus un objet est petit, plus sa surface externe est importante par rapport à son volume. Les objets nanométriques sont caractérisés par un nombre d'atomes en surface identique au nombre d'atomes en volume. Les phénomènes de surface jouent donc un rôle désormais prédominant. A cette échelle, celle des atomes, les lois de la physique classique laissent la place à celles de la physique quantique. Par exemple, les forces de Van Der Waals (force de cohésion de la matière) prédominent sur les forces de gravité (la masse des nanoparticules étant extrêmement faible la gravité ne s'applique quasiment pas). Les nanoparticules ont donc des propriétés différentes par rapport à leurs équivalents macroscopiques, comme par exemple :

- un point de fusion plus élevé¹ ;

¹Lorsque l'on chauffe un solide, cela crée une agitation des molécules qui constituent ce solide. Quand l'agitation est suffisante, les forces de Van Der Waals qui assurent la cohésion du solide sont rompues. Les molécules restent en contact mais se séparent. Il n'y a plus de disposition régulière dans l'espace. C'est la fusion : on passe de l'état solide à l'état liquide.

- une meilleure conductivité (en fonction de l'angle d'enroulement du feuillet de graphite, le nanotube est soit un excellent conducteur d'électricité, soit un semi-conducteur) ;
- une résistance mécanique plus élevée (le nanotube de carbone est 100 fois plus résistant et 6 fois plus léger que l'acier).

Deux voies technologiques sont possibles pour fabriquer des nanosystèmes :

- La première est l'approche **top-down (voie descendante)**, qui consiste à découper, sculpter ou graver un matériau (par exemple, une plaque de silicium) pour en dégager des objets de taille nanométrique (pour produire par exemple des circuits intégrés par lithographie²) ;
- la seconde voie est l'approche **bottom-up (voie ascendante)** qui consiste à construire des objets ou des systèmes de taille nanométrique en les assemblant atome par atome. Un exemple de cette voie est la synthèse de dendrimères³.

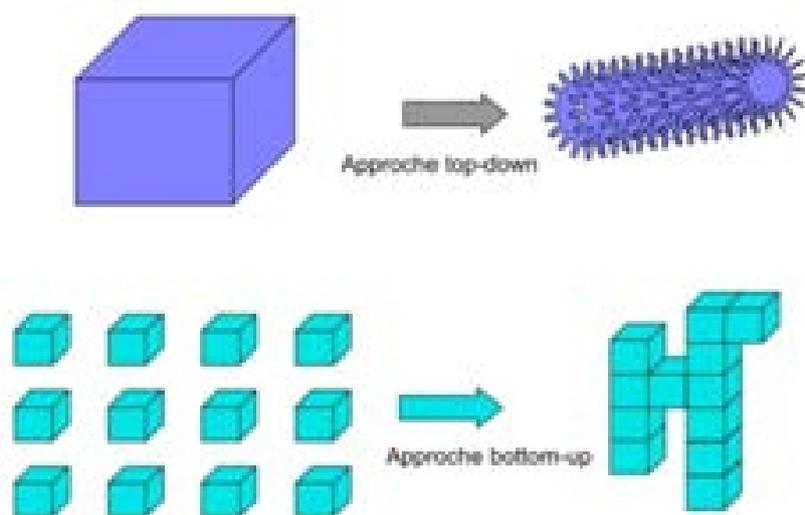


Illustration 2. L'approche « top-down » et « bottom-up ».

²La lithographie est le procédé d'impression d'une image sur une surface plane, utilisée notamment en électronique.

³Caractérisées par une structure tridimensionnelle, ces macromolécules de taille nanoscopique sont apparentées à des polymères hyperbranchés, où les monomères branchés sont associés selon un processus arborescent autour d'un cœur central multivalent. Elles adoptent, en général, une forme globulaire. En outre, la solubilité de ces macromolécules est plus importante que les polymères linéaires analogues.

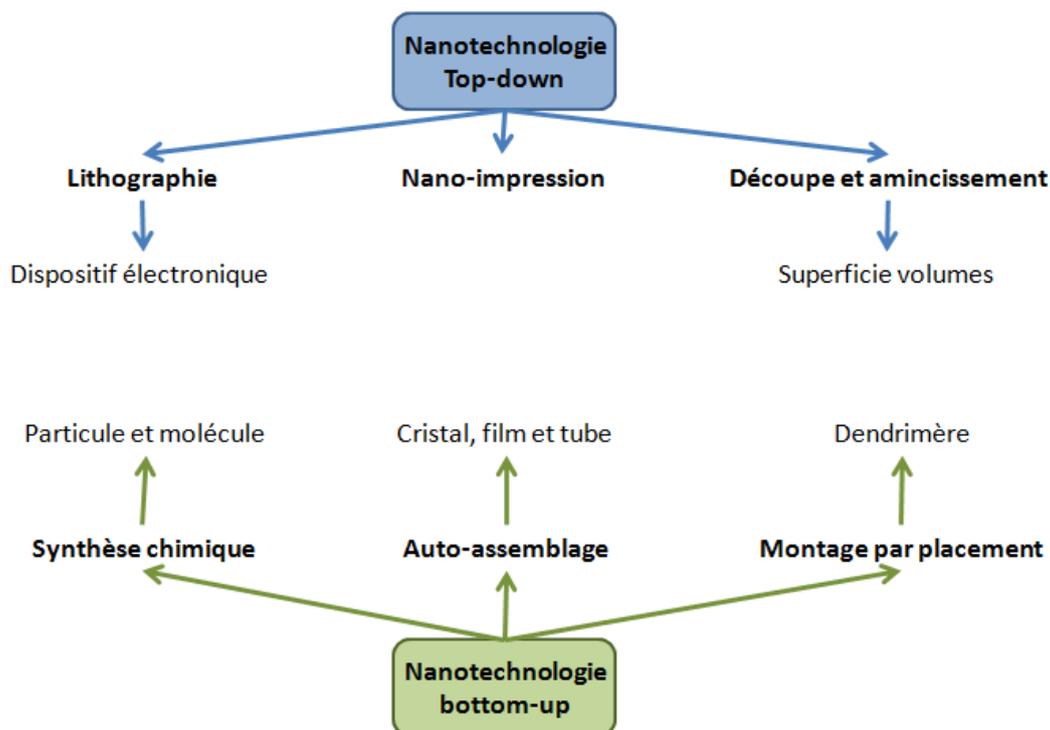


Illustration 3. Différence entre les approches « top-down » et « bottom-up ».

L'étude du nanomonde englobe :

- les **nanosciences**, qui étudient la composition de la matière, son assemblage et ses propriétés à l'échelle du nanomètre ;
- les **nanotechnologies**, qui correspondent aux techniques et outils utilisés pour étudier ces nouvelles propriétés de la matière et pour réaliser de nouveaux dispositifs, objets et systèmes qui les exploitent.

Pour beaucoup d'applications, des nanoparticules aux propriétés déterminées sont incluses dans une matrice, créant ainsi un matériau composite fonctionnel. Même s'il y a eu un engouement sur les applications potentielles des nanotechnologies, une grande partie des applications commercialisées se limite actuellement à l'utilisation d'une première génération de nanomatériaux. Cela inclut :

- les nanoparticules de dioxyde de titane dans les crèmes solaires, les cosmétiques et certains produits alimentaires ;
- les nanoparticules de fer dans le packaging alimentaire ;
- les nanoparticules d'oxyde de zinc dans les enduits extérieurs, peintures, et dans les vernis d'ameublement ;
- les nanoparticules d'oxyde de cérium intervenant comme un catalyseur de carburant⁴.

En 2007, on recensait 500 produits de consommation fondés sur des nanotechnologies, principalement dans le domaine de la santé et du sport, suivis par l'électronique et l'informatique.

⁴Brasil investe no nanomundo, *O Globo*, 3 mars 2011.

Les nanotechnologies ont un potentiel applicatif extraordinaire et sont un merveilleux laboratoire pour comprendre le monde à l'échelle nanométrique. Mais, pour qu'elles soient intéressantes au niveau des applications, il est nécessaire qu'elles donnent un avantage notable par rapport aux technologies existantes, soit du point de vue économique, soit du point de vue technologique. Ainsi, un nanodispositif s'imposera par rapport à un microdispositif :

- s'il apporte de nouvelles fonctionnalités,
- s'il diminue les coûts en offrant les mêmes fonctions,
- s'il accroît notablement les performances pour un coût égal ou un coût légèrement supérieur.

Beaucoup de nanotechnologies peuvent avoir des applications à la fois civiles et militaires si bien que ces deux domaines ont d'étroites connexions et présentent donc un caractère dual. L'utilisation de technologies civiles dans le domaine de la défense permet de diminuer les coûts, de réduire parfois l'obsolescence des systèmes avec des dispositifs ou systèmes à la pointe de la technologie. Le domaine de la défense irrigue aussi le domaine civil mais dans une moindre mesure que par le passé. Il présente toutefois l'avantage, par rapport au domaine civil, de pouvoir se projeter dans l'avenir en finançant des recherches qui, bien que n'ayant pas d'applications immédiates, sont néanmoins stratégiques pour l'avenir.

I.2 Risques sanitaires

Les nanotechnologies ont des avantages mais ne sont pas exemptes de risques pour ceux qui les fabriquent ou les utilisent. Il y a différents types de risques :

- La majorité des systèmes constitués de nanomatériaux ne font pas courir de risques particuliers à l'utilisateur lors d'une utilisation normale. Un risque peut toutefois apparaître, au niveau de la fabrication, si les nanoparticules ne sont pas parfaitement confinées pour éviter tout contact avec les opérateurs. Lors de la mise en œuvre de matériaux nanostructurés, en fin d'usage ou lors d'opérations de déconstruction, il existe aussi un risque de dispersion de nanoparticules. Pour la défense il peut y avoir aussi un risque lors de l'utilisation s'il y a dispersion de nanoparticules ; comme lors de l'utilisation de munitions qui en génèrent, par exemple.
- Dans certaines applications on utilise des nanoparticules et des adjuvants pour éviter leur agglomération. C'est le cas pour certains aliments, ou de crèmes à bronzer, contenant des nanoparticules de TiO_2 . À long terme, la garantie d'innocuité n'est pas complètement établie, surtout après de très longues périodes d'exposition.

I.3. Les promesses des nanotechnologies pour la défense et la sécurité⁵

⁵ Les chapitres I.1 et I.3 sont tirés de l'étude : « Perspectives de partenariats stratégiques entre la France et le Brésil en matière de nanotechnologies » d'Ariane Castel, Société Chlorodia, mai 2013.

S'il y a de nombreuses applications civiles possibles des nanotechnologies, la défense et la sécurité sont également concernées. Tout comme dans le domaine civil, quatre grands domaines ont, à terme, un gros potentiel d'applications : nanosources d'énergie, nanomatériaux, nanoélectronique, nanocapteurs.

Nouvelles menaces

Les nanotechnologies pourraient constituer une source de menaces nouvelles tant de la part de pays ou de groupes terroristes. Ces menaces peuvent être de nature chimique, biologique, radiologique (dispersion de produits radioactifs), nucléaire, ou à base d'explosifs difficiles à détecter.

Les nanotechnologies de vectorisation⁶ et la nanoencapsulation⁷ sont développées par l'industrie pharmaceutique pour cibler les médicaments, les agents de contraste d'image et par l'industrie cosmétique. **Malheureusement, dans le cadre de la fabrication d'arme non conventionnelles, les technologies qui sont développées afin d'améliorer l'administration de médicaments peuvent être utilisées pour la livraison des agents biologiques ou chimiques.** Les nanotechnologies pourraient faciliter la militarisation de d'agents biologique, toxine ou chimique en :

- Empêchant leur dégradation rapide dans l'environnement par l'air, le soleil ou la chaleur par exemple ;
- traversant les barrières naturelles du corps qui peuvent être un frein à l'entrée de l'agent toxique dans le corps (barrière hémato-encéphalique ou la barrière sang-tissu par exemple) ;
- assurant le transport et le ciblage de l'agent toxique vers des cellules ou des organes spécifiques, ce qui diminue les doses nécessaires pour atteindre la létalité et qui permettrait donc d'ouvrir des opportunités de nouveau supports tels que l'eau et les aliments ;
- facilitant la libération ou l'activation d'agents biologiques en quantité et en temps voulu ;
- rendant l'agent indétectable et non identifiable (en masquant les sites reconnus par les outils de détection).

Beaucoup de ces possibilités élimineraient les difficultés opérationnelles rencontrées lors de la fabrication de ces armes et pourraient donc les rendre plus facile à utiliser. De plus, les quantités produites de nanomatériaux ont augmenté considérablement au cours des dernières années et de grandes quantités sont maintenant disponibles sur le marché. Parallèlement, les

⁶Elles agissent en tant que transporteur de la molécule bioactive. Celle-ci est fixée sur ou incorporée dans les nanomatériaux (par exemple, certains polymères, nanotubes de carbone, nanoparticules inorganiques, etc.). Ceux-ci peuvent se lier aux récepteurs des cellules et y entrer. Cela améliore considérablement l'efficacité de la molécule bioactive.

⁷La molécule bioactive est contenue à l'intérieur d'une capsule. Cette technique assure la stabilité d'une molécule bioactive instable en permettant le transport ainsi qu'une libération chronométrée et contrôlée.

prix de ces matériaux baissent.

Les nanotechnologies représentent donc une nouvelle menace qui nécessite une adaptation de la réglementation et notamment des contrôle d'exportation.

Nouvelles opportunités

Heureusement, les nanotechnologies peuvent également améliorer les dispositifs de détection et de contremesures (détection des attaques nucléaire, radiologique, biologique, chimique et explosif-NRBCe ; ou neutralisation des dispositifs d'espionnage). La miniaturisation des nanodispositifs permet de développer des systèmes discrets de collecte d'information, de faible coût et consommant peu d'énergie. Il est impératif que les capteurs soient peu coûteux pour pouvoir être déployer largement. C'est à ce stade que les micro et nanotechnologies font la différence grâce à leur fabrication de masse qui réduit les coûts tout en augmentant la fiabilité et la portabilité du dispositif.

L'illustration 4 montre la correspondance entre quelques technologies et certains besoins de défense et de sécurité. Elle indique les sujets ayant des applications duales.

Ce schéma met en évidence la très forte dualité des nanotechnologies. Ainsi, les nanostructures métalliques (nanomatériaux) qui permettent d'alléger les missiles sont également utiles pour les véhicules, les avions ou les drones.

De plus, on remarque que la maîtrise d'une technologie comme les nanotubes de carbone ouvre à de très nombreuses applications : amélioration des performances des batteries, miniaturisation des antennes et des mémoires de stockage, augmentation de la sensibilité des capteurs et bien d'autres.

L'illustration met aussi en évidence que certaines capacités sont à l'intersection de divers domaines d'applications (comme les batteries et les matériaux). Les maîtriser impacterait de nombreux domaines.

Les nanomatériaux peuvent avoir des applications dans les systèmes de protection, soit comme renforcement ou blindage contre des projectiles, soit comme revêtement donnant une certaine discrétion électromagnétique lorsque certaines nanostructures sont employées.

La nanoélectronique, permet de fabriquer des composants plus miniaturisés, ce qui donne la possibilité d'accroître la redondance électronique des systèmes, et donc d'améliorer leur fiabilité.

Les sources d'énergie portables sont le point faible de la majorité de dispositifs nomades nécessitant de l'énergie pour fonctionner. Les sources d'énergie portables doivent avoir une grande densité d'énergie par unité de volume et de masse. Volume et masse ne vont pas toujours de pair. Par exemple, l'hydrogène qui est un vecteur énergétique dont on parle beaucoup, a une forte densité d'énergie par une unité de masse (33,3 kWh/kg, soit environ 3 fois celle de l'essence) mais une faible densité d'énergie par unité de volume (1 kWh/l à 350 bars, soit 10 fois moins qu'un litre d'essence). Les sources d'énergie doivent pouvoir se recharger rapidement, être puissantes, fiables et pouvoir résister à des conditions extrêmes comme la température, le rayonnement, etc.

Parmi les sources d'énergie visées, on peut citer les batteries réalisées avec de nombreuses technologies différentes. Il faut noter que les technologies Li-Ion ont pris aujourd'hui une grande importance grâce à leurs bonnes performances. Notons toutefois qu'il faut environ 5 kg de batterie pour disposer d'une énergie de 1 kWh alors que cette énergie est contenue dans 700 g d'essence.

Il est important d'associer à la technologie des batteries un « *power management system* » intelligent utilisant largement des composants électroniques miniaturisés afin d'en augmenter les performances, la durée de vie et la fiabilité pour des missions spécifiques. Les supercondensateurs sont aussi une technologie complémentaire pour fournir de la puissance tout en ayant un nombre de cycle d'usage pratiquement infinie comparée aux batteries.

Il existe un panel de technologies permettant de récupérer de l'énergie « fatale » : chaleur de l'environnement, vibrations lors de mouvements, lumière, etc. Ces technologies, bien qu'encore émergentes au niveau industriel, devraient se développer dans les décennies qui viennent. C'est par exemple le cas de la thermoélectricité qui demande de la nano-ingénierie pour atteindre des performances intéressantes pour des applications à bas coût.

La nanocatalyse est un domaine stratégique au niveau des procédés avec un fort impact économique, en diminuant les coûts et en améliorant la facilité ou le rendement des réactions, et permettant parfois de rendre possible industriellement des réactions qui ne l'étaient pas.



II. Cadre réglementaire

Dans cette section sera évoqué le cadre juridique actuel qui peut dans une certaine mesure impacter nos capacités industrielles et de défense, en pénalisant nos industries, notamment au niveau des exportations et des importations dans le domaine des nanotechnologies.

II.1 Préambule

Les pratiques actuelles de la recherche scientifique conduisent les chercheurs à publier et appliquer rapidement leurs découvertes, ce qui entraîne inéluctablement une diffusion des informations et un développement des produits qui précèdent toujours les restrictions que l'on peut vouloir leur imposer.

Le principe de prévoyance du XIXe siècle, qui s'appuyait sur la notion de chance ou de malchance liée à l'individu, a été remplacé avec Pasteur par le principe de prévention, reposant sur les estimations scientifiques de propagation des maladies dans des groupes humains. Le principe de prévention a lui-même été remplacé au XXIe siècle par le principe de précaution lorsque la société a mis en avant les incertitudes inhérentes à une connaissance du monde, fut-elle scientifique. Le principe de précaution, désormais partie intégrante de notre Constitution est à l'origine d'un sur-contrôle, parfois absurde, qui tend à s'appliquer à tout ce qui est nouveau, notamment aux nanotechnologies.⁸ Même si à l'heure actuelle, la réglementation concernant les nanotechnologies reste minime, il est à prévoir qu'elle se développera dans un futur proche.

Sur le substrat du principe de précaution, reposant finalement sur une incertitude quant aux effets des nanotechnologies, se superposent d'autres considérations, les unes économiques, les autres de défense, qui ont conduit à l'élaboration de normes qui imposent des règles à la circulation des informations et des biens les concernant. Nous examinons ici rapidement l'impact potentiel de cette réglementation en devenir sur notre capacité industrielle et de défense.

II.2 Contraintes d'ordre réglementaire

La législation internationale, européenne et nationale étant en constante évolution, nous pouvons relever trois types de motivations conduisant à la mise en place d'une législation spécifique aux nanotechnologies :

- La première motivation réside dans le souci de **protéger les populations et l'environnement** face à l'ignorance relative dans laquelle nous nous trouvons concernant la dangerosité de certains nanomatériaux, dont les effets pourraient se révéler désastreux à moyen ou long terme. Ceci a conduit à mettre en place, en application directe du principe de précaution, une réglementation européenne qui doit être transposée au niveau national.

⁸ Thérèse Leroux, *Le Principe de précaution et le questionnement que suscite la nanomédecine*, in Christian Hervé, Michèle S. Jean, Patrick Molinari, Marie Angèle Grimaud, Emmanuelle Laforêt, *La Nano-médecine. Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Ed. Dalloz, Paris, 2007.

Le décret 2012-232

En raison de l'ignorance relative à la dangerosité de certains nanomatériaux, le Ministère de l'écologie du développement durable, des transports et du logement a pris certaines mesures concernant la production, la distribution, et l'importation des substances à l'état nanoparticulaire (décret no 2012-232 du 17 février 2012). Ce décret d'application est la simple transposition dans la législation française du règlement européen 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006. Il fixe la quantité de nanoparticules au dessus de laquelle la déclaration est obligatoire à un seuil de 100 g.

- La deuxième motivation résulte de la volonté de contrôler la production et le commerce de nanomatériaux pouvant être utilisés à la **conception de moyens de défense**, d'attaque ou de protection, ou à des **fins terroristes**, et qui conduiraient nos partenaires ou nos adversaires à acquérir un avantage sur nos moyens nationaux, ou même à des groupes non étatiques à développer des moyens terroristes.
- Enfin, la troisième motivation vient de la **volonté économique de certaines groupes industriels internationaux** de garder pour eux les avantages financiers que leur procurerait la production et la vente de certains nanomatériaux ou des biens dérivés.

En regard de cette tendance d'élargir constamment la législation, on doit envisager les implications non souhaitées de la mise en place de la réglementation. En effet certains nanomatériaux pourraient se révéler primordiaux en nano-médecine, dans l'industrie pharmaceutique, dans le traitement de certaines maladies, ou dans leur application à la réduction des polluants chimiques. Sur le plan technologique et industriel, les nanomatériaux peuvent également être à l'origine d'évolutions majeures dans notre compréhension du monde ou le comportement de nos sociétés.

Plus spécifiquement, nous chercherons à éviter certains effets négatifs induits par une réglementation trop lourde. Par exemple :

- Les contrôles **ne devraient pénaliser ni la recherche fondamentale dans les universités, ni la R&D de nos industries**. En particulier, la réglementation ne devraient pas pénaliser la circulation de l'information, ni la circulation des biens nécessaires à cette recherche.
- Les contrôles **ne devraient pas pénaliser notre propre industrie de défense**, en interdisant, par exemple à nos industriels, toute exportation de certains produits, tout en ne leur accordant pas les contrats qui leur permettraient de vivre.
- Les contrôles **ne devraient pas restreindre l'expansion** de notre industrie civile, en compliquant les procédures de dérogation, ou en allongeant les délais de réponse de l'administration.

De manière pratique, la mise en place de réglementation se traduit de trois manières :

- Le contrôle se fait sur la base **de listes de biens**, qui peuvent être internationales, européennes ou nationales. Ces listes, basées sur une description aussi exacte que possible des biens à contrôler, devraient être amendées constamment, au fur et à mesure des évolutions techniques et de l'apparition de nouveaux matériaux.

- Il convient de définir également les **seuils de quantités de matières**, au delà desquels le contrôle s'applique. Là aussi, ces seuils devraient être ajustés au cours du temps en fonction des résultats des études d'impact.
- Enfin, il est nécessaire de mettre en place un **système de contrôle** permettant de vérifier que la législation est correctement appliquée. Cet organisme de contrôle devrait avoir la compétence technique et juridique pour analyser les demandes des industriels et leur octroyer le cas échéant l'autorisation nécessaire dans un délai raisonnable.

Contrôle des exportations et des importations des biens à double usage

Le contrôle des Biens à Double Usage

Les exportations et importations de Biens à Double Usage (BDU) sont très encadrées sur le plan de la législation. Les BDU sont les biens qui, suite à une définition internationale, font l'objet de restrictions et d'une surveillance à l'exportation car ils sont considérés comme pouvant servir à la conception et la fabrication d'armes conventionnelles, ou d'armes de destruction massive.

Ces listes sont établies au sein de forums internationaux tels que : Le NSG (Nuclear Suppliers Group - Groupe des Fournisseurs Nucléaires) pour les armes nucléaires, le MTCR (Missile Technology Control Group - Groupe de Contrôle de la Technologie des Missiles), l'AG (Australian Group - Groupe Australie) pour les armes chimiques et biologiques, et l'Arrangement de Wassenaar (Wassenaar Agreement, WA) pour les armes conventionnelles. Ces quatre listes sont concaténées au niveau européen et publiées dans le Règlement Européen N° 388/2012 du 19 avril 2012. La révision et la modification des listes de BDU dont l'exportation est soumise à contrôle est constamment modifiée et amendée pour tenir compte des avancées technologiques.

Le développement des nanotechnologies est fortement impacté par ces listes de contrôle. En effet, les dix catégories de biens du Règlement 388/2012, font presque toutes appel aux nanotechnologies, les plus évidentes étant les catégories 1 (Matériaux, Produits Chimiques, « Micro-Organismes » et « Toxines »), 2 (Traitement des Matériaux), 3 (Électronique) et 6 (Capteurs et Lasers).

Si l'on se concentre sur la catégorie électronique, qui inclut la fabrication des puces par lithographie, on constate que l'exportation des outils de mesure et de fabrication des puces est contrôlée, mais également l'exportation de certaines matières premières. Or, si nous contrôlons à l'exportation certains de ces biens, nos partenaires étrangers le font aussi, et ceci aura un impact direct sur certaines de nos importations.

Les nécessaires modifications des listes de biens contrôlés, impliquent pour notre administration, mais également pour nos industriels, de participer activement aux instances internationales ou européennes en charge du suivi technique et juridique, afin de défendre nos intérêts.

Evolution des stratégies de suivi des listes de contrôle

L'expérience montre que trois types de stratégies peuvent émerger au sein des forums internationaux.

- Une première stratégie vise à renforcer la non-prolifération et à combler les lacunes des listes en ajoutant certains items, et/ou en élargissant éventuellement les paramètres techniques des biens qui figurent déjà dans les listes.

- Une deuxième stratégie cherche au contraire à préserver l'industrie et le commerce, et à promouvoir un allègement des contrôles.
- Un troisième type de stratégie, s'emploie à alléger les contrôles sur les technologies devenues obsolètes et à renforcer le contrôle des technologies dont on est seul à détenir la maîtrise.

Il est à remarquer que les pays évoluent dans leur attitude en fonction de leur perception de la menace et de l'évaluation de leur commerce extérieur.

La tendance actuelle au sein de l'Arrangement de Wassenaar (WA), est de s'orienter vers un allègement général des contrôles, comme en témoigne le nombre de propositions de « décontrôle » qui représente environ les trois-quarts des propositions.

Il faut souligner cependant qu'il y a actuellement relativement peu de discussions sur les nanotechnologies au sein du WA.

Le NSG et le MTCR ne sont pratiquement pas concernés actuellement par des discussions sur les nanotechnologies. En revanche le Groupe Australie s'intéresse de très près à l'émergence des celles-ci. Des propositions allant dans le sens d'une réglementation des machines de fabrication des nano-fibres font par exemple l'objet de discussions.

Il est à souligner que si la Chine, déjà membre du NSG, ne cherche pas à participer à l'Arrangement de Wassenaar ni aux autres régimes, l'Inde au contraire essaie de se faire admettre comme participant aux quatre régimes de contrôle des exportations.

Au niveau de la Commission Européenne, il n'y a pas, semble-t-il actuellement de volonté de remettre en question la législation sur les BDU qui, rappelons-le, s'applique en droit directement dans chaque état de l'UE. Pourtant, un certain nombre d'anomalies subsistent⁹.

Certaines avancées, cependant, ont lieu au niveau de l'UE, comme par exemple la possibilité d'obtenir des licences d'exportation temporaires pour participer à des salons ou des foires.

Les autres organes internationaux de régulation

La CIAC¹⁰ et la CIAB¹¹ sont deux traités internationaux pouvant être éventuellement concernés par la réglementation des nanotechnologies. Ces deux Convention sont très différentes en ce qui concerne leur structure.

La CIAC dispose d'un organe de vérification (l'OIAC¹²) alors que la CIAB n'en a pas. En revanche, l'OIAC, à l'origine constitué pour appliquer la Convention d'Interdiction des Armes Chimiques (CIAC), n'a, dans le champ de son mandat, que la vérification de la destruction des armes chimiques existantes. Elle ne peut donc pas s'intéresser aux nanotechnologies, ni à leur éventuelle utilisation dans le cadre d'une application de défense.

La CIAB pourrait en revanche se saisir du dossier des nanotechnologies, mais ne dispose d'aucun système de vérification. De plus, la définition même des nanotechnologies dans le

⁹ Le traité de l'UE fait obligation à chaque pays membre d'appliquer les contrôles à l'exportation des BDU, alors que certains pays membres ne participent pas à certains régimes.

¹⁰ Convention pour l'Interdiction des Armes Chimiques.

¹¹ Convention sur l'Interdiction des Armes Biologiques.

¹² Organisation pour l'Interdiction des Armes Chimiques

cadre de leur application à la biologie pose de nombreux problèmes. Peut-on par exemple définir les nanomatériaux à partir de leur taille (inférieure à 100 nm), ce qui inclurait certains organismes comme les plus petits virus, ou doit-on au contraire se limiter aux matériaux inertes ? Les applications potentielles des nanotechnologies à la biologie sont potentiellement très nombreuses, y compris dans le domaine de la défense¹³.

Sur le plan législatif, il semble bien que la rapidité de développement des nanotechnologies, qui se mesure en mois, se révèle incompatible avec l'émergence d'une législation, dont la mise en place se mesure en années de débats juridiques. C'est la raison pour laquelle, dans le domaine de la nano-médecine, certains juristes préconisent, avec la Déclaration d'Helsinki, de se tourner plutôt vers des recommandations et un code de bonne conduite, c'est-à-dire vers une « *soft law* », moins contraignante, et beaucoup plus souple, qui a certes des inconvénients mais se révèle, à l'usage, plus adaptée à cette nouvelle situation.

II.3 Monopoles et brevets

La volonté de monopole de certains de nos partenaires étrangers, la spécificité de la procédure française de dépôt de brevets, et la relative passivité de nos entreprises, pourraient nous faire rapidement perdre le bénéfice des sommes consacrées à la recherche et au développement, qui permettent à nos industries d'innover, de développer, de manufacturer, de transformer et d'exporter dans le domaine des nanotechnologies.

- **Une tendance au monopole par certains pays :**

Ces dernières années ont vu l'émergence d'un quasi monopole chinois sur certains composants électroniques ou sur certaines matières premières. En particulier, ce pays contrôle désormais plus de 40 % de la fabrication des microprocesseurs dans le monde.

- **Une insuffisance du nombre des brevets déposés en France :**

La faiblesse du niveau des brevets déposés en France est liée en partie à la complexité et à la diversité des législations concernant les brevets dans les différents pays européens. Même si une procédure de dépôt de brevet européen a été mise en place à Bruxelles, cette procédure ne remplace pas les procédures nationales, les demandes de brevets devant être déposées dans chaque pays européen dans lequel on souhaite être protégé. La France a en outre la particularité que le déposant d'un brevet ne peut pas s'adresser directement à Bruxelles. Ceci explique la difficulté qu'il y a à séparer, dans le cas de notre pays, les brevets déposés en France par nos compatriotes des brevets déposés en France par les étrangers.

A ceci se combinent un certain nombre de faiblesses inhérentes aux réglementations européennes et françaises, ainsi qu'à notre structure nationale de contrôle des exportations qui, elles aussi peuvent avoir une influence négative sur notre capacité à exporter dans ce domaine.

Conclusion

¹³ On pourrait citer, par exemple, leur utilisation pour la dispersion ou la diffusion d'agents biologiques, ainsi que le ciblage de certaines zones du corps.

La réglementation, sur le plan général, impose certaines contraintes à la recherche et au développement des nanotechnologies, contraintes actuellement peu importantes au niveau international, mais dont il est à prévoir qu'elles se développeront dans les années à venir.

La définition d'une stratégie nationale à long terme de développement de certaines filières, qui va de pair avec des financements publics devant répondre à des contraintes agréant l'ensemble des acteurs ministériels, semble être le facteur essentiel de développement des nanotechnologies.

A cette stratégie nationale, s'opposent l'émergence de monopoles dans le domaine des matières premières et des composants, la relative faiblesse des brevets déposés, l'obsolescence de certains produits devenus interdits en raison d'une évolution constante de la législation, le gap technologique qui s'accroît avec certains de nos partenaires, et qui peuvent pénaliser l'industrie.

III. Situation internationale et place de l'Europe

Beaucoup de pays investissent aujourd'hui dans les nanotechnologies car ils pensent qu'elles seront source de richesse et d'emplois dans le futur. On constate que ce domaine se développe de manière irréversible sur toute la planète. Le pays qui ne suit pas le mouvement sera vite dépassé et dépendant d'autres avec le danger qu'il ne puisse pas accéder à certaines technologies ou seulement dans un mode dégradé. Cela peut être particulièrement pénalisant dans le domaine de la défense et de la sécurité. Une dépendance de l'étranger peut imposer des restrictions d'usage, donc des restrictions d'action ainsi que des lenteurs ou blocages pour toute modification.

Les nanotechnologies sont un domaine émergent mais stratégique dans lequel chaque pays doit trouver sa place compte tenu de ses moyens et de ses capacités. D'où l'importance de connaître les positions des états au niveau international.

La moindre proportion des développements industriels par rapport aux efforts de recherche de base n'est pas propre à la France.

L'illustration suivante montre qu'alors que l'Union Européenne produit 33% des publications mondiales dans le domaine des nanotechnologies, elle ne contribue que pour 15% aux produits finaux, c'est-à-dire ceux qu'achètent le consommateur. L'Europe est très bonne en termes de publications en recherche fondamentale mais mauvaise en matière de commercialisation de ses idées.

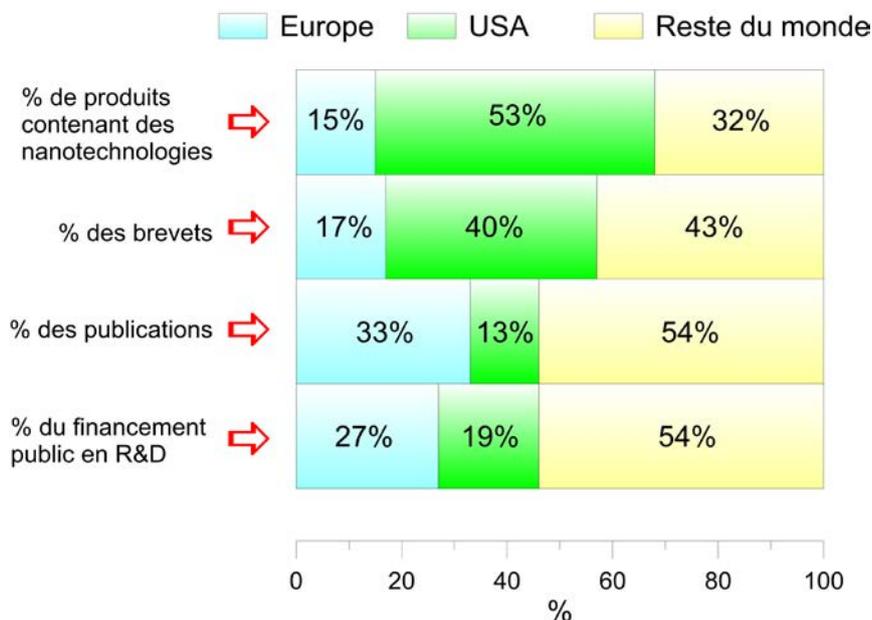


Illustration 5. Financement public des nanotechnologies en Europe, USA et le reste du Monde.

Source : figure 8 du rapport « High-level Expert Group on key Enabling Technologies.

La plupart des pays hors Europe ont pour principal objectif de valoriser leur recherche fondamentale en applications et produits. Toutefois ce sont les pays asiatiques qui utilisent le plus leurs fonds publics de R&D pour le développement comme le montre l'illustration 6 comparant les USA, la Chine et la Corée du Sud. Alors que 48% des fonds de R&D des USA sont consacrés à la recherche appliquée et 28% au développement, la Chine en consacre respectivement 32% et 58%, et la Corée du Sud 32% et 44%.

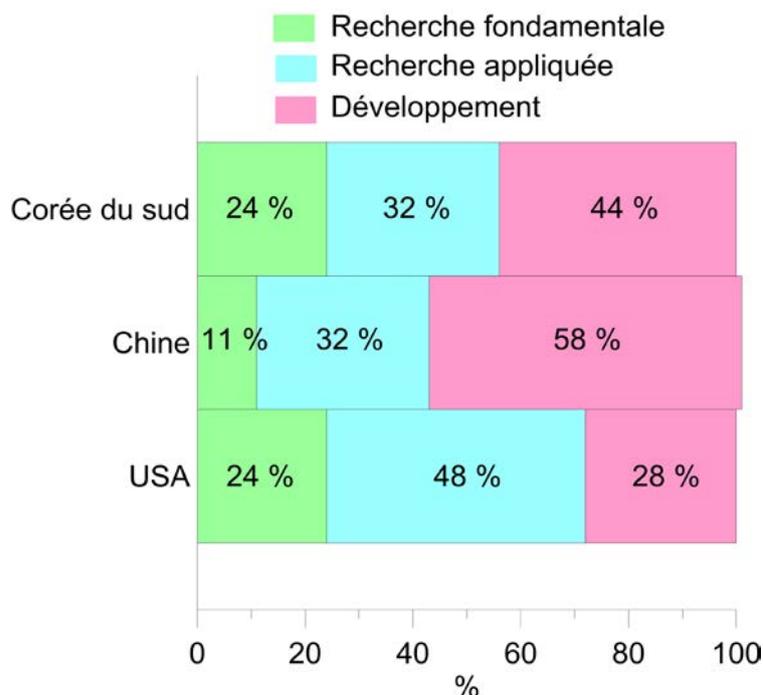


Illustration 6. Pourcentage des fonds alloués aux nanotechnologies.

Source : Key Science and Engineering Indicators, National Science Board, 2010 Digest, NSF, <http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/>, OCDE La France

IV. Analyse de quelques pays

IV.1 Objectif et méthodologie

Nous avons cherché à identifier, pour l'ensemble des 13 pays (dont la France) considérés dans cette étude, des compétences scientifiques et technologiques, ainsi que des capacités industrielles dans divers secteurs où les nanotechnologies sont présentes, qui aideraient à répondre à des besoins français relevant d'applications aussi bien au niveau militaire que sécuritaire.

La méthodologie retenue a porté sur plusieurs paramètres liés aux capacités et ressources d'une nation sur ce sujet :

- l'identification des initiatives dans le domaine des nanotechnologies
- Identification des programmes et le montant de leurs financements. Identifications des programmes spécifiques au domaine militaire
- le nombre de centres de recherche publics
- le nombre de publications
- le nombre de brevets déposés
- le nombre de sociétés ainsi que leur importance dans le domaine des nanotechnologies
- l'existence et importance du capital risque

Sources utilisées

La collecte des données s'est appuyée essentiellement sur les quatre axes suivants:

- **Identification des volumes de brevets déposés, au titre des nanotechnologies, pour les différents pays étudiés :**

Afin de contribuer à situer le niveau scientifique et technique dans les différents domaines liés aux nanotechnologies pour les pays étudiés, notre recherche a été basée sur le nombre de brevets déposés entre 2000 et 2011¹⁴. La pertinence et l'exhaustivité des résultats dépendent du choix des termes retenus pour la recherche, celle-ci pouvant porter sur différents critères. Compte tenu de la diversité des notions recouvertes, le choix retenu a été de faire porter la recherche sur :

- les mots commençant par « nano » dans le titre ou bien l'abrégié,
- les codes de classement : B82B, B82Y et H01F-41/30 de la classification internationale des brevets, codes correspondant aux rubriques : « Nanotechnologie » et « Appareils ou procédés pour appliquer des structures nanométriques »,

¹⁴ La recherche a été effectuée sur le portail de propriété industrielle du serveur QUESTEL-ORBIT qui permet d'accéder à la quasi-totalité des brevets déposés dans le monde, dont les pays qui nous intéressent. Le CEA, qui a gracieusement mis à disposition un droit d'accès au serveur pour les recherches effectuées, mérite d'être remercié.

- le code de classement 977 (classe principale et additifs) de la classification américaine des brevets en nanotechnologie.

- **Utilisation systématique de la base de données spécialisée Nanowerk :**

Cette base, présente l'intérêt de se situer à l'échelle mondiale et de bénéficier de mises à jour fréquentes. Ce site, ouvert en 2005, basé aux USA, est principalement financé par les abonnements des entreprises partenaires. Selon notre estimation, ceci ne représente qu'une certaine part des entreprises réellement existantes. Nous admettons que cette couverture limitée ne remet pas en cause l'analyse par secteurs d'activités, d'autant qu'une liste complémentaire d'entreprises a pu être intégrée dans le processus d'analyse. Il ne semble pas, par ailleurs, que des biais sectoriels qui privilégieraient la présence de tel ou tel secteur d'activité aient été particulièrement introduits.

- **Recherche d'informations sur Internet :** elle s'est effectuée en fonction des pays et des thèmes d'intérêt identifiés, afin, notamment, d'étoffer la base de données précédente. Par exemple, site « company data rex », l'équivalent d'Infogreff, a été utilisé pour la Royaume-Uni ; le site « MATIMOP – The Israel Industry Center for R&D » a été utilisé pour l'Israël ; le site « made in china », qui référence les entreprises chinoises désirants commercialiser ces produits à l'étrangers, a été utilisé pour la Chine, etc.

- **Prises de contacts avec des experts,** au fur et à mesure de la progression de l'étude, ayant permis d'apporter des compléments d'informations sur certains pays, notamment la France, l'Allemagne et Israël.

Extraction de l'information

Concernant les brevets, nous avons extrait, à partir de l'équation de recherche précédemment indiquée, pour chacun des pays et pour chaque année :

1. le nombre des publications de demandes de brevets par pays du déposant¹⁵,
2. les demandes déposées auprès des offices de brevets des pays concernés, qui regroupent celles des organismes autochtones¹⁶ et celles émanant de laboratoires et d'industriels étrangers déposant dans les pays considérés,
3. la part correspondant aux organismes autochtones¹⁷.

Concernant les entreprises, une indexation globale a été réalisée pour chaque pays, s'appuyant sur 14 domaines d'activité où les nanotechnologies sont impliquées à des degrés divers.

- **(Produits chimiques)** [photocatalyse, pigments, chimie verte]
- **(Produits de base)** [nanopoudres, nanotubes]

¹⁵ Toutes procédures de dépôt prises en compte : offices nationaux, office européen, office mondial.

¹⁶ Laboratoires et industriels.

¹⁷ Laboratoires et industriels.

- **Bâtiment** [matériaux de construction (verres, isolants, peintures, protection contre l'usure), béton (accélérateur de durcissement, imprégnation, mortier de réparation, ...), acier]
- **Energie** [distribution d'énergie (transfert de chaleur, ...), production d'énergie (combustibles fossiles, piles à combustibles, turbines à gaz, cellules solaire, éoliennes, ...), stockage d'énergie (énergie électrique, batteries, super condensateurs, ...), utilisation de l'énergie (émission de lumière, ...)]
- **Environnement** [capture du carbone, filtration (eau potable, ...), assainissement (décontamination, gestion des déversements d'hydrocarbures,...), traitement des eaux usées]
- **Agroalimentaire** [emballage alimentaire (matériaux d'emballage, ...), transformation des aliments (filtration, ...)]
- **(Industrie)** [génie chimique (catalyse, plastiques, ...), génie électrique (matériaux magnétiques, ...), machines (insolation, lubrification, protection contre l'usure, ...)]
- **Technologies de l'information et de la communication (T.I.C.)** [stockage de données, affichage électronique, revêtements (lithographie, puces informatiques, dissipateurs de chaleur, impression à jet d'encre,...), filtres polymères, optique, photonique, semi-conducteurs]
- **Médical** [thérapeutiques, antimicrobiens, soins dentaires (implants), délivrance de médicaments, produits pharmaceutiques (catalyseurs, ...),]
- **Mécanique de précision** [revêtements (nanofilms), métrologie, optique]
- **Textiles et vêtements** [revêtements, protection]
- **Transport** [automobile (adhésifs, moteurs, membranes, peintures, pièces, acier, protection contre l'usure, ...), marine]
- **Capteurs** [diagnostics/R&D (microfluidique, agents de contraste, sondes rayon X, ...), analyse de l'environnement (air, eau, ...)]
- **(Services, conseil, R&D, transfert de technologie, ...)**

Parmi ces 14 domaines, nous avons considéré, pour la suite, que **10 d'entre eux** (n'apparaissant pas entre parenthèses dans la liste) avaient des **potentialités d'applications au niveau militaire ou bien sécuritaire**¹⁸, et n'avons retenu que ceux-ci dans l'analyse qui a été menée.

Parmi les pays analysés, les USA constituent un cas particulier, car la quantité initiale de données (plus de 1100 entreprises) ne permettait pas une analyse complète sans disposer d'un outil de recherche automatique adapté, non prévu dans le cadre contraint de l'étude. Un

¹⁸ Par exemple le secteur de l'énergie est lié à des besoins d'intérêt militaire et sécuritaire particulièrement forts, celui des textiles et vêtements est directement lié à la protection du combattant et des forces de sécurité, les secteurs du bâtiment et du transport, examinés sous l'angle de l'allègement et d'une résistance mécanique accrue peuvent être d'intérêt militaire, ...

échantillonnage¹⁹ réduisant le nombre d'entreprises analysées d'un facteur 10, a permis de se limiter à un peu plus d'une centaine d'entreprises, et donc de procéder pour les USA comme pour les autres pays (au facteur d'homothétie près).

Utilisation

Concernant les brevets, les résultats des différentes interrogations menées permettent d'apprécier l'évolution des dépôts pour les 13 pays d'intérêt entre 2000 et 2011 et de les comparer aisément, notamment par le nombre des publications de demandes de brevets par pays du déposant, comme le montre l'illustration suivante.

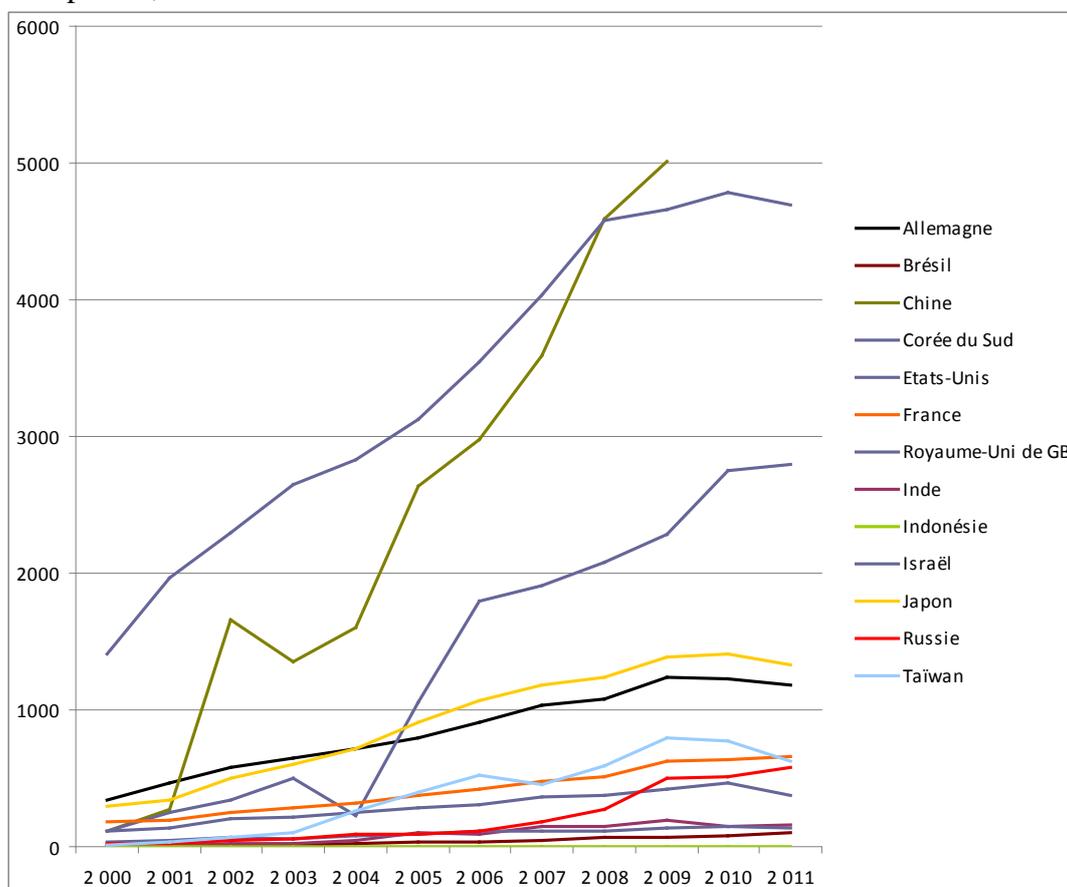


Illustration 7. Nombre de demandes de brevets par pays du déposant.

La très forte croissance des dépôts de brevets en Chine, qui dépasse le niveau des USA à partir de 2009, constitue un point marquant²⁰.

Par ailleurs, en ce qui concerne les alinéas 2) et 3), relatifs aux demandes déposées auprès des offices de brevets, les deux filtres utilisés donnent des résultats limités aux données des

¹⁹ Par une sélection systématique d'une entreprise sur 10.

²⁰ Un article émanant de l'Ambassade de France appelle cependant à la prudence, estimant que jusque récemment, le caractère innovant des demandes n'apparaissait pas toujours suffisamment. A partir de 2010, une réforme de la procédure des dépôts nationaux semble être intervenue pour se rapprocher des pratiques des autres pays.

offices nationaux des pays. Ces résultats n'en demeurent pas moins intéressants, dégageant la part autochtone de la part étrangère dans les dépôts, reflet dans une certaine mesure, du potentiel d'attractivité des pays. L'évolution du nombre de brevets allant de 2000 à 2011, pour les trois types possibles, est présentée pour chacun des pays analysés²¹.

Concernant les entreprises recensées pour les différents pays analysés dans l'étude, une base de données finale, les listant toutes²², a été constituée.

La première information extraite de cette base est le nombre total d'entreprises identifiées, à ce jour, par pays²³.

L'autre information extraite concerne l'évolution du nombre d'entreprises créées annuellement, mettant en œuvre des nanotechnologies, durant les vingt dernières années. Ceci a été effectué, pour chacun des pays étudiés, à partir des dates de création des entreprises. La représentation graphique qui s'y rapporte est incorporée dans chaque²⁴ fiche pays du rapport.

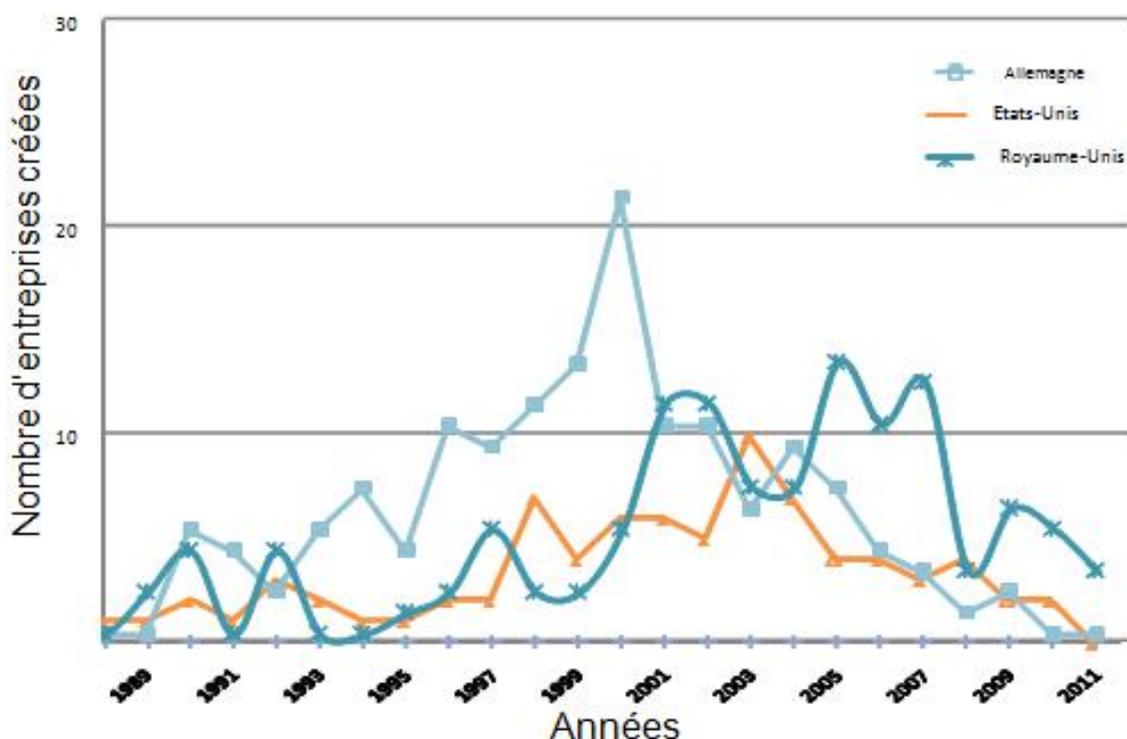


Illustration 8. Nombre d'entreprises de nanotechnologies créées annuellement par le groupe leader.

Source : Société Chlorodia.

On constate que les graphiques de création d'entreprises peuvent être classés en trois : le groupe leader (illustration 8) composé de :

1. Etats-Unis (seul 1/10^{ème} des entreprises ont été échantillonnées)

²¹ Voir les fiches pays correspondantes.

²² Les moyens mis en œuvre pour cette étude n'ayant pas permis de mettre en évidence pour le Brésil et l'Indonésie la présence d'un tissu industriel, dans le domaine des nanotechnologies, aucune entreprise de ces pays n'y figure.

²³ Voir les fiches pays correspondantes.

²⁴ A l'exception du Brésil et de l'Indonésie car aucune entreprises de nanotechnologie a été identifié dans ces pays.

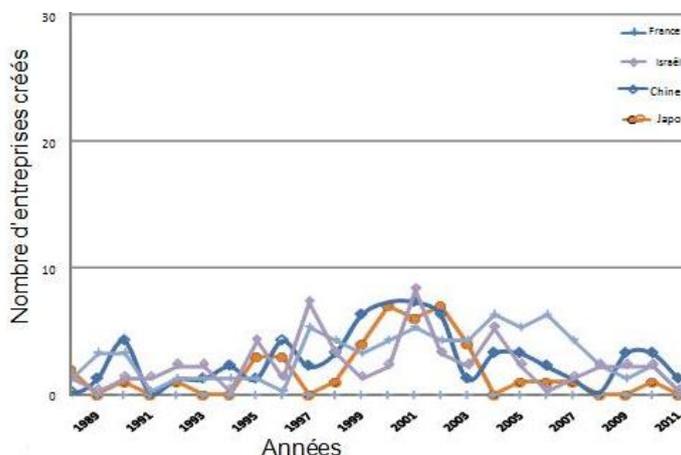
2. Allemagne
3. Royaume-Uni

Le groupe qui est présent dans le domaine :

4. Japon
5. France
6. Chine
7. Israël

Illustration 9. Nombre d'entreprises de nanotechnologies créées annuellement par le groupe leader.

Source : Société Chlorodia



Et le dernier groupe qui compte chacun qu'une poignée d'industriels et qui se compose de :

8. Corée du Sud
9. Inde
10. Russie
11. Taïwan
12. Brésil
13. Indonésie

La base de données constituée permet également de voir aisément, pour un pays donné, toutes les entreprises concernées par un domaine d'activité précis. De cette base détaillée, nous avons extrait, pour un pays donné, le nombre d'entreprises impliquées dans l'un des 14 domaines indiqués précédemment. Ceci est présenté sous forme graphique pour chacun des pays considérés²⁵.

On peut, de la sorte, tenter de mettre en évidence l'importance accordée par le pays à un domaine précis des nanotechnologies par le nombre d'entreprises qui s'y consacrent.

Afin de mieux quantifier cette approche, nous avons raisonné sur le pourcentage d'entreprises du pays, par rapport au nombre total d'entreprises recensées, impliquées dans les 10 domaines à finalité potentielle militaire ou sécuritaire précédemment évoqués²⁶.

En observant le spectre obtenu pour chacun des pays analysés, on met en évidence, pour chacun d'eux²⁷, des pics de pourcentage d'entreprises pour des secteurs d'activité donnés. Nous avons alors défini trois plages de pourcentages d'entreprises révélant des compétences et des capacités industrielles que l'on peut qualifier de :

- fortes : 25% et plus,

²⁵ Voir les différentes fiches pays du rapport au paragraphe « typologie des entreprises ».

²⁶ Les graphiques correspondants sont fournis dans chacune des fiches pays du rapport.

²⁷ La Russie et Taïwan n'ont pas été retenues dans cette analyse à cause du nombre trop faible d'entreprises recensées (15 pour chacun de ces pays).

- intermédiaires : entre 5 et 25% ,
- faibles : moins de 5% .

IV.2 France

IV.2.a Données de base

Population (2010)	64 millions
Superficie (métropole)	547 000 km ²
Densité de population moyenne	112 habitants/km ²
PIB (2011)	2 800 milliards de \$
PIB/habitant (2011)	43 700 \$
IDH (2011)	0.872

IV.2.b Mesures et actions

La France a décidé il y a quelques années de mobiliser des moyens conséquents pour développer des pôles de compétences en nanotechnologies et s'est dotée de divers outils. Dès 1999, les pouvoirs publics ont mis en place un Réseau National de Micro-NanoTechnologies (RMNT) pour promouvoir le couplage entre la recherche publique et privée. Cet effort s'est amplifié au cours des années avec de nouvelles actions et l'on commence à récolter les retours sur investissement.

Des efforts soutenus

Depuis 2003, le Réseau National en Nanosciences et Nanotechnologies (R3N) met en œuvre un plan de soutien à un réseau de grandes centrales de nano-fabrication. R3N a pour mission de financer des projets de pointe associant en réseau les laboratoires académiques ainsi que les meilleurs partenariats établis entre les laboratoires publics, les PME innovantes et les centres de recherche privés de grandes entreprises. Un programme important de Recherche Technologique de Base (RTB) a été mis en œuvre qui implique des centrales technologiques du CNRS et des universités (réseau RENATECH²⁸) et le CEA/LETI.

En 2005, l'agence nationale pour la recherche (ANR) a lancé un programme national en nanotechnologies (PNANO) dont la mise en œuvre s'appuie sur le R3N. Des réseaux de recherche et d'innovation technologiques (RRIT) soutenus également par l'agence couvrent aussi les domaines des micros et nanotechnologies (réseau RMNT) et des nanomatériaux (réseau RNMP).

Le ministère de la recherche soutient actuellement la mise en place de centres de compétences thématiques en nanosciences « C'NANO ». Actuellement au nombre de six, ils

²⁸ www.rtb.cnrs.fr

doivent fédérer les laboratoires de recherche sur le plan régional (Ile de France – Grand Est - Rhône Alpes – Nord-Ouest – Grand Sud-Ouest – PACA).

Une initiative gouvernementale destinée au développement de pôles de compétitivité en France vient de labelliser récemment 67 projets dédiés aux micro-nanotechnologies et technologies logicielles qui se classe parmi les 6 projets d'envergure mondiale.

En France, le principal outil favorisant la valorisation de la recherche publique est la loi du 12 juillet 1999 sur l'innovation et la recherche. Cette loi comprend un volet dédié explicitement à la coopération entre la recherche publique et les entreprises. Ce volet permet notamment aux établissements publics à caractère scientifique (comme le CNRS) de créer des « services d'activités industrielles et commerciales » (SAIC) pour gérer leurs contrats de recherche et ceux impliquant des entreprises. Ces services peuvent également gérer les activités de prestations de service.

Par la suite, un certain nombre de dispositifs sont venus compléter la loi du 12 juillet 1999. Ainsi, depuis 2006, l'agence nationale de la recherche (ANR) peut apporter son soutien financier aux projets de recherche menés en partenariat par des établissements publics et des entreprises. Ce soutien privilégie des domaines de recherche stratégiques où l'effort de recherche privé est jugé insuffisant (nanotechnologies, par exemple).

Les actions actuelles comprennent P2N financée par l'ANR, Nano2012, amorcé en 2008 qui associe les centres de R&D d'IBM, de ST-Microelectronics et le CEA/LETI. Enfin Nano-INNOV que nous allons présenter plus loin. Les budgets annuels mis en jeu sont de 90 M€ pour le programme P2N, de 20 M€ pour Nano2012 et de 20 M€ pour Nano-INNOV. Les pouvoirs publics favorisent également le développement de grandes infrastructures via les Labex (laboratoires d'excellence) et Equipex (Equipements d'excellence).

En France, la volonté d'encourager les partenariats en science s'est appuyée, pendant la dernière décennie, sur un outil centralisé. Toutefois, les pouvoirs publics ont récemment pris conscience de la nécessité de laisser une plus grande marge de manœuvre aux acteurs locaux (ce que traduit en partie la politique des pôles de compétitivité).

Nano-INNOV

Nano-INNOV est une initiative visant à favoriser le développement des nanotechnologies en France. Un plan d'investissement de grande ampleur a été mis en place en 2009 pour créer des centres d'intégration technologique analogues à celui qui existe à Grenoble autour des micro et nanotechnologies. Trois centres d'intégration ont été mis en chantier à Grenoble, à Toulouse et à Saclay. Le dernier, Nano-Innov Paris Région, a été inauguré en 2012. Ce centre concerne près de 700 chercheurs, ingénieurs et techniciens. Il est dédié à la conception et à la réalisation de systèmes innovants intégrant à la fois des nanotechnologies et des logiciels.

Ces trois centrales d'intégration technologiques ont des spécialités (points verts dans l'illustration 10) ainsi que des activités transversales (points rouges).

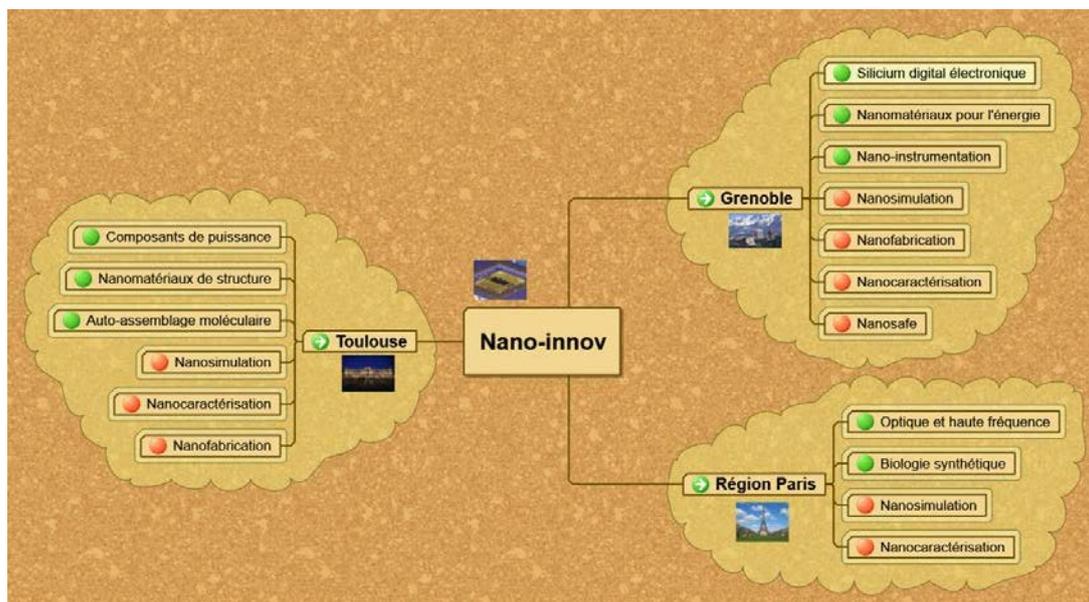


Illustration 10. Spécialités (points verts) et activités transversales (points rouges) des trois centrales d'intégration technologique de Nano-INNOV.

En 2005, environ 5300 chercheurs répartis dans 243 laboratoires travaillaient dans le domaine des nanotechnologies. En France, les 4 grandes régions impliquées dans les nanotechnologies sont celles de Grenoble, Toulouse, Paris et Lille, complétées par d'autres laboratoires régionaux de taille plus petite.

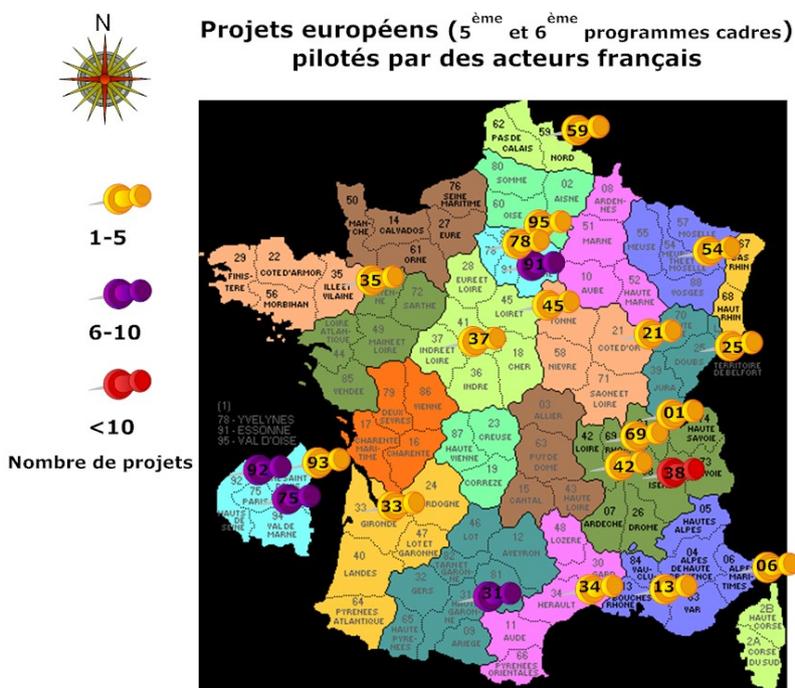


Illustration 11. Répartition des acteurs français pilotant un projet européen sur les nanotechnologies. Les chiffres en noir sur les épingles de fixation indiquent le numéro du département et la couleur de celles-ci la classe associée au nombre de projets.

Source : Carte de France des départements issue de www.cartes-de-france.fr

On observe donc une concentration des activités liés au développement des nanotechnologies en France. Il y avait, en 2005, près de 2 000 scientifiques en Ile-de-France, près de 1 000 en Rhône-Alpes et dans le Grand Sud-ouest et environ 500 dans le Grand-Est, le Nord-Ouest et la région PACA.

IV.2.c Avoir les moyens de ses ambitions

Le domaine des nanotechnologies est multidisciplinaire, demande de gros investissements et nécessite un bon couplage industriel. Il faut aller au-delà de l'excellence en recherche fondamentale et valoriser au mieux les résultats pour créer de la valeur et des emplois. L'évolution du paysage technologique français dans ce domaine a fortement évolué depuis une décennie et dispose maintenant, de scientifiques, de moyens et d'outils permettant de se donner des objectifs ambitieux.

D'une recherche au coup par coup à un effort collectif

La France possède de bons laboratoires de recherche fondamentale mais sur des sujets dispersés où ils manquent souvent des éléments de la chaîne permettant d'aller de la recherche à un produit fini ou à des filières industrielles pérennes. Ainsi, certains aspects des recherches d'un laboratoire peuvent être valorisées au niveau industriel ou de la défense mais ce n'est pas son objectif premier qui est de publier et éventuellement de déposer des brevets.

Parfois, un laboratoire étant reconnu pour ses compétences, un industriel ou la défense lui proposent d'utiliser celles-ci pour résoudre des problèmes bien précis. Mais il n'y a généralement pas de stratégie d'ensemble permettant d'attaquer un domaine industriel.

Atteindre une masse critique

Pour couvrir un large champ et être capable de répondre à des problèmes très divers, il faut disposer de nombreuses briques de bases et les associer au gré des demandes. Ceci nécessite une masse critique au niveau de la recherche ainsi qu'une organisation permettant de valoriser celle-ci en l'accompagnant tout au long du développement jusqu'à l'industrialisation, en créant au besoin une start-up. Il faut donc jouer collectif plutôt qu'individuel pour être visible et efficace à l'échelle internationale.

L'avantage de cette structure serait d'avoir des compétences très larges permettant de réaliser des développements impossibles dans des laboratoires spécialisés. Or l'innovation est maintenant en grande partie générée par la multidisciplinarité des recherches. Pour prendre un exemple, il y a d'excellents laboratoires travaillant sur les batteries, d'autres sur l'électronique intégrée. L'association de ces deux compétences permet de faire des batteries dont on contrôle et gère les performances de manière optimale permettant ainsi d'en accroître les performances et la durée de vie.

Les trois domaines clefs des nanotechnologies sont la caractérisation, la modélisation-simulation et la fabrication. De la même manière qu'il faut une masse critique en fabrication pour être compétitif au niveau international, il faut disposer de masses critiques au niveau de la modélisation-simulation et de la caractérisation.

Fabrication

Nous ne reviendrons pas sur la fabrication de nanocomposants, nanomatériaux, etc. puisque les pouvoirs publics et la recherche sous contrat avec des industriels ont permis de développer plusieurs centrales technologiques en France.

Caractérisation

Même si chaque laboratoire dispose de moyens de caractérisation propres, il ne peut, pour des raisons financières, tout faire. Il faut aussi avoir, au niveau national, de gros laboratoires de caractérisation comportant les outils les plus performants. De tels outils permettent de couvrir l'ensemble des caractérisations avec les meilleures résolutions et sensibilités possibles en complétant les moyens propres des laboratoires. En effet, les contrats de maintenance d'appareils complexes sont un fardeau financier trop lourd pour les petits laboratoires et grèvent au total sa productivité.

Au-delà des moyens de caractérisation classiques, le rayonnement synchrotron et les neutrons sont aussi des sondes irremplaçables et nécessaires pour certaines caractérisations.

Pour le rayonnement synchrotron, la France dispose d'une machine nationale, SOLEIL, et peut accéder à une machine européenne, l'ESRF, à Grenoble. SOLEIL va de l'infrarouge lointain aux rayons X, et l'ESRF de l'UV aux rayons X très durs.

Pour les neutrons, le LLB, à Saclay, peut être utilisé au niveau national.

Simulation

Pour la modélisation-simulation, la nécessité d'une masse critique vient de l'utilisation de plus en plus important moyens de calculs intensifs comportant des milliers de processeurs élémentaires. La parallélisations d'un code de calcul est devenue un travail de spécialiste qui nécessite d'avoir des structures spécifiques auprès des gros moyens de calculs.

L'évolution de ces dernières atteint un point où l'intervention d'un spécialiste est nécessaire pour optimiser de manière efficace un code de calcul sur une machine à parallélisme massif, multi-cœurs et possédant des processeurs graphiques.

IV.2.d Publications et brevets

De manière générale, un des problèmes est que la France crée de la connaissance mais s'essouffle pour convertir celle-ci en richesse. Ceci est illustré en comparant avec la Corée du Sud le nombre de publications et le nombre de brevets (illustration12).

		Nombre de publications 2006	Nombre de brevets 2005
France		3 526	290
Korea		3 162	2 159

Illustration 12. Comparaison du nombre de publications et de brevets entre la France et la Corée du Sud. Reproduit du rapport Nano-INNOV, 2008.

Dans beaucoup de domaines scientifiques, la recherche fondamentale française est de qualité mais sa valorisation n'est souvent pas à la hauteur de ses potentialités.

Sur l'ensemble de la décennie 2000, la France stagne en termes de dépôts de brevet dans tous les domaines confondus. Par contre, la Chine connaît une forte croissance depuis les années 2000 et a dépassé la France en 2010. Le crédit impôt recherche a eu un impact légèrement positif, dans les années 2008, surtout pour les PME, mais le résultat sur le dépôt de brevets reste faible. La France dépose en moyenne trois fois moins de brevets que l'Allemagne. Ceci est corrélé au fait que l'industrie française est environ trois fois moins importante que l'industrie allemande. C'est également un symptôme de la désindustrialisation progressive qui touche la France.

Au niveau européen, on observe que plus de 60% des brevets déposés en Europe sont le fait de pays non européens. Ceci est présenté dans la illustration 13. Presque 250 000 brevets ont été déposés en 2011 dont 32% par des pays asiatiques. La partie basse de la figure montre la répartition des dépôts de brevets par les pays asiatiques entre le Japon, la Corée du sud et la Chine.

Brevets déposés en Europe en 2011

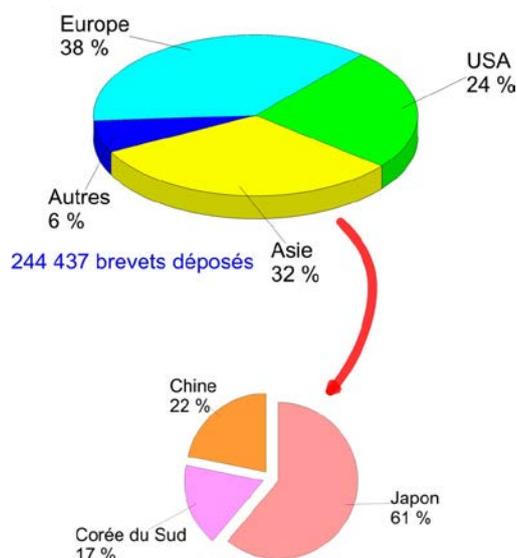


Illustration 13. Répartition des brevets déposés en Europe en 2011.

Source : EPO.

Dans le domaine des nanotechnologies, le nombre de brevets déposés en France est relativement faible, comparé à ceux des autres pays analysés dans cette étude, et place la France en 9^{ème} position. On remarque cependant qu'il augmente de 2000 à 2011 (illustration 14). La France se démarque des autres pays par un manque de brevets déposés par d'autres nationalités.

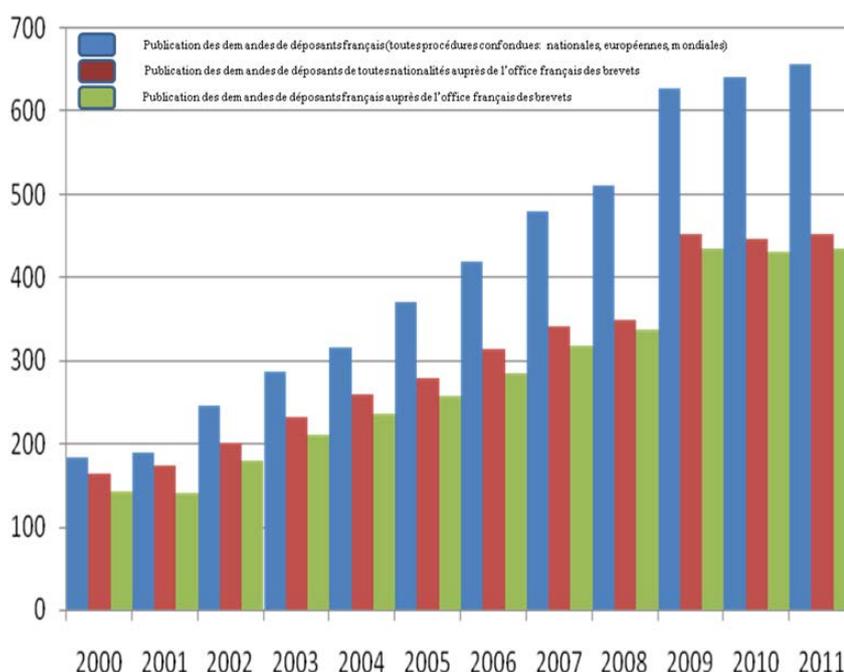


Illustration 14. Brevets déposés en France entre 2000 et 2011.

Le problème majeur de la France mais aussi de l'Europe, n'est pas tant la qualité de sa recherche fondamentale que ses capacités à créer de l'innovation à partir de celle-ci. Il y a d'ailleurs tout autant de facteurs psychologiques que de freins réglementaires et financiers qui empêchent les scientifiques de transformer leurs recherches en produits ou services de haute valeur ajoutée, donc en richesse et en emplois.

IV.2.e Typologie des entreprises

Les créations d'entreprises françaises mettant en œuvre des nanotechnologies ont commencé pratiquement à partir de 1998. Leur évolution annuelle est portée sur l'illustration 15. La France fait partie des précurseurs dans le domaine, derrière l'Allemagne, les Etats-Unis et Israël.

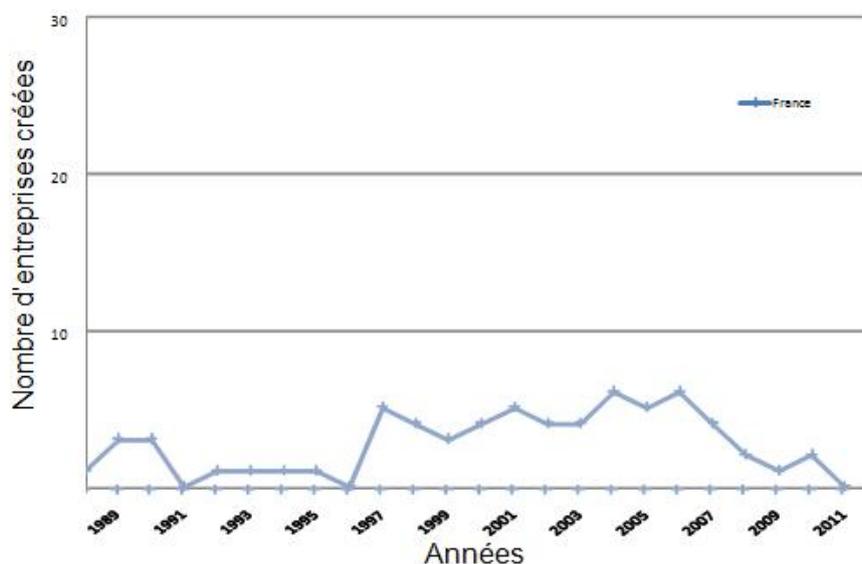


Illustration 15. Création de 66 entreprises de nanotechnologies en France de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 91 dont 66 entre 1988 et 2011.

Contrairement aux autres pays analysés dans cette étude qui montrent, pour la plupart, un pic de création d'entreprises vers 2001, le nombre d'entreprises françaises créées par an reste stable jusqu'en 2006 et diminue à partir de 2007.

A partir du nombre total d'entreprises recensées (91 entreprises), on peut mettre en évidence les différents domaines d'activité de ces entreprises (illustration 16 et 17).

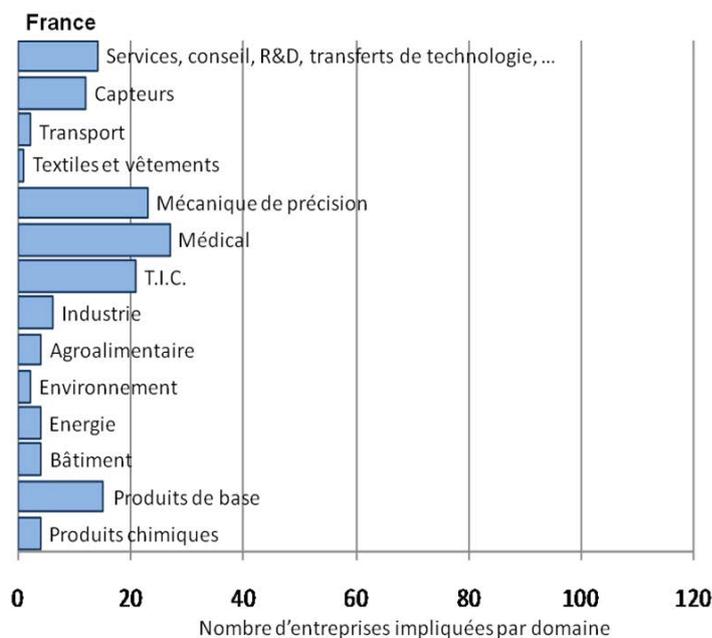


Illustration 16. Typologie des 91 entreprises françaises recensées.

On note une présence forte de ces entreprises surtout en médical, mais aussi en mécanique de précision et en technologies de l'information et de la communication.

L'illustration 17 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensés, par rapport aux 91 au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

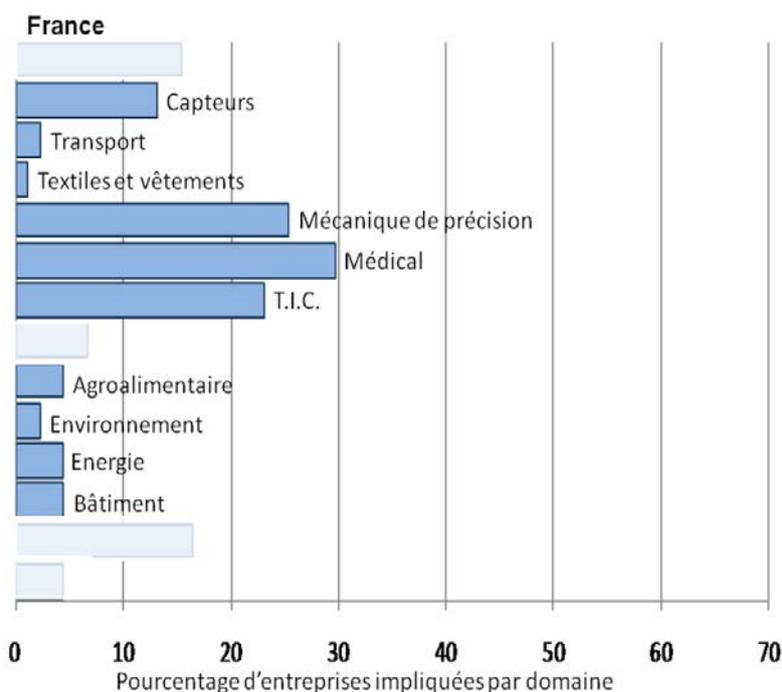


Illustration 17. Typologie en pourcentage des entreprises françaises répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.

Avec les critères que nous avons retenus²⁹, de fortes capacités apparaissent pour le médical et la mécanique de précision, alors que les T.I.C. et les capteurs se placent à un niveau intermédiaire. Cette analyse révèle, pour la France, des compétences et des capacités industrielles que l'on peut qualifier de fortes, moyennes ou faibles et qui sont indiquées dans l'illustration 17.

²⁹ Voir le paragraphe 1.1.3 du rapport.

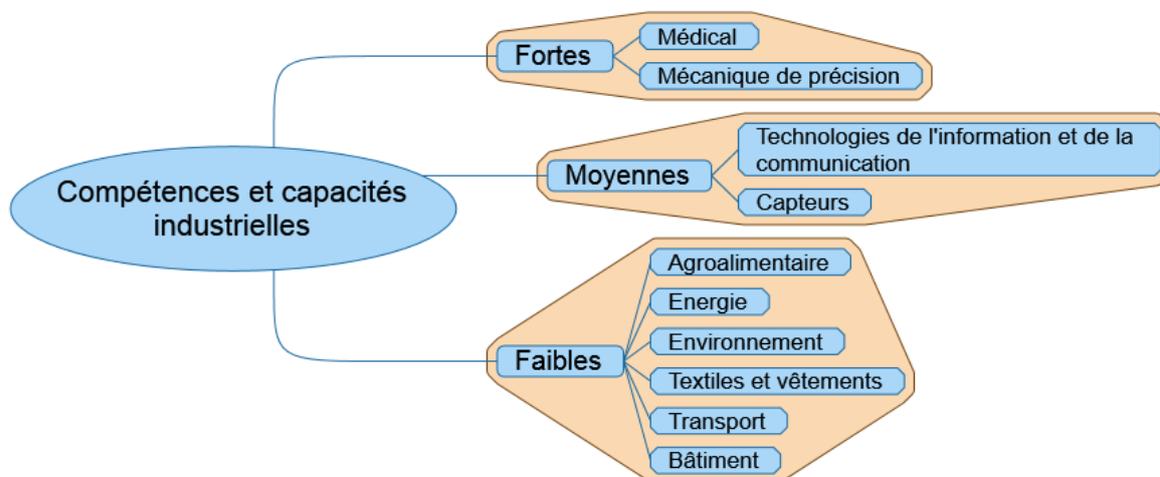


Illustration 18. Compétences et capacités des entreprises françaises.

Conclusion

Les résultats de l'analyse de la typologie des entreprises françaises en nanotechnologies militent pour renforcer nos capacités nationales sur le thème Energie, thème lié aussi à des besoins d'intérêt militaire et sécuritaire particulièrement forts, dans un contexte conduisant logiquement à privilégier l'indépendance nationale et excluant de ce fait de s'en remettre uniquement à des fournitures et à des partenariats avec l'étranger.

Le thème Textile et vêtements, directement lié à la protection du combattant et des forces de sécurité, conduit à envisager des partenariats ou des acquisitions auprès de pays et d'entreprises performantes du domaine.

Les thèmes Bâtiment et Transport, examinés sous l'angle de l'allègement et d'une résistance mécanique accrue, peuvent être d'intérêt militaire et conduire à se poser également la question de la recherche de partenariats adaptés.

Par contre, les thèmes Environnement et Agroalimentaire, moins spécifiques des intérêts militaires, suggèrent de privilégier des possibilités d'approvisionnements extérieurs, bien que l'industrie agroalimentaire française soit extrêmement compétitive au niveau mondial.

IV.3 Allemagne

IV.3.a Données de base

Population (2010)	81 millions
Superficie	356 026 km ²
Densité de population moyenne	230 habitants/km ²
PIB (2010)	3 900 milliards de \$
PIB/habitant (2010)	35 900 \$
IDH (2010)	0,885

IV.3.b Mesures et actions

L'Allemagne est le premier investisseur en Europe dans le domaine des nanotechnologies. Depuis 1998, elle a développé des centres de compétences et réalisé des investissements et des moyens importants, dont bénéficient également les universités et les centres de recherche extra-universitaires. Par débouché naturel, l'industrie, et en particulier les PME/PMI, en bénéficient. L'organisation de la recherche en Allemagne est structurée à travers des partenariats public/privé ainsi que l'innovation dans les entreprises³⁰, afin de susciter le développement de coopérations entre chercheurs mais aussi le développement de synergies entre les différents dispositifs existants.

C'est le ministère fédéral allemand de l'enseignement et de la recherche (BMBF) qui apporte un soutien conséquent aux nanotechnologies.

Dans les années 70, la biotechnologie et la microélectronique faisaient partie des domaines prioritaires de la recherche et du développement³¹. S'y sont ajoutées, une décennie plus tard, la recherche sur les matériaux et les techniques d'information. Au début des années 90, de nouveaux travaux dans le domaine de la miniaturisation et de l'intégration d'éléments miniaturisés ont également été menés. En même temps, de nouveaux efforts dans le domaine de la chimie étaient effectués. Ils contribuaient à un développement de produits ciblés et aux principes d'auto-organisation par combinaison de composants de systèmes individuels. Ils permettaient alors de découvrir de nouvelles possibilités de conception dans le domaine des technologies de surfaces et des matériaux. Le défi du 21^{ème} siècle consiste à combiner ces différentes disciplines.

Les nanotechnologies, associées aux biotechnologies ainsi qu'aux techniques d'information, sont considérées comme essentielles pour le prochain cycle de croissance à long terme. Le BMBF et le Centre VDI (association des ingénieurs allemands) se sont rendus compte de l'importance à long terme des nanotechnologies et soutiennent leur développement depuis longtemps.

³⁰ *L'innovation dans les entreprises moteurs, moyens et enjeux*, DGCIS Analyses, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mai 2011.

³¹ *Science Allemagne, Les Nanotechnologies en Allemagne*, Dossier d'information du Service pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France en Allemagne, Publication gratuite de l'Ambassade de France en Allemagne, ISBN 2-907531-05-0, octobre 2005.

Depuis 1998, le BMBF a renforcé son appui aux projets et a mis en place l'infrastructure nécessaire, via la création d'agences spécialisées et de réseaux de compétences.

La recherche publique extra-universitaire dans le domaine des nanotechnologies est concentrée en Allemagne dans les quatre organismes de recherche : MPG, FhG, HGF, WGL (voir annexe 1 : Allemagne, appendice 1 et 2). Ils soutiennent un grand nombre de centres de recherche et de groupes de travail qui traitent également des dominantes de la recherche en nanotechnologies. Ces partenaires sont aussi intégrés dans différents domaines de recherche associés et dans des programmes de la DFG. Cette initiative a été prise deux ans avant que les Etats-Unis aient donné naissance à leur initiative nationale et quatre ans avant que l'Union Européenne n'ait pris des mesures comparables dans le cadre du 6^{ème} programme cadre de recherche et développement (PCRD).

Dans le domaine des nanotechnologies, l'Allemagne peut s'appuyer sur des scientifiques de haut niveau, un réseau de recherche et développement étendu ainsi que sur des ingénieurs et entrepreneurs engagés. Il existe non seulement des entreprises innovantes³², mais aussi un secteur public qui libère des sommes importantes pour encourager ce domaine et ses acteurs. Les mesures nécessaires sont mises en place, comme la mise en œuvre de réseaux, l'établissement de filières en nanotechnologies, le soutien de la relève scientifique et l'intégration de la société dans ce domaine. L'Allemagne est le numéro un dans le domaine des nanotechnologies en Europe, pour ce qui est des moyens publics qui leur sont consacrés ainsi que pour le nombre d'entreprises, d'instituts ou d'organismes universitaires y travaillant.

En Allemagne, la politique scientifique est davantage orientée vers la diffusion des connaissances scientifiques et technologiques, et s'inscrit dans une tradition de décentralisation où les Länder bénéficient d'une grande autonomie. La politique scientifique relève de la compétence des Länder, y compris en matière de transfert de technologies. Le développement des collaborations université – industrie repose essentiellement sur des politiques locales. Toutefois, la question de la nécessité d'une plus grande intervention de l'État fédéral s'est posée récemment en appuyant les initiatives du BMBF.

Dans le domaine des nanotechnologies, les acteurs allemands comptent parmi les premiers au niveau mondial à avoir cherché des possibilités d'applications en approfondissant la recherche fondamentale. Plus de 200 entreprises en Allemagne ont déjà profité de cette opportunité d'innovation et utilisent les connaissances en nanotechnologies dans leurs activités principales. Environ 900 ou 1000 entreprises allemandes utilisent ces technologies et s'y consacrent de plus en plus intensivement en tant que créateurs de produits, fournisseurs ou investisseurs³³. Pour elles, les nanotechnologies représentent plus qu'une simple mode à court terme. Au contraire, elles se consacrent à long terme aux éléments clés pour les développements futurs dans les secteurs à grand potentiel d'emploi, comme les domaines de l'électronique, des techniques de l'information, de la construction des véhicules et de machines, de la chimie, de la pharmacie, de l'optique, de la médecine, des biotechnologies, de la production d'électricité et de l'industrie du bâtiment.

On trouve également en Allemagne de nombreuses PME qui peuvent être qualifiées d'entreprises purement nanotechniques. Ces entreprises innovantes et flexibles occupent des

³² <http://www.vditz.de/> et <http://www.techportal.de/de/b/2/start,public,start/>

³³ Discussion privé avec un représentant du Ministère de la défense allemand.

places spécifiques dans la chaîne de création de valeurs et fournissent une contribution importante au transfert du savoir-faire de la recherche vers l'industrie. Les PME occupent d'ailleurs des fonctions clefs dans la plupart des domaines de haute technologie.

A côté du soutien des projets classiques au sein des associations de recherche, le BMBF intervient de plus en plus pour chercher à faire développer par les régions (Länder) des sujets d'importance, impliquant les nanotechnologies, par des coopérations de recherche stratégiques, ceci en étroite collaboration avec l'économie et la science. Des moyens financiers sont mis à la disposition des projets d'innovations industriels compétitifs qui incluent toute la chaîne de création des valeurs (innovations directrices).

IV.3.c Secteurs prioritaires

Les discussions intensives avec des industriels et des scientifiques ont débouché sur les nouvelles orientations du BMBF, pour le soutien aux nanotechnologies, et ont permis de financer une vingtaine de projets de coopération menés par l'industrie avec plus d'une centaine de partenaires.

Cela se distingue notamment par son caractère interdisciplinaire avec la participation de cinq divisions du BMBF qui traitent des différents sujets d'innovation directrice, par exemple :

- NanoChemie, dans le domaine de la Chimie,
- Nanomatériaux, par exemple pour l'automobile (NanoMobil), la mécanique, les matériaux nano-renforcés et multi fonctionnels (Hybrids and Ceramics),
- NanoLux, développement de sources de rayonnement efficaces à partir de semi-conducteurs,
- NanoForLife, fournissant des nanomatériaux et des produits nanobiotechnologiques pour le domaine de la santé publique,
- NanoFab pour les procédés de fabrication en nanoélectronique,
- NanoSystems pour les micro-objets,
- Nano-optique/microélectronique et TIC,
- Nano-pharmacie/cosmétique,
- Nanobiotechnologies,
- Nanotechnologies pour le génie énergétique,
- Nano-robots et muscles artificiel,
- NanoTexture (architecture, constructions),
- NanoTextil (applications textiles),
- Nano-environnement pour les membranes de filtration,
- ...

Dans le cadre de la Stratégie High-tech 2020 du gouvernement allemand, le BMBF a décidé, en janvier 2011, de poursuivre son « Initiative-Nano/plan d'action 2010 » par un plan d'action 2015. Le but est de réaliser une nanotechnologie sûre et pérenne afin :

- d'exploiter son potentiel dans l'éducation et la recherche
- de contribuer à la croissance économique et à l'innovation en Allemagne
- d'exploiter les possibilités de la nanotechnologie pour la santé
- de réaliser les contributions de la nanotechnologie pour l'environnement, la protection du climat ainsi que pour l'approvisionnement en énergie
- d'arriver à une mobilité qui consomme peu d'énergie en respectant l'environnement
- d'utiliser la nanotechnologie pour une agriculture pérenne et une sauvegarde de l'alimentation.

Les domaines prioritaires, clairement identifiés, sont le climat, l'énergie, la santé/alimentation/agriculture, la mobilité, la sécurité et la communication.

L'illustration 19 donne les divers financements mis en place pour les nanotechnologies entre 2005 et 2010.

M€	2005	2006	2007	2008	2009	2010
BMBF	125	134	146			200
BMWi	26	26	26			
Autres soutiens		11	10			
Soutien institutionnel	161	162	163			
Total	312	333	345		382	400

Illustration 19. Diagramme du soutien des nanotechnologies en Allemagne en M€

A titre de comparaison, le soutien international (source OCDE 2009) aux nanotechnologies est voisin de 1200 M€ pour les USA, 580 M€ pour le Japon et 620 M€ pour la Russie.

Programmes liés à la défense et à la sécurité

Le domaine de l'optique est fondamentalement dual, avec un fort impact des nanotechnologies sur l'évolution des développements à partir d'un produit en évolution jusqu'au concept futur lointain :

- a) Entrée dans le marché (3 ans) :
- Microscopie optique avec nano-résolution
 - OLED
 - Display à base de CNT
 - 2D cristaux photoniques

b) Prototypes (4-10 ans) :

- Optiques EUV pour lithographie
- Lasers «quantum dot»
- Cryptographie quantique
- -3D cristaux photoniques

c) Concepts (plus de 10 ans) :

- « All optical computing »
- Méta-matériaux optiques (camouflage!)
- Transmission de données par plasmons de surface

Dans les chiffres indiqués dans le tableau précédent ne se retrouvent pas les efforts du ministère de la défense (BMVg) dans le domaine des nanotechnologies. Ce dernier soutient principalement les travaux à finalité militaire et/ou duale dans le cadre du *Fraunhofer Verbund Verteidigungs et Sicherheitsforschung* (VVS), qui inclut les anciens Instituts du *Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften* (FGAN), composé des 3 instituts FhG FHR, FhG FKIE et FhG IOSB dont les travaux ont principalement un caractère militaire.

IV.3.d Evolution du nombre de brevets

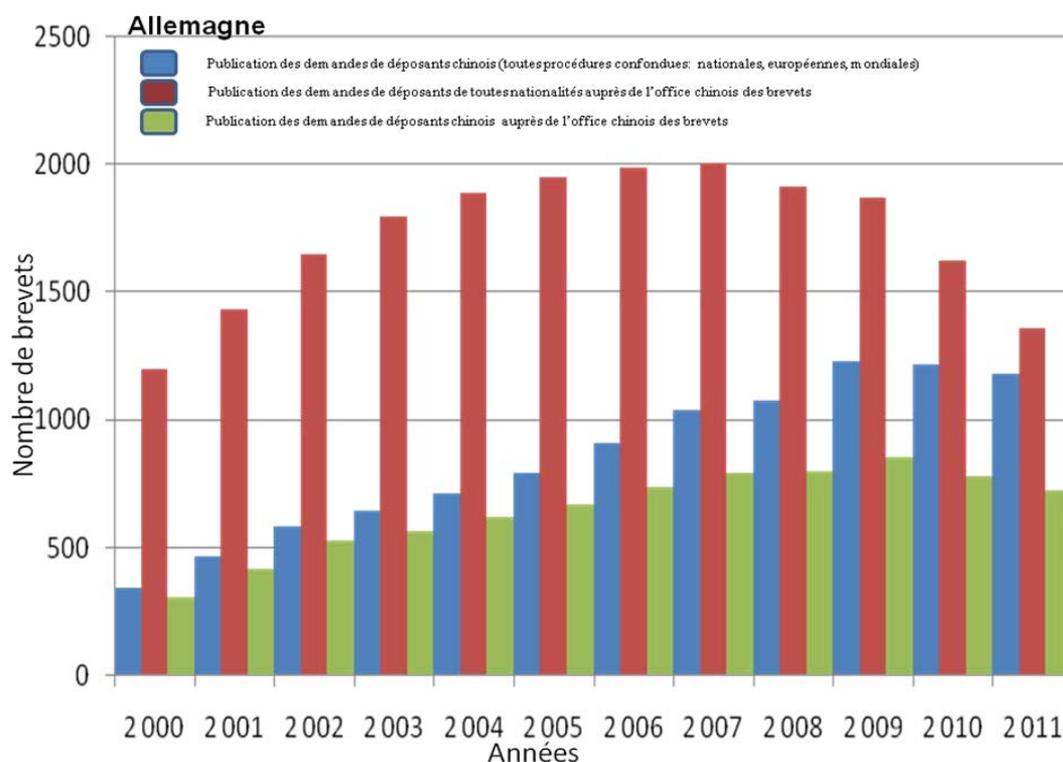


Illustration 20. Les brevets publiés en Allemagne entre 2000 et 2011.

Les dépôts de brevets de nanotechnologie en Allemagne (illustration 20) sont relativement faibles (5^{ème} position par rapport aux pays considérés). Si, pour les déposants de toutes nationalités confondues, on observe une augmentation de 2000 à 2007, ils chutent aussi entre 2008 et 2011³⁴. On remarque que les déposants allemands, toutes procédures confondues, suivent une même augmentation mais la chute commence en 2011. En Allemagne, la politique scientifique est d'avantage orientée vers la diffusion des connaissances scientifiques, et le domaine des nanotechnologies est peu lié à celle de la R&D appliquée, ce qui peut expliquer le faible taux de brevets.

IV.3.e Typologies des entreprises

Les coopérations internationales entre universités, centre de recherche, instituts et industrie (PME/PMI, grands groupes) se sont développées dans différents domaines avec l'ensemble des acteurs mondiaux, comme tous les autres secteurs de l'industrie allemande. Les nanotechnologies ne dérogent pas à cet axiome, aussi bien au niveau de la R&D qu'au niveau industriel.

Le nombre d'entreprises créées annuellement en Allemagne, et mettant en œuvre des nanotechnologies, montre une assez forte progression lors des vingt dernières années, comme l'indique l'illustration 21.

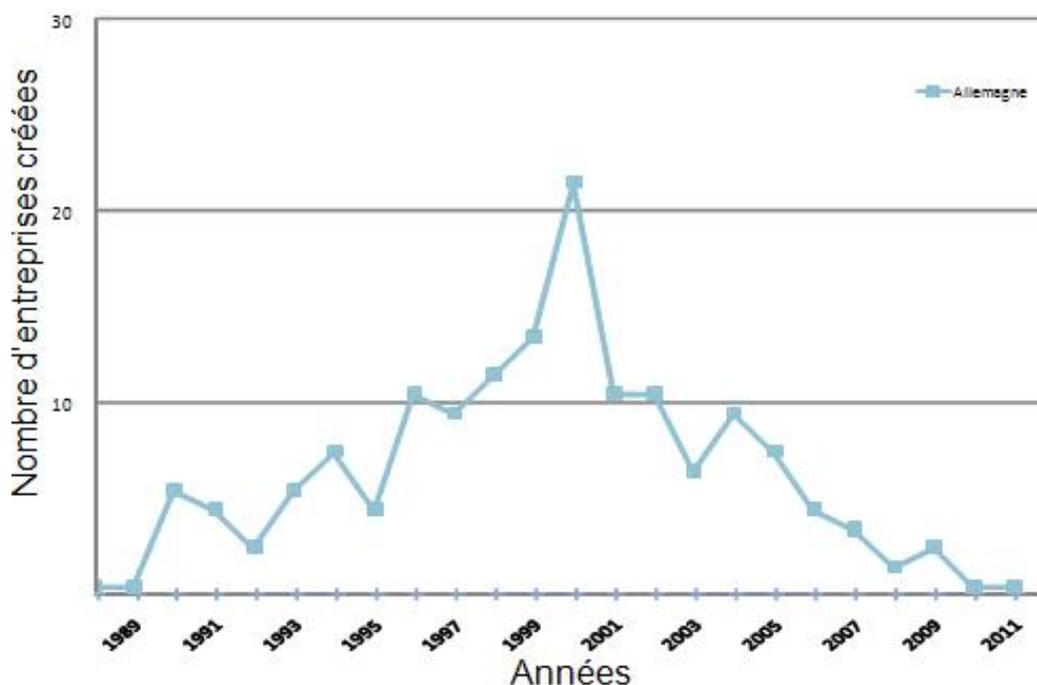


Illustration 21. Création de 143 entreprises de nanotechnologies en Allemagne de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 222 dont 143 sur la période de 1988 à 2011.

³⁴ Ce qui est en corrélation avec le graphique des créations d'entreprises de nanotechnologies en Allemagne de 1988 à 2011.

Avec un tel nombre d'entreprises, l'Allemagne dispose d'un tissu industriel fort (2ème position par rapport aux 13 pays considérés). Comparativement aux autres pays étudiés, elle semble avoir été précurseur dans la création d'entreprises de nanotechnologies s'appuyant, vraisemblablement pour certaines, sur des activités en micro-électronique et en biotechnologie créées lors des années 1970.

Cette antériorité (présence d'un tissu industriel de haute technologie et bon niveau de recherche), aurait permis à l'Allemagne d'assurer une évolution technologique rapide de l'industrie technologique de pointe vers des secteurs d'activité nanotechnologiques. La réelle envolée de la création d'entreprises de nanotechnologies se situe vers 1998, période à laquelle l'Etat a commencé à investir le domaine. Elle atteindra son apogée en 2000, pour subitement décliner dès 2001 jusqu'en 2003. On remarque une légère reprise en 2004, peut-être liée au programme « Offensive d'avenir allemande pour les nanotechnologies » lancé cette année là. Mais la rechute reprend dès 2005. Le soutien aux nanotechnologies, qui a augmenté de 2005 à 2007, n'a donc pas permis de maintenir une création annuelle d'entreprises élevée. Depuis 2008, la création d'entreprises liées aux nanotechnologies est quasi inexistante, situation peut-être liée en partie à la situation économique mondiale.

L'illustration 22. indique que tous les domaines d'activité d'entreprises sont représentés.

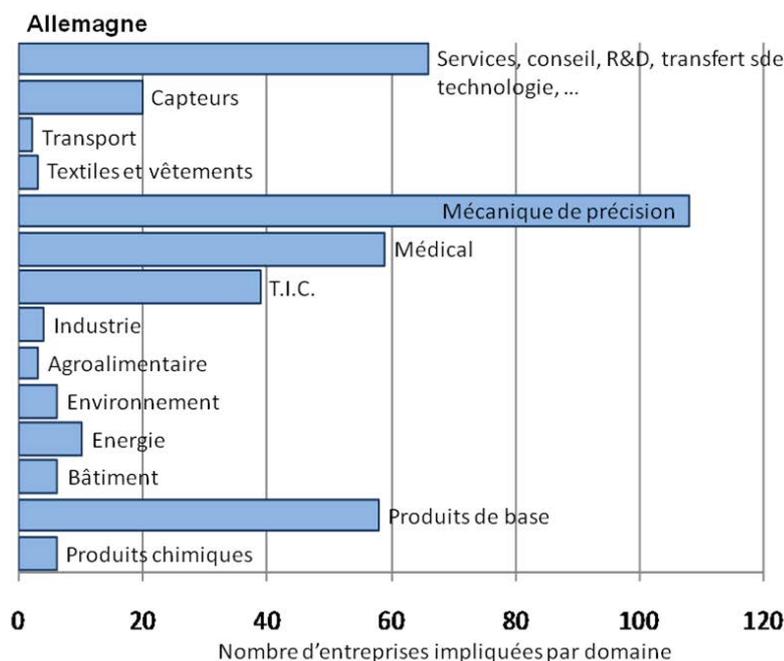


Illustration 22. Typologie des 222 entreprises allemandes recensées.

Les domaines les plus représentés sont ceux de la mécanique de précision, du médical, des produits de base et des activités de services.

L'illustration 23 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensées, par rapport aux 222 au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

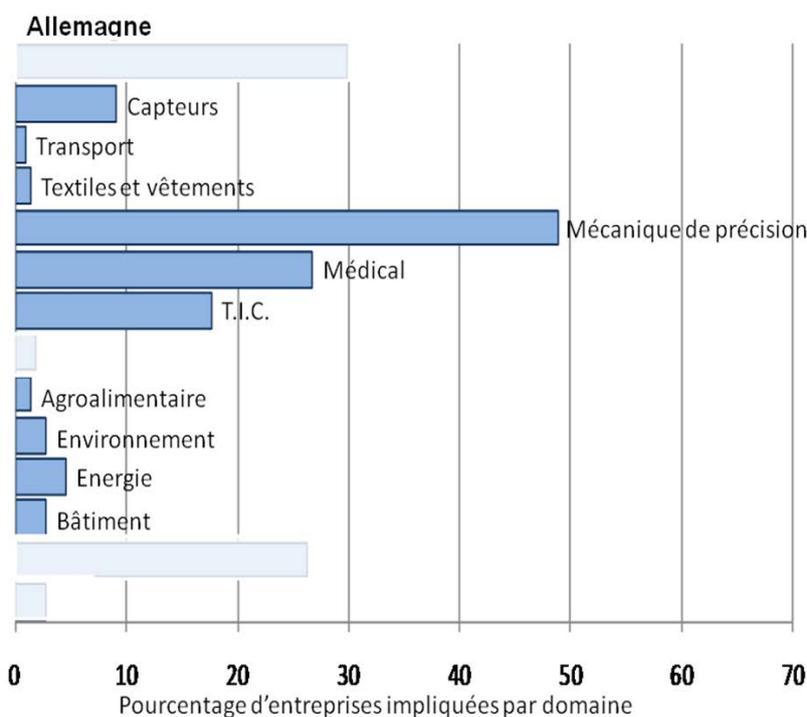


Illustration 23. Typologie en pourcentage des entreprises allemandes répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.

Avec les critères que nous avons choisis³⁵, de fortes capacités apparaissent pour la mécanique de précision et le médical, alors que les technologies de l'information et de la communication et les capteurs se placent à un niveau intermédiaire.

Conclusion

L'Allemagne apparaît comme un pays de référence, avec les Etats-Unis et Israël, sur les nanotechnologies.

Il convient de mener une veille permanente scientifique et technologique sur ce pays³⁶. Comme Israël, l'Allemagne a structuré sa recherche, ses instituts, son industrie avec une programmation concertée avec les ministères financeurs tels que le BMBF et le Ministère fédéral de la Défense³⁷.

³⁵ Voir le paragraphe 1.1.3 du rapport.

³⁶ Ambassade de France à Berlin, Projets Européens à Bruxelles dans lequel ce pays est impliqué, OTAN, la communauté Helmholtz et le Ministère de la Défense allemand.

³⁷ Bundesministerium der Verteidigung (BMVg).

IV.4 Brésil

IV.4.a Données de base

Population (2011)	192 millions
Superficie	8 millions km ²
Densité de population moyenne	8,3 habitants/km ²
PIB (2011)	2 517 milliards de \$
PIB/habitant	10 816 \$
IDH (2010)	0,813

La République fédérale du Brésil est une grande démocratie, politiquement stable, qui figure depuis plus d'une décennie parmi les dix premières économies du monde, mais qui présente aussi des traits caractéristiques des pays en développement. Recouvert en partie par l'Amazonie, le plus grand bassin forestier de la planète, le Brésil est l'un des pays les plus riches du monde par sa biodiversité. Le Brésil bénéficie aussi de sources importantes en matière première diverses telles que le pétrole, le neodymium (terres rares)³⁸, etc.

Le système national de recherche et d'innovation, SNRI, brésilien est jeune et complexe, mais solidement architecturé (voir annexe 2 : Brésil). C'est un système de qualité mais ses ressources humaines et financières ne sont pas à la mesure des défis à affronter, même si des efforts très importants ont été consentis depuis une dizaine d'années.

Les investissements brésiliens en recherche et développement technologique souffrent d'une grande instabilité due aux difficultés économiques récurrentes du pays. La part de la dépense de R&D exécutée par les entreprises reste très faible.

IV.4.b Mesures et actions

Un soutien gouvernemental fort

L'élaboration de la politique nationale de développement des nanotechnologies au Brésil a commencé à la suite d'une conférence qui s'est tenu à Brasilia en novembre 2000, sur les tendances des nanosciences et nanotechnologies. Cet événement majeur a été organisé par le secrétariat politique, le ministère de la science et technologie et le conseil national de la recherche scientifique et technologique (CNPq). Au cours de cette réunion, 32 chercheurs de différentes disciplines sont parvenus à un accord sur la nécessité de créer un programme de nanosciences et nanotechnologies.

En 2001, pour faire suite à cette conférence le CNPq a appelé à la réalisation de projets de recherche inter et pluridisciplinaire pour exécuter le *Redes Cooperativas de Pesquisa Básica e Aplicada em Nanociências e Nanotecnologias* (réseaux coopératifs de recherche appliqué en nanoscience et nanotechnologies) dans le but de créer et de consolider l'expertise nationale dans ce domaine. Quatre réseaux de recherche ont été créés : matériaux nanostructurés,

³⁸ CECILIA JAMASMIE, \$8.4 billion rare earth deposit discovered in Brazil, Mining, 9 avril 2012.

nanotechnologie moléculaire et interphases, nanobiotechnologie et le réseau des semi-conducteurs nano-instruments et des matériaux nanostructurés.

En 2002, le ministère de la science et de la technologie (MCT), dans le cadre de l'initiative du Millénaire, a créé un institut pour les nanosciences à Belo Horizonte.

En 2003, lorsque le président Luis Ignacio da Silva qui s'est fortement engagé dans les nanotechnologies a été élu, le MCT a créé un nouveau programme, sous la supervision du Dr Fernando Galembeck (Professeur à l'Université de Campinas).

Si l'engagement dans les nanotechnologies a débuté dès 2000, c'est en 2004 que le gouvernement reconnaît ce secteur comme porteur d'avenir. Le gouvernement soutiendra la recherche publique mais aussi la coopération public-privé³⁹.

En 2005, les quatre réseaux montés en 2001 sont élargis à 10 réseaux (voir annexe 2, illustration 79), tous reliés au programme Brasil Nano.

Une consolidation de l'investissement c'est faite à travers le Plan pluriannuel 2004 à 2007 de la MCT. (Voir illustration 24)

Fin 2006, 106 projets de recherche étaient en cours d'exécution (50 en recherche, 46 impliquant des entreprises, 5 en coopérations internationale et 5 sur l'impact social et environnemental. En vertu de la politique de développement des biotechnologies de février 2007, les nanotechnologies et nanobiosciences sont mentionnés comme une contribution importante aux développements technologiques futurs avec des applications dans les biomatériaux, la santé humaine, l'agriculture et les biotechnologies industrielles.

Action de financement	Budget
Nanotechnology networks 2001-2003 (CNPq)	R\$3 million
Millennium Institutes 2001-2004	R\$22.5 million
Nanotechnology networks 2003-2004	R\$5 million
Sectorial funds 2003-2005	R\$6.7 million
Programme Development of Nanoscience and Nanotechnology (PPA 2004-2007) 2004-2006	R\$8.4 million
Sectorial funds 2004-2006	R\$9.1 million
RHAE Innovation 2004-2006	R\$7.1 million
National Nanotechnology program 2005-2009	R\$58.6 million
Millennium institutes and microelectronics call 2005-2008	R\$ 21.5 million
National nanotechnology programme call 2006	R\$28.4 million
Total 2001-2006	R\$170.2 million (€61.6 millions)

Illustration 24. Financement de la R&D au Brésil.

³⁹ Cependant, la publication en tant que premier auteur est majoritairement issue du secteur l'académique : Académique : 78,4%, Gouvernement : 5%, Industrie privé : 0,2%, Industrie publique : 0,8%, Hôpital : 0,1, (autres étant les publications d'auteurs étrangers). *Nanotechnology in Latia America*, Luiciano Kay, 2006.

Les centres de recherche en nanotechnologie au Brésil

Il n'existe pas un point central où la recherche en nanotechnologie brésilienne est concentrée. Cependant, certaines villes peuvent être considérées comme des nœuds de réseaux. Le gouvernement brésilien a investi dans des infrastructures de recherche en nanotechnologie tels que le LNLS synchrotron, l'institut de métrologie INMETRO, le centre de recherche en physique CBPF et dans le centre de recherche agricole EMBRAPA. (Voir annexe 2, illustration 78).

IV.4.c Secteurs prioritaires

Le Brésil travaille sur un certain nombre de domaines d'application industriels tels que l'aérospatiale, l'agro-industrie, les produits cosmétiques et de la santé, l'énergie, l'environnement et les textiles. Il a acquis des compétences en : nanobiotechnologie, nanobiostructure, nanophotonique, nanotechnologie moléculaire, nanobiomagnétisme, nanosciences, nanorevêtements, simulation et modèle, nanocosmétiques, nanoglicobiotechnologie. Mais l'activité de publication se concentre sur⁴⁰ :

- Physique : 44,5%
- Chimie : 22,3%
- Science des matériaux : 32%
- Engineering : 7,1%
- Médecine : 5,7%
- Biologie : 4,9%
- Electronique : 4,5%
- Etc

Législation

C'est en 2004 que les questions éthiques, sociales et sur les risques liés à l'utilisation des nanotechnologies apparurent au travers notamment de la création de la fondation du Réseau nanotechnologies, Société et Environnement au Brésil. Mais les scientifiques brésiliens introduisent les nanotechnologies comme un champ révolutionnaire avec un énorme potentiel de marché. Pour ne pas rater la course internationale, les conséquences sociales et les risques ont été marginalisés afin qu'ils ne puissent jeter une ombre sur une vision optimiste de l'avenir des nanotechnologies. Un débat public a été organisé mais il a divisé le pays. Les préoccupations des ONG et scientifiques sociétaux incluent les risques pour la santé à court terme et l'impact environnemental. Ils estiment aussi que les priorités de la recherche en nanotechnologie ne sont pas en adéquation avec les besoins de la société.

⁴⁰ *Nanotechnology in Latin America*, Luciano Kay, 2006.

La nécessité d'analyser les implications éthiques et les impacts sociaux dérivés de la diffusion de produits issus des nanotechnologies est intégrée dans le document public du plan d'action 2007 à 2010 du ministère des sciences et technologies (dans lequel les nanotechnologies occupent une place importante).

IV.4.d Le Brésil sur la scène internationale

Collaboration dans le secteur de la R&D

L'activité scientifique brésilienne est bien internationalisée. Avec 40,3 % de co-publications internationales (dont 31,7 % avec les Etats-Unis, 10 % avec la France et 9,5 % avec le Royaume-Uni, etc.), dans ses publications en 2001, le Brésil se situe au même niveau que la France ou le Canada selon ce critère, et dix points au-dessus de la Chine.

L'Union européenne et le Brésil ont conclu un accord-cadre de coopération depuis 1992 ainsi qu'un accord de coopération technologique depuis 2004. Un document stratégique a été établi pour la période 2007 à 2013. Cette stratégie régit les activités de coopération de développement avec un budget de 61 millions d'euros. Les priorités définies sont les suivantes :

- Augmenter les échanges, les contacts et le transfert de savoir-faire entre la Communauté européenne et le Brésil : a. Soutenir les dialogues sectoriels ; b. Utiliser des programme de l'enseignement supérieur (30,5 millions€) pour renforcer les liens entre l'Union européen et le monde universitaire brésilien ; Créer un Institut d'études européen au Brésil.
- Soutenir les projets qui ont une dimension environnementale et de développement durable au Brésil.

L'Union européenne veut stimuler les collaborations de recherche entre les chercheurs européens et les chercheurs latino-américains actifs dans le domaine des nanotechnologies à travers le 7^{ème} PCRD.

Beaucoup de ses collaborations R&D s'effectuent avec les pays qui lui sont limitrophes. En effet, Porto Alegre accueille le centre argentin RCBC de nanotechnologie. Celui-ci est très actif dans la promotion du développement des ressources humaines dans les deux pays. On remarquera aussi :

- Un centre virtuel Basilien-Mexicain en nanotechnologie qui a vocation à financer des projets collaboratifs entre ces deux pays.
- Un centre virtuel de nanotechnologie « Centro Argentino Brasileo de Nanociencia y Nanotecnologia » (CABNN) qui utilise les infrastructures des deux pays pour développer des projets communs, augmenter les capacités de ressources humaines et les échanges.

Collaboration dans le secteur industriel

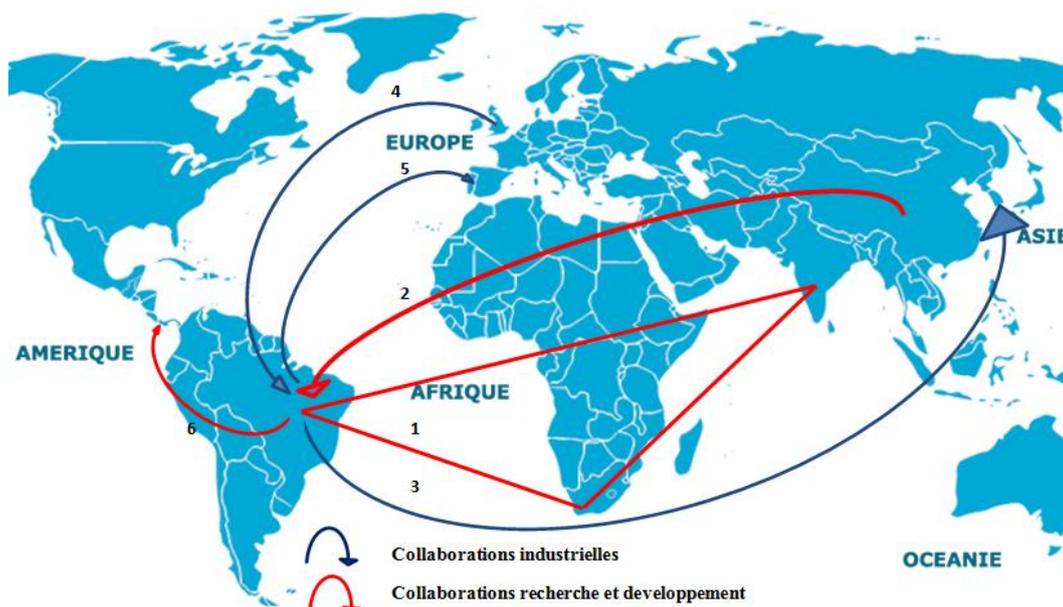


Illustration 25. Coopérations et investissements brésiliens à l'international.

L'illustration 25 montre les coopérations et les investissements brésiliens au niveau international :

1. Le Brésil, qui est en tête de la recherche en nanotechnologie en Amérique latine, a conclu un partenariat avec l'Afrique du Sud et l'Inde pour promouvoir la collaboration Sud-Sud par le biais de l'Initiative IBSA sur les nanotechnologies⁴¹.

2. Création d'un centre commun, réunissant le Brésil et la Chine, pour la recherche et l'innovation en nanotechnologie (CBC-Nano), ayant pour vocation de développer un programme de recherche coopérative et de développement, en vue de promouvoir le progrès scientifique et technologique dans la recherche et l'application de matériaux avec des nanostructures, de consolider et d'étendre la recherche dans le domaine, et d'accroître la formation scientifique⁴². La Chine a montré un intérêt dans le développement de capteurs et de l'équipement pour le diagnostic médical avec le Brésil.

3. La compagnie brésilienne étatique de recherche agricole, Embrapa, a annoncé qu'elle allait ouvrir un nouveau laboratoire virtuel (Labex) en Corée du Sud, afin de travailler en Chine et au Japon. Embrapa veut améliorer sa connaissance des systèmes locaux de contrôle sanitaire et phytosanitaire, afin d'adapter les produits brésiliens sur les marchés de la région. Cette démarche permettra également l'accès à des banques de ressources génétiques en Asie⁴³.

4. Collaboration Brésil-Royaume-Uni dans le cadre d'un réseau sur l'innovation dans les biosciences, afin de permettre un transfert des connaissances et de promouvoir l'interaction des membres de *Biosciences KTN* avec une partie de la communauté des investisseurs en

⁴¹ Priya Shetty, *Nanotechnologies pour la santé : Faits et chiffres*, ScidevNet, Réseau Sciences et Développement, 24 novembre 2010.

⁴² China & Brazil To Set Up Joint Nanotechnology hub in Sao Paulo, Asian scientist newsroom, 6 août 2011.

⁴³ Brazil: Embrapa opens virtual lab in South Korea to act in China and Japan, macauhub, 21 novembre 2008.

provenance du Brésil. Ce réseau interviendra en capital risque au Brésil, avec un accès direct aux entreprises du Royaume-Uni qui sont particulièrement adaptées aux marchés de la biotechnologie brésilienne et aux sociétés membres qui pourraient avoir un intérêt dans la recherche de financement et / ou de collaborations au Brésil.

5. Dans le cadre d'une coopération Brésil-Portugal, un atelier sur les nanotechnologies a eu lieu au PFBC (Centre brésilien de recherche en physique du ministère de la Science et de la technologie, à Rio de Janeiro), dans le cadre du Protocole entre le Ministère de la science, la technologie et l'enseignement supérieur de la République portugaise et le Ministère de la science et la technologie de la République du Brésil⁴⁴.

6. Le Costa Rica et le Brésil coopèrent dans le domaine des nanotechnologies et du génie aérospatial⁴⁵.

On remarque que les collaborations identifiées dans le cadre de cette étude sont fortement axés sur la R&D.

⁴⁴ 1st Brazil-Portugal International Cooperation in Nanotechnology Workshop, UMIC, Ministry of education and science, 17 juillet 2010.

⁴⁵ *Costa Rica & Brazil Cooperate in Nanotechnology & Aerospace Engineering*, MICITI, Ministerio de ciencia y tecnologia, 23 novembre 2010.

IV.4.e Evolution du nombre de brevets

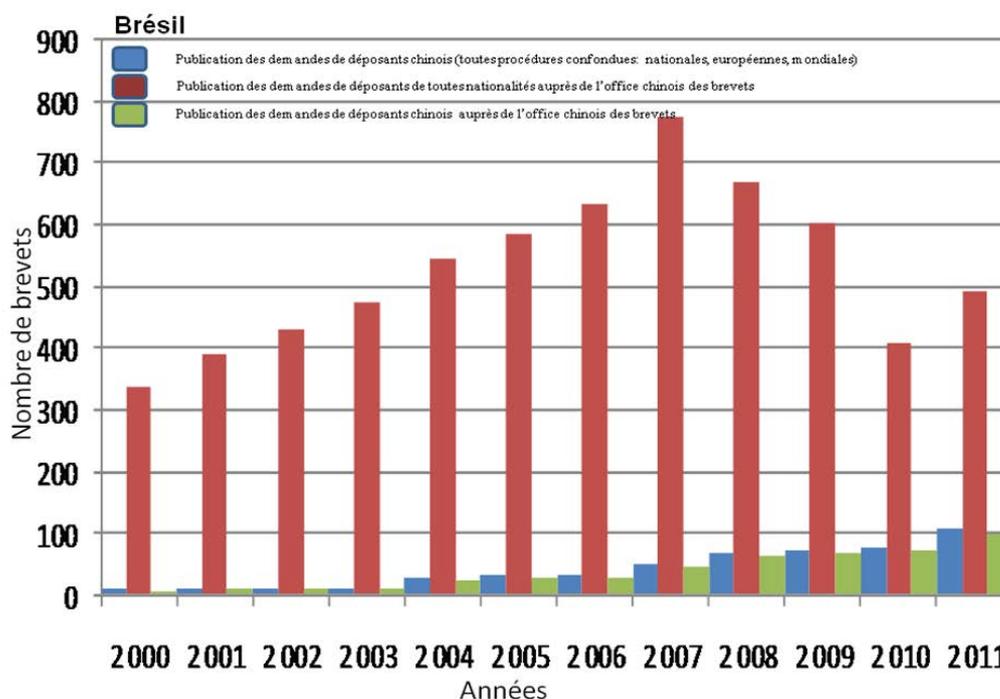


Illustration 26. Brevets publiés au Brésil entre 2000 et 2011.

La quasi-totalité du budget R&D est financé par l'Etat. Les chercheurs brésiliens privilégient la publication au brevet, mais cette démarche favorise l'utilisation des résultats de la recherche au profit d'entreprise étrangères. Le gouvernement a donc pris des mesures pour éviter ce scénario et la fuite de cerveau vers des pays émergents dans le domaine (Chine, Russie, etc.). Le graphique de l'illustration 26 nous confirme que cette démarche de dépôt de brevet commence doucement à prendre au Brésil puisqu'elle est en augmentation constante. Comparativement au autre pays le nombre de dépôt reste très faible et positionne le Brésil à la 12^{ème} place si l'on considère les 13 pays étudiés.

De plus, il existe un écart très important entre les déposants brésiliens et les déposants de toutes nationalités confondues. Il semble en plus que les dépôts de brevets par des nationalités étrangères aient augmenté entre 2000 et 2007 pour finalement chuter fortement.

Les statistiques de dépôts de brevets révèlent une difficulté toujours existante du système brésilien à transformer ses avancées scientifiques en innovations technologiques et applications commerciales.

IV.4.f Typologie des entreprises

Les moyens mis en œuvre pour cette étude n'ont pas permis de mettre en évidence la présence d'un tissu industriel dans le domaine des nanotechnologies. Ce manque d'information ne signifie pas qu'il n'existe pas un tel tissu, mais le manque de structure tel que infogreff dans ce pays rend difficile sa mise en évidence. Néanmoins, les enquêtes d'innovation qui couvrent la période 1998 à 2000, réalisées selon une méthodologie

compatible au Brésil et en Europe, montrent que seulement 4 % des entreprises industrielles brésiliennes mettent sur le marché des produits inédits, tandis que ce pourcentage s'élève à 18% pour leurs homologues français⁴⁶. Cette enquête va dans le sens des résultats obtenus qui amène à penser que la valorisation de la recherche public est faible. De plus, la recherche publique est au stade antérieur au développement de produit et peu en phase avec le secteur industriel. On peut espérer que dans quelques années les connaissances acquises seront transformées en produit commercialisable.

Conclusion

Le Brésil a suivi la tendance internationale depuis 2000 en s'intéressant au secteur des nanotechnologies. La politique de nanotechnologies et nanosciences qui a débuté sous le gouvernement de Fernando Henrique Cardoso (1999 à 2002) avait pour but de créer un Centre de référence en nanotechnologie lié au MCT. Ce centre avait la double mission de stimuler la recherche universitaire et encourager l'utilisation des nouvelles technologies par le secteur privé. Cette politique nationale a été encouragée et légitimée par l'élite de la communauté scientifique. Le Brésil, par son nombre de publication et de brevet, est leader en nanotechnologie dans la région d'Amérique du sud (Argentine, Uruguay, Chili)⁴⁷. Malgré la multidisciplinarité des programmes brésiliens, la plupart des publications se concentre sur le domaine de la physique, la chimie et la science de matériaux.

Si l'on constate que cette politique, poursuivie par Lula, a permis la création de nombreux centres de recherche en nanotechnologie et des collaborations à l'internationale, pour autant, un tissu industriel consistant n'a pas encore vu le jour. Il est donc essentiel que le Brésil se dote d'un organisme pour faciliter le transfert de technologie.

Les possibilités de modernisation et d'optimisation à moyens constants de la coopération bilatérale entre les deux pays doivent prendre en compte les priorités scientifiques affichées par les autorités française et brésilienne, lesquelles mettent l'une et l'autre en avant le développement de l'innovation et du transfert technologique, essentiel à la compétitivité.

Le Brésil n'apparaît pas comme un partenaire de premier ordre pour la France dans le domaine industriel, mais il pourrait susciter des collaborations intéressantes dans le domaine de la recherche au profit des nanotechnologies.

⁴⁶ *Brazilian Scientists Embrace Nanotechnologies*, Invernizzi, Noela, RELANS, 2007.

⁴⁷ L'université de Sao Paulo et d'Estadual de Campinas concentre à elle seule 34 pourcent des publications d'Amérique du sud.

IV.5 Chine

IV.5.a Données de base

Population (2011)	1,34 milliard
Superficie	9,6 millions de km ²
Densité de population moyenne	140 habitants/km ²
PIB (2011)	7 000 milliards de \$
PIB/habitant	5 200 \$
IDH (2009)	0,77

IV.5.b Mesures et actions⁴⁸

La République Populaire de Chine considère les nanosciences et les nanotechnologies (NST) comme un domaine d'avenir, notamment au point de vue économique et a mis en œuvre un certain nombre de programmes pour développer ce secteur.

En 2006, le gouvernement chinois a engagé, via le Conseil des Affaires, un plan national à long terme (de 2006 à 2020) consacré au développement scientifique et technologique du pays où les NST prenaient une place grandissante.

Une politique de recherche, d'industrialisation et de commercialisation volontariste de produits et de technologies s'est engagée, amplifiant ainsi l'effort qui préexistait depuis les années 2000.

Des fonds très significatifs ont été attribués par l'État à plusieurs programmes de R&D, notamment le plan national de recherche, le plan 863 et le plan 973. Les investissements ont représenté, entre 2006 et 2010, environ 760 millions dollars, soit une augmentation de près de 300% par rapport à la période 2001 à 2005.

Les publications et les demandes de brevets en NST ont été en très forte croissance entre 2000 et 2010, reflet de l'importance du soutien gouvernemental et de l'attrait de thèmes nouveaux pour les chercheurs. (voir illustration 27)

La Chine se place actuellement en 1^{ère} position mondiale du point de vue du nombre de brevets déposés sur les nanotechnologies, surpassant les USA depuis 2010.

⁴⁸ ALAIN DE NIEVE, *Panorama des programmes et investissements en faveur des nanotechnologies*, Agoravox, 20 octobre 2009.

JIM WANG, *Le développement de la nanotechnologie en Chine*, association China Nanotech.

ZOE LOMBARD, *Bilan du XI^{ème} plan quinquennal en matière de nanosciences, la Chine développe son propre dispositif de standardisation de nano-objet*, BE Chine n°100, 28 janvier 2011.

China's Program for Science and Technology Modernization: Implications for American Competitiveness, U.S.-China economic and security review commission, CENTRA Technology, Inc, Micah Springut, Stephen Schlaikjer, janvier 2011.

Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology, Jürgen Altmann and Mark A. Gubrud, Institut für Experimentalphysik, Universität Dortmund, 2004.

Le pays aurait actuellement plus de 350 universités, une trentaine d'instituts de recherche et plus de 400 entreprises concernées par les NST, avec un effectif global d'environ 26 000 chercheurs.

L'Etat investit également de façon importante pour industrialiser les résultats de la recherche et faciliter la commercialisation des produits issus de celle-ci⁴⁹.

IV.5.c Secteurs prioritaires

Les financements sont accordés en fonction des priorités gouvernementales pour moderniser les secteurs stratégiques du pays : agriculture, environnement, santé et défense.

Les nanotechnologies trouvent naturellement des débouchés importants sur les segments d'activité correspondant à ces grands domaines, bénéficiant en tout premier lieu d'un marché intérieur considérable.

Divers organismes et sociétés produisent et commercialisent, dès à présent, des nanomatériaux, notamment des métaux rares et des oxydes métalliques, ainsi que diverses technologies.

Une enquête réalisée en 2009 par l'Association *China Nanotechnologies* met en évidence l'importance à venir des MEMS, dans des secteurs en forte croissance : électronique, télécommunications, aérospatial, automobile, biotechnologies et applications médicales.

Trois pôles géographiques importants ont été développés, rassemblant des centres d'enseignement et de R&D, des incubateurs et des entreprises de statuts très variés :

- Au nord, le Centre national de nanosciences de Pékin.
- Au nord-est, l'Institut national de recherches en nanotechnologies et d'ingénierie de Tianjin.
- Au sud, le Centre national de nanotechnologies et d'ingénierie appliquée de Shanghai.

Le Centre national de nanosciences de Pékin regroupe un grand nombre d'académies, d'universités et d'instituts : l'Académie des sciences chinoise, l'Institut de recherches sur le fer et l'acier pour la Chine, l'Université Polytechnique de Pékin, l'Académie des matériaux pour le bâtiment de Pékin, l'Université de Pékin, l'Université technologique de Pékin, l'Université de Tsinghua, l'Université technologique de la chimie, l'Université de Tianjin, l'Université de Nankai et celle de Jilin.

Le Centre national de Shanghai regroupe principalement : l'Académie des sciences chinoise, l'Université des Sciences et de la Technologie de la Chine, l'Université de la Technologie de l'Est de la Chine, l'Institut de Physique et de Technologie de Shanghai, l'Université de Shanghai-Jiaotong, l'Université de Fudan, l'Université de Tongji, l'Université de Zhejiang, l'Université de Nanjing et celle du Shandong.

Ces deux pôles drainent 80% de l'activité NST du pays.

⁴⁹ Un exemple probant est le Parc international d'innovation en nanotechnologies de Suzhou, qui a plus que doublé son chiffre d'affaires entre 2008 et 2009, avec un résultat de près de 400 millions \$ en 2009 et un niveau de croissance analogue en 2010.



IV.4.d Evolution du nombre de brevets

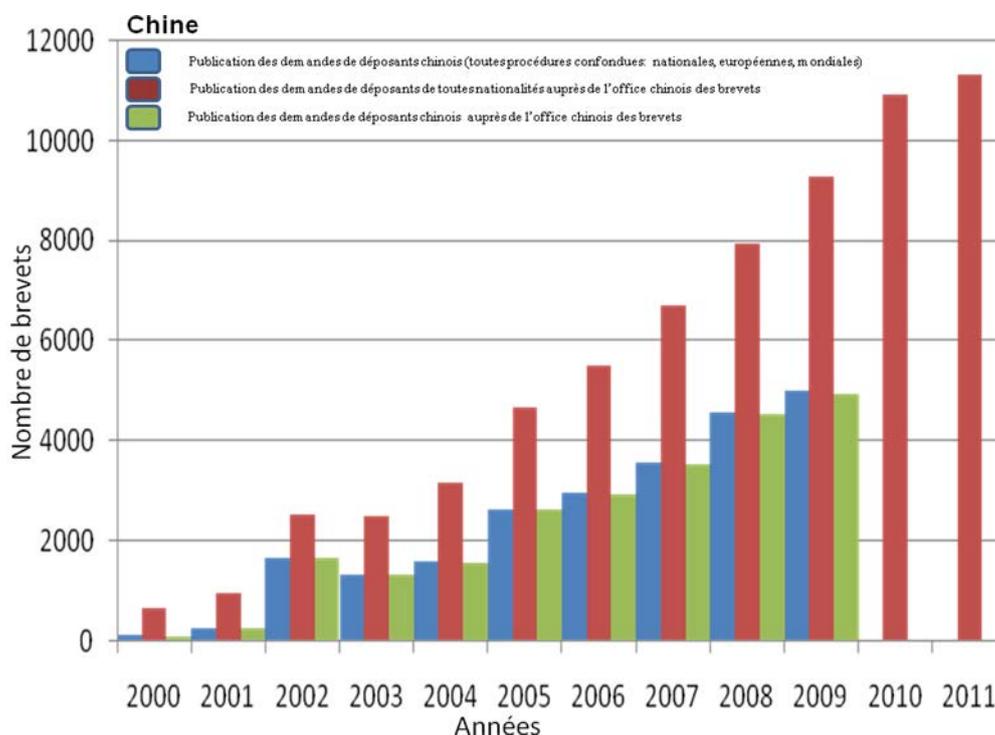


Illustration 27. Brevets publiés en Chine entre 2000 et 2011.

La Chine se place actuellement en 1^{ère} position mondiale du point de vue du nombre de brevets déposés sur les nanotechnologies, surpassant ainsi les Etats-Unis depuis 2010. La croissance est constante et très forte de 2000 à 2011.

IV.5.e Typologie des entreprises

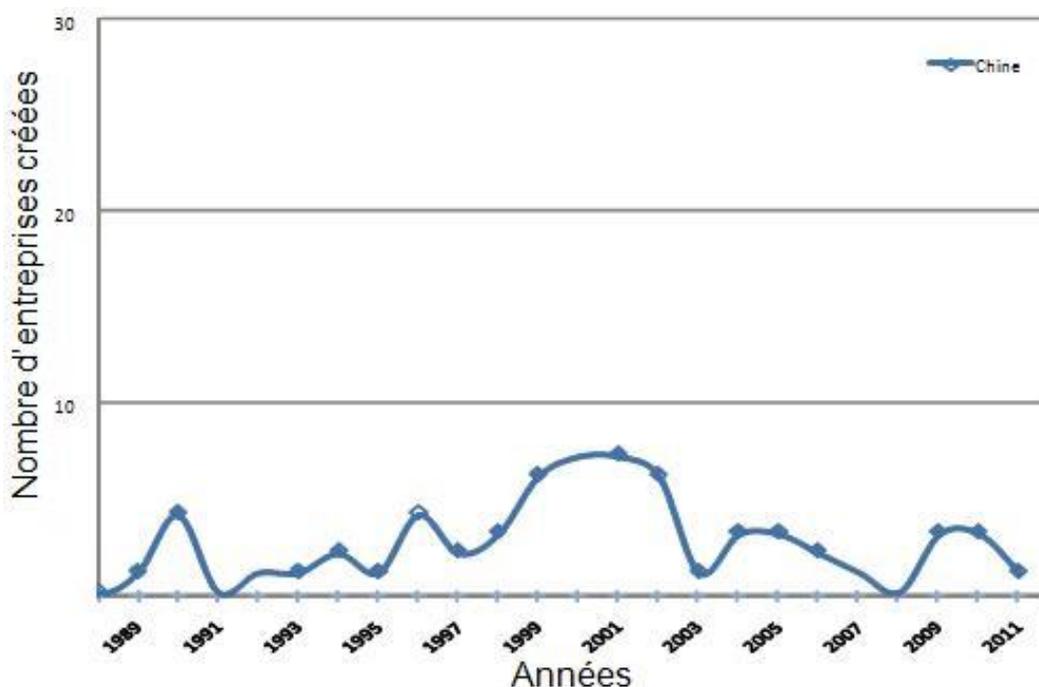


Illustration 28. Création de 62 entreprises de nanotechnologies en Chine de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 75 dont 62 créées sur la période de 1988 à 2011. On remarque un début d'activité ponctuel en 1990 puis un réel démarrage en 1996. Comme beaucoup d'autres pays, l'apogée est en 2001 qui est suivit d'une régression depuis, même si l'on remarque une petite reprise en 2009 et 2011.

L'illustration 28 indique le nombre d'entreprises chinoises impliquées dans les divers domaines des nanotechnologies. Tous sont représentés, à l'exception de l'agroalimentaire.

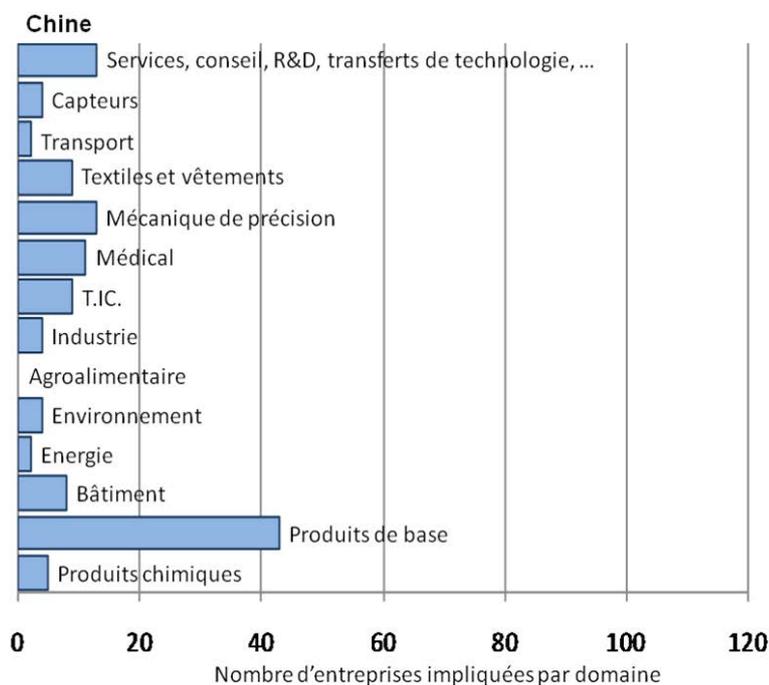


Illustration 29. Typologie des 75 entreprises chinoises recensées.

Bien que ces 75 entreprises ne représentent vraisemblablement qu'une part limitée⁵⁰ de toutes celles existantes, cet échantillon donne une bonne idée des catégories qui se sont le plus développées.

L'illustration 30 présente ces résultats en pourcentage d'entreprises recensées, par rapport aux 75 au total, pour les 10 domaines retenus au titre d'applications possibles au niveau militaire et/ou sécuritaire.

⁵⁰ Les start-up sont difficiles à identifier par rapport aux entreprises effectuant de la R&D.

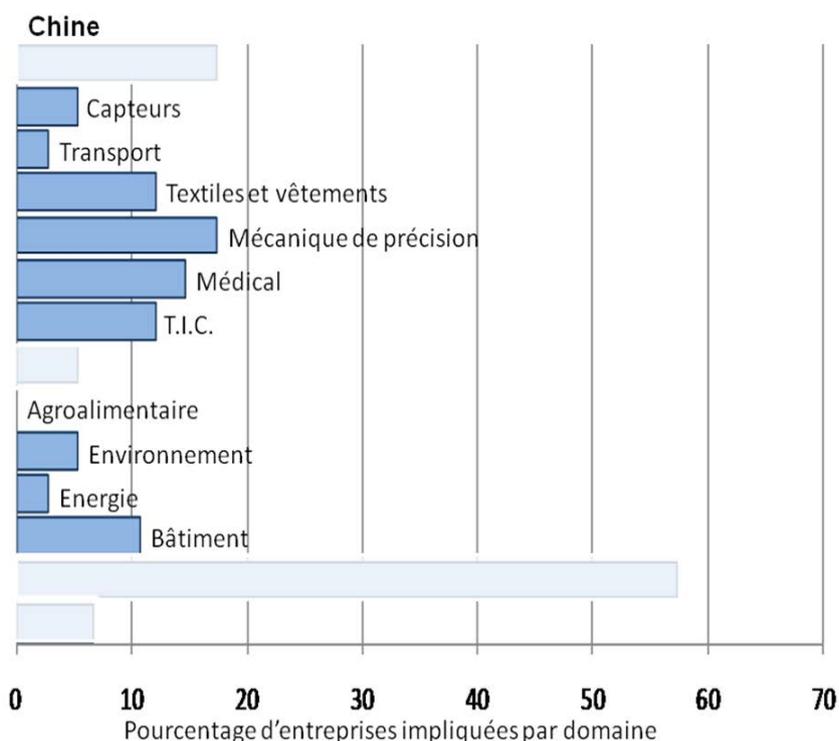


Illustration 30. Typologie en pourcentage des 75 entreprises chinoises recensées.

Avec les critères retenus⁵¹, aucune forte capacité n'est mise en évidence ce qui signifie que la Chine a des capacités diversifiées. Cependant, la mécanique de précision, le médical, les T.I.C., les textiles et vêtements et le bâtiment se positionnent à un niveau moyen, ainsi que, mais dans une moindre mesure encore, les capteurs et l'environnement.

Conclusion

Il apparaît clairement que les entreprises chinoises en nanotechnologies sont nettement majoritaires dans le domaine des « produits de base » (nano poudres, nano tubes, nano alliages,...), les autres domaines se situant bien en-dessous. Il est probable que ceux-ci seront bien mieux représentés dans les prochaines années.

L'acquisition de produits spécialisés auprès d'entreprises chinoises pourrait donc, le cas échéant, répondre à certains besoins français.

⁵¹ Voir la section IV. 1 du rapport.

IV.6. Corée du Sud

IV.6.a Données de base

Population (2011)	48,754 millions
Superficie	99 274 km ²
Densité de population moyenne	488 habitants/km ²
PIB (2011)	1,356 milliards de \$
PIB/habitant (2011)	27 813 \$
IDH (2011)	0,897

IV.6.b Mesures et actions

La République de Corée consacre, pour la R&D de ses programmes dédiés aux nanosciences et aux nanotechnologies, un effort important : environ 3,5 % du PIB. Cet effort de R & D s'articule autour de cofinancements dans des partenariats Public Privé. Il correspond à la volonté du pays de passer à une troisième phase de son développement industriel, après les deux premières phases basées respectivement sur le développement des industries légères puis des industries lourdes et mécaniques.

La priorité est désormais donnée aux secteurs jugés d'avenir⁵², en misant également sur le développement des services⁵³. La mise en œuvre récente d'une politique de décentralisation vise à développer des pôles régionaux dans un état encore très centralisé (voir annexe 3 : Corée du Sud, Appendice 1). Une politique de collaboration internationale active vise également à acquérir des compétences élevées dans des domaines technologiques de pointe⁵⁴.

Créé en 1999, le *National Science and Technology Council* (NSTC) définit les priorités et est chargé de coordonner efficacement les politiques de Science et Technologie et les programmes de R&D, à l'échelon national. Présidé par le président de la République, il est composé des ministres des ministères à vocation scientifique et technologique et de représentants académiques et industriels. (voir annexe 3 : Corée du Sud, Appendice 2)

La Corée du Sud se situe au 4^{ème} rang parmi ce Top 15⁵⁵ des 15 clusters mondiaux les plus importants, pour les centres de recherche en nanotechnologies (voir illustration 31).

⁵² Notamment, la croissance verte comprenant les biotechnologies, les nanotechnologies, les matériaux innovants, les voitures et batteries électriques.

⁵³ *Statistical Yearbook of Education 2011*, MEST and Ministry of Education, Science and Technology : <http://www.mest.go.kr>

⁵⁴ *Recherche et Technologie en Corée du Sud*, Section scientifique de l'Ambassade de France, septembre 2009.

⁵⁵ *Clusters mondiaux, Regards croisés sur la théorie et la réalité des clusters. Identification et cartographies des principaux clusters internationaux*, Arnaud Largier, IAURIF, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, janvier 2008.

Pays	Ville Centre	Nb Adresses	Taux de variation 1998-2006 (%)
Japon	Tokyo	35363	69
Chine	Beijing	26492	410
Japon	Kyoto	22285	74
Corée du Sud	Seoul	20343	263
France	Paris	16385	55
USA	Berkeley	16176	100
Japon	Tsukuba	14003	234
USA	Washington	13292	102
Chine	Shanghai	12347	519
USA	Boston	11650	124
Russie	Moscou	10368	60
Singapour	Singapour	10256	423
Allemagne	Berlin	9065	57
Taiwan	Hsinchu	9057	251
Japon	Nagoya	8575	112

Illustration 31. Les 15 clusters nanotechnologiques les plus importants et leur taux de croissance.

Selon l'institut suisse *International Institute for Management Development* (IMD), la Corée est classée, au niveau international, 38^{ème} en terme de compétitivité scientifique, 12^{ème} en terme de compétitivité technologique et 6^{ème} en terme de compétitivité nationale. (voir annexe 3 : Corée du Sud, Appendice 3).

IV.6.c Secteurs prioritaires

Dans le domaine des nanotechnologies, la Corée du Sud privilégie l'approche système et pousse les convergences entre T.I.C., biotechnologies et énergie-transport.

De 2005 à 2007, la Corée du Sud montrait une croissance forte et continue dans les nanotechnologies (illustration 32), qui la positionnait entre le 5^{ème} et 10^{ème} rang mondial, selon des études marketing⁵⁶.

⁵⁶ A) Competitiveness of Various Countries in NT, (Lux Research Report, Dec. 2007) – B) Avis et rapports du Conseil Economique et Social: Les Nanotechnologies, M. Alain Obadia, 2008 N°21 NOR : C.E.S. X08000121V – C) Emerging Nanotechnologies power - Nanotechnology R&D and Business Trends in the Asia Pacific Rim, © World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., <http://www.worldscibooks.com/nanosci/7224.html>

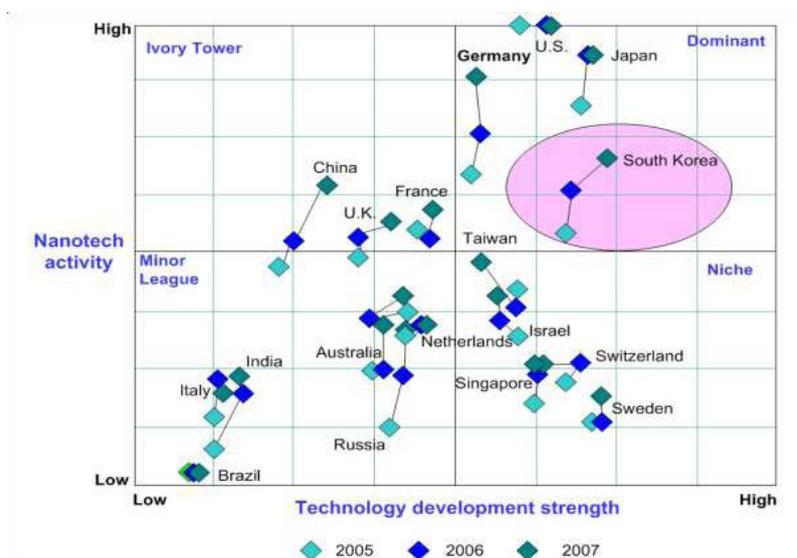


Illustration 32. Compétitivité de différents pays dans le domaine des nanotechnologies.

Le pays s'est doté d'une feuille de route⁵⁷ comportant cinq objectifs stratégiques :

- Développer une société basée sur l'information, le savoir et l'intelligence
- Améliorer les systèmes de santé et la biologie
- Développer les secteurs de l'environnement et de l'énergie
- Renforcer les industries majeures coréennes (transports, matériaux)
- Améliorer les secteurs d'intérêts nationaux (aéronautique/aérospatial, sécurité alimentaire et préservation des ressources naturelles)

Ces orientations se retrouvent dans les 8 secteurs les plus dotés en termes d'investissements publics :

- Technologies de l'information et électronique, secteurs les plus largement financés (33,4%)
- Biotechnologies, biologie (23,7 %)
- Génie mécanique (9,8%)
- Energie⁵⁸ / ressources (9,8%)
- Sciences fondamentales (6 %)
- Aérospatial (6 %)
- Environnement et nanomatériaux (environ 6 % chacun)
- Transports, construction (5,2%)

Plusieurs grands programmes de R&D nationaux, spécifiques ou généraux, ont été mis en

⁵⁷ *National Technology Roadmap.*

⁵⁸ *Nanotechnology and the Millennium Development Goals : Water, Energy, and Agri-food*, Susan Cozzens, U.S. National Science Foundation, Center for Nanotechnology and Society at Arizona State, University under Grant No. 0531194, 10 juin 2010.

œuvre depuis le début des années 1990, avec pour objectif d'amener les capacités technologiques du pays à des niveaux équivalents à ceux des autres pays de l'OCDE. Le gouvernement mène une stratégie à long terme, et établit tous les 5 ans le Plan Fondamental de la Science et de la Technologie⁵⁹.

Sept priorités ont été définies :

- Renforcement des industries phares (automobiles, semi-conducteurs...)
- Renforcement des secteurs stratégiques (aérospatial, armement, nucléaire...)
- Définition de nouveaux secteurs industriels (pharmaceutique...)
- Promotion de la science et la technologie basée sur la connaissance (culture, médias, design...)
- Traitement des sujets à risques (maladies émergentes, grippe aviaire, vache folle...)
- Implication dans les causes mondiales (sous-alimentation, sous-développement, environnement...)
- Développement des technologies de convergence.

En 2007, le *Ministry of Education, Science and Technology* (MEST) a ajusté tous ses investissements en R&D pour en faire bénéficier les champs technologiques prioritaires :

1. Renforcer les investissements productifs en nanotechnologies.
2. Accroître les liens de la R&D militaire et de la R&D publique.
3. Spécifier les stratégies de développement en biotechnologies selon les domaines d'application, et notamment, le développement de nouveaux médicaments.

IV.6.d Programmes liés à la défense et à la sécurité

Parmi toutes les applications des nanotechnologies, certaines qui présentent des intérêts stratégiques plus immédiats sont classées comme prioritaires en Corée du Sud.

Au-delà du nouveau transistor sub-nano, l'informatique se tourne vers la communication optique, l'ordinateur quantique ou encore les NEMS, successeurs nanos des *Micro Electro Mechanical Systems* (MEMS). Un des autres objectifs essentiels est le développement de méthodes de séquençage de l'ADN rapides et économiques, domaine que les nanotechnologies devraient révolutionner.

Les tensions envers la Chine, entre le contrôle de son image et ses intérêts militaires, ont été évoquées par la Corée du Sud, à plusieurs occasions depuis 2010⁶⁰. Ces tensions poussent la Corée du Sud, considérée comme le porte-avion américain en face de la Chine⁶¹, à disposer elle-même des dernières hautes technologies, d'une industrie forte et performante finançant ses programmes militaires, en disposant de technologies duales propres comme les

⁵⁹ Dernier Plan : 2008 à 2012.

⁶⁰ Ceci inclut des discussions sur la façon dont Pékin devrait répondre aux tensions de Mer de Chine du Sud et aux exercices communs des États-Unis - Corée Du Sud en Mer Jaune.

⁶¹ *Annual report to congress, Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2011*, Office of the Secretary of Defense, 2011.

nanotechnologies.

IV.6.e Evolution du nombre de brevets

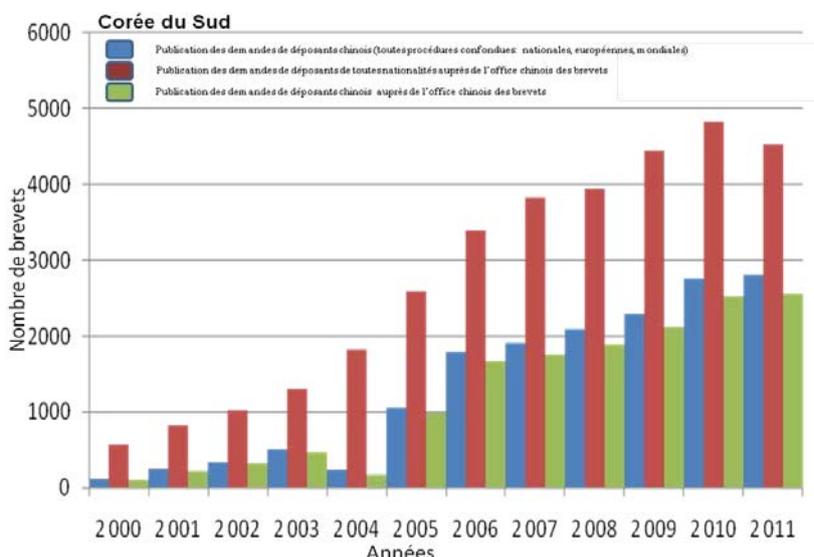


Illustration 33. Les brevets publiés en Corée du Sud entre 2000 et 2011.

En matière de dépôt de brevets, les performances de la Corée du Sud sont impressionnantes, comme l'atteste sa 4^{ème} place sur les 13 pays considérés. On remarque une progression constante de 2000 à 2010 (illustration 33).

IV.6.f Typologie des entreprises

La Corée du Sud collabore activement, sur la scène internationale, dans le secteur la R&D, notamment avec les trois pays suivants :

- La France : l'ossature de la coopération Science et Technologie France / Corée du Sud⁶² permet de financer la mobilité de chercheurs d'une trentaine de projets conjointement choisis sur critères d'excellence scientifique par les deux parties. C'est un outil d'échanges destiné à la mise en réseau des scientifiques et non à la recherche collaborative en elle-même. La gestion du programme est confiée à la *National Research Foundation*, pour la partie coréenne, et à l'Ambassade de France en Corée. Par ailleurs, plusieurs équipes coréennes sont financées par les programmes multilatéraux du Ministère des Affaires Etrangères français, dans le cadre de projets de recherche franco-asiatiques dans le domaine des T.I.C.⁶³.
- La Chine : les thèmes de coopération retenus sont la prévision météorologique, les biotechnologies, les nouveaux matériaux, les technologies de l'environnement, les technologies laser appliquées ainsi que la commercialisation des technologies de pointe. Les deux pays ont créé 4 centres de recherche conjoints en Corée et 2 en Chine.

⁶² Partenariat Hubert Curien signé le 15 juin 2009 à Paris (ex PAI) « STAR ».

⁶³ Programme STIC-Asie.

- La Grande-Bretagne : la Corée du Sud a signé avec elle un 1^{er} accord de coopération Science et Technologie en 1985. Les 2 pays ont fléché les 9 thématiques prioritaires suivantes : optique, biotechnologies, T.I.C., hydrates gazeux, industries créatives, énergie, environnement, espace, nanotechnologies. Six centres conjoints ont été mis en place depuis 2004, dont 2 avec l'Université de Cambridge⁶⁴. Des coopérations se développent dans le domaine des neurosciences et des nouvelles énergies.

De plus, la Corée du Sud a rejoint l'OCDE en 1996. Elle participe depuis très activement aux différentes instances, dont le Comité de la politique scientifique et technologique (CPST). Plusieurs centres régionaux ont une implantation à Séoul : *International Vaccine Institute*, (*Asian Pacific Centre for Transfer Technology APCIT*).

L'illustration 34 montre le nombre d'entreprises créées annuellement en Corée du Sud, au cours des dernières années, mettant en œuvre des nanotechnologies.

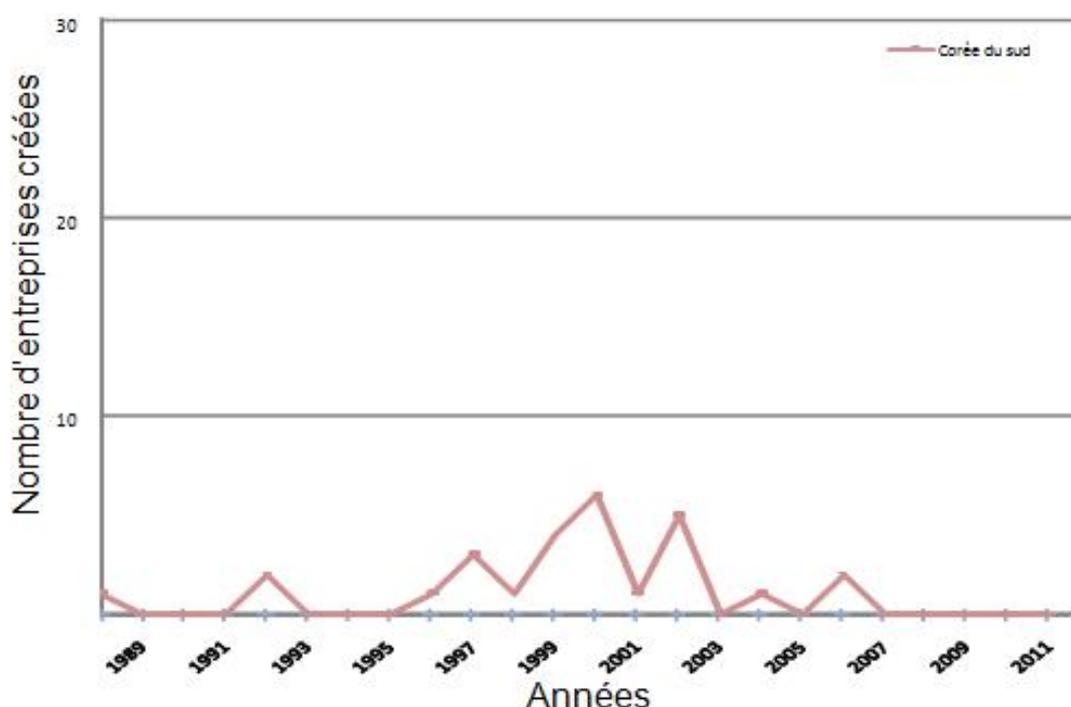


Illustration 34. Création de 27 entreprises de nanotechnologies en Corée du Sud de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 41 dont 27 entre 1988 et 2011. La Corée du sud place donc en 8^{ème} position.

Le pic le plus important se trouve en 2000. Depuis, on observe une décroissance lente de création d'entreprises de nanotechnologies. En 2007, le MEST a ajusté ses investissements en R&D pour en faire bénéficier les champs technologiques tels que les nanotechnologies. Mais on ne remarque pas d'effet de cette mesure sur le nombre de création d'entreprises.

L'illustration 35 donne les domaines d'activité d'entreprises.

⁶⁴ Respectivement avec le KAIST en optoélectronique et avec l'ETRI en nano-, biotechnologies et TIC.

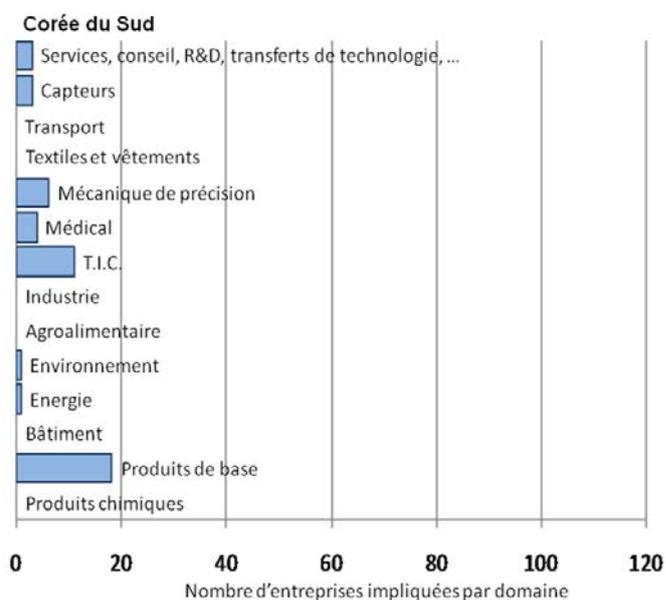


Illustration 35. Typologie des 41 entreprises coréennes recensées.

Il faut noter l'absence des produits chimiques, du bâtiment, de l'agroalimentaire, de l'industrie, des textiles et vêtements et du transport.

Les domaines les mieux représentés (technologies de l'information et de la communication et produits de base⁶⁵) correspondent à la feuille de route qu'a souhaité suivre la Corée du Sud.

L'illustration 36 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensées, par rapport aux 41 dénombrées au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

⁶⁵ Sous entendant, notamment, les nanomatériaux.

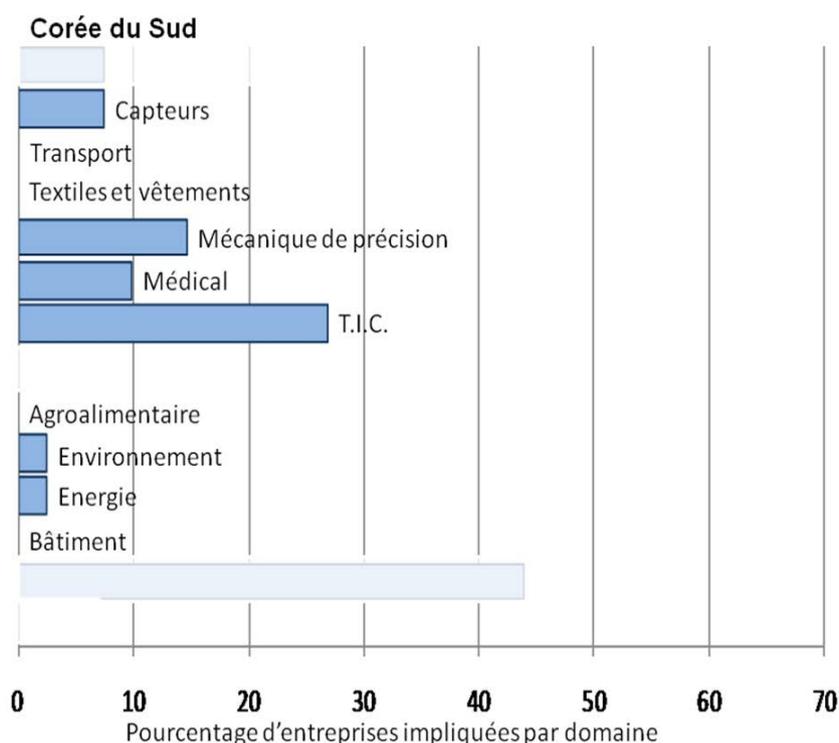


Illustration 36. Typologie en pourcentage des entreprises coréennes.

Avec les critères de sélection retenus⁶⁶, une capacité assez forte apparaît pour les technologies de l'information et de la communication alors que la mécanique de précision, le médical et les capteurs se placent à un niveau intermédiaire.

Conclusion

Contrairement à la France, la Corée du Sud s'est dotée d'une réelle stratégie gouvernementale sur les nanotechnologies, couvrant les universités, l'industrie, la défense, les relations internationales de façon intégrée et coordonnées. Il en est découlé la création de nombreux emplois pérennes avec des industriels ayant un réel leadership.

Le soutien au transfert de technologie et à la commercialisation de produits est une priorité pour transformer les promesses de la recherche. Le programme de nanotechnologies demeure robuste et bien équilibré pour renforcer, notamment, son potentiel de défense.

⁶⁶ Voir le paragraphe 1.1.3 du rapport.

IV.7 Etats-Unis

IV.7.a Données de base

Population (2012)	313 millions
Superficie	7 700 000 km ²
Densité de population moyenne	33.7 habitants/km ²
PIB (2011)	15,094 milliards de \$
PIB/habitant (2012)	48 386 \$
IDH (2012)	0.910

IV.7.b Mesures et actions

Programmes nanosciences et nanotechnologies (NST)

A la fin des années 90, des « think tanks »⁶⁷ aux USA commencent à entrevoir les possibilités d'un domaine émergent à savoir les nanotechnologies. Leur développement va néanmoins se heurter au découpage administratif des agences fédérales spécialisées dans le financement de la R&D dans un domaine particulier. La compréhension et la maîtrise de nouveaux phénomènes et propriétés à l'échelle nanométrique ne viennent pas révolutionner un seul domaine en particulier – science des matériaux, énergétique, technologies de l'information, santé, etc. – mais tous à la fois. Le développement des nanosciences appelait donc à la mise en place d'un vaste programme de financement qui ne pouvait être construit indépendamment par chaque agence mais qui devait les rassembler toutes. La solution trouvée est la mise en place d'un programme fédéral de coordination global du financement des nanotechnologies, créé fin 2000 sous l'appellation de National Nanotechnology Initiative (NNI). Au sein du NNI, les plans stratégiques sont remis à jour tous les 3 ans, permettant de proposer des nouveaux outils afin d'assurer une meilleure coordination, communication et coopération entre les agences fédérales. Le NNI ne dispose d'aucune autorité sur ces dernières, libres de leurs programmes de recherche. Le budget du NNI a été multiplié par 5 en 10 ans, avoisinant les 2,1 milliards de dollars pour 2012. Avec 14 milliards de dollars investis, le NNI est aujourd'hui aux USA le programme fédéral de financement de la R&D le plus important depuis le programme spatial. Les infrastructures de recherche mises en place par le NNI constituent un socle solide sur lequel les USA comptent capitaliser afin de maintenir leur leadership mondial dans le domaine pendant la prochaine décennie⁶⁸. Le NNI a toujours bénéficié d'un support de la Maison Blanche et du Congrès. Il a survécu à 3 administrations présidentielles (Clinton, Bush et Obama) et 6 Congrès. Un tel appui, renforcé par ses

⁶⁷ Un *think tank* ou laboratoire d'idées est une institution de droit privé, en principe indépendante des partis, à but non lucratif, regroupant des experts et qui produit des études et des propositions dans le domaine des politiques publiques.

⁶⁸ *Dix ans de Nanotechnologies aux Etats-Unis – Histoire, bilan et perspectives du programme National Nanotechnology Initiative*, Vincent Reillon, Rapport d'Ambassade de France à Washington, Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique, avril 2011.

évaluations positives⁶⁹, a assuré une très forte croissance de son budget. Pour le NNI, l'année 2010 a été marquée par la validation du plan stratégique (3^{ème} version) ainsi que celle de la 2^{ème} phase pour le domaine EHS (Environment, Health, Security). L'établissement de la **feuille de route pour les dix années à venir a désigné l'énergie comme domaine principal, aux côtés de la santé, de l'électronique et de la défense nationale.** Arriver à produire en masse des nanomatériaux standardisés de manière responsable s'annonce comme le défi à relever d'ici 2020. (voir annexe 4 : Etats-Unis, appendice 1)

IV.7.c Secteurs prioritaires

Les nanosciences portent en elle la promesse de venir transformer radicalement de nombreux domaines : énergie, santé, technologies de l'information, science des matériaux... Les grands challenges listés par le NNI sont :

- Les matériaux nanostructurés par design
- La nanoélectronique, optoélectronique et magnétique
- Les soins médicaux avancés : thérapeutique et diagnostique
- L'amélioration de l'environnement
- La conversion et le stockage efficace de l'énergie
- L'exploration spatiale
- Les biocapteurs pour les traitements et pour la détection des menaces biologique
- Le transport économique et sûr
- Les nano-systèmes (nano-robots, NAVs⁷⁰ : Nano Air Vehicle)
- La sécurité nationale

L'illustration 37 présente l'évolution du budget dédié au NNI pour les principales agences. Les 4 poids lourds du NNI sont le DoD, la NSF, le DoE et le NIH, représentant 90% du budget à eux 4. Le budget du DoE est toujours en forte progression, l'énergie étant un domaine prioritaire de l'administration Obama. Celui de la NASA était relativement élevé pour la période 2001 à 2006, les budgets sont à nouveau en augmentation mais ils n'ont pas retrouvé leur niveau antérieur.

Voir annexe 4 : Etats-Unis, appendice 2

⁶⁹ *Environmental, Health, and Safety Research Needs for Engineered Nanoscale Materials*, NNI, National science and technology council, septembre 2006.

⁷⁰ *Nano Air Vehicles, a Technology Forecast*, William A. Davis, Major, USAF, Center for Strategy and Technology, Air War College, April 2007.

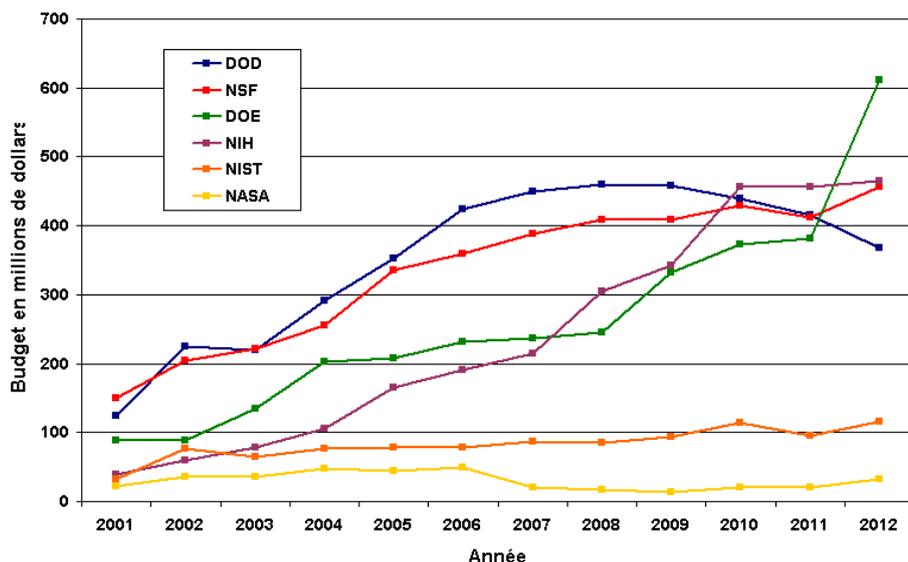


Illustration 37. Evolution du budget des agences fédérales pour le NNI par année fiscale.

IV.7.d Programmes liés à la Défense et à la sécurité

De manière générale, les nanotechnologies sont susceptibles de révolutionner les technologies dans les domaines découlant de la science des matériaux : catalyse, transistors et mémoires informatiques, biomédical, conversion et stockage de l'énergie, filtrage de l'eau, affichage vidéo, revêtements... Parmi toutes ces applications, certaines présentent des intérêts stratégiques plus immédiats et sont classées comme prioritaires aux USA, d'après les items ci-après. **La défense et la sécurité nationale sont une priorité permanente pour les USA.** Le DoD a longtemps été le premier bénéficiaire du NNI. Les intérêts du DoD sont tellement larges que toutes les applications potentielles des nanomatériaux dans les domaines de l'énergie, de l'électronique et de la santé peuvent se révéler intéressantes. Le DoD oriente aussi ses recherches sur le développement de nouveaux matériaux multifonctionnels : plus légers, résistants et durables, qui sont capables de s'auto-réparer, qui demandent moins d'énergie ou qui sont susceptibles d'être autoalimentés. Les Nanotechnologies doivent encore être considérées dans leur petite enfance technologique et d'ingénierie⁷¹.

Pour maîtriser l'utilisation des nanotechnologies dans tous les secteurs d'activités, **le développement des simulations est** entrepris et considéré comme technologie clef transverse.

Fondée en 2002, l'Institute for Soldier Nanotechnologies (ISN), financés par l'armée américaine, et conçu pour tirer parti des capacités uniques de l'armée américaine, est un exemple d'initiative en nanotechnologie gouvernement-université. Sa mission est d'améliorer considérablement la capacité de survie du soldat grâce aux nanotechnologies par de la recherche fondamentale et du transfert de technologie vers l'armée et des partenaires industriels. Les améliorations peuvent être : en diminuant le poids que les soldats portent, l'amélioration de la protection balistique, la création de nouvelles méthodes de détection et de détoxification des menaces chimiques et biologiques, mais aussi assurer un suivi physiologique et l'automatisation d'une intervention médicale. Le but ultime est d'aider l'armée à créer un système intégré des nanotechnologies pour la protection de soldat.

⁷¹ Defense Nanotechnology Research and Development Program, Department of Defense, décembre 2009.

Plan stratégique du NNI 2011 à 2020

Toutes les orientations présentées précédemment se retrouvent dans la version du plan stratégique du NNI publiée en février 2011⁷², et dans l'actualisation de la stratégie EHS⁷³. Concernant la fabrication des nanomatériaux, la conversion de l'énergie solaire et la nanoélectronique, le plan de travail a été défini de manière détaillée (Signature Initiatives)⁷⁴. Le NNI envisage d'en lancer 5 autres dans les 5 prochaines années. L'accent sera mis sur le développement responsable et les questions sociétales, répondant au besoin d'échange et de communication, en faisant naître des vocations pour assurer le développement d'une main d'œuvre qualifiée pour les années à venir. La notion phare de la nouvelle stratégie est la maîtrise du cycle de vie des nanomatériaux et des produits, composante intégrée dans tous les projets de recherche. La nouvelle stratégie inclut aussi les implications éthiques, légales et sociales comme composantes essentielles dans la poursuite du développement responsable du domaine, en insistant sur l'importance de communiquer les risques potentiels à tous les acteurs (public, travailleurs...) afin de faire avancer la prise de conscience sur l'importance de ces questions.

Six grands domaines sont identifiés :

- «Nanomaterial Measurement Infrastructures». La métrologie, les instruments de mesure, les instruments de détections ou encore les protocoles et les références sont des outils essentiels qui, pour le moment, manquent cruellement dans le domaine des nanotechnologies.

- La caractérisation de l'exposition humaine aux nanomatériaux constitue le second domaine.
- Le 3^{ème} domaine concerne la santé humaine.
- L'environnement constitue le 4^{ème} domaine
- Le 5^{ème} domaine englobe les méthodes d'évaluation et de management des risques.
- Un 6^{ème} domaine a été ajouté : l'informatique, nouveauté par rapport à la stratégie 2008, grand domaine transverse à toutes les problématiques. Il faut que les chercheurs et les agences soient capables de partager rapidement les informations et les modèles de simulation dont ils disposent par la création d'une infrastructure informatique commune à toutes les agences, en maîtrisant la qualité des données, les protocoles et références, le format des données accumulées. La simulation informatique présente alors, sur le long terme, la seule manière de pouvoir correctement estimer les risques globaux posés par un nanomatériau donné. Elle conduirait à plus de coopération et de collaboration entre les différents acteurs et entre les disciplines et assurerait une accélération du rythme des avancées. Face à ces défis, une stratégie d'action et de coordination est plus que jamais nécessaire.

Le soutien au transfert de technologie et à la commercialisation de produits s'annonce comme une priorité pour transformer les promesses de la recherche. Dans le cas contraire, les

⁷² *NNI strategic plan 2011*, NSET, février 2011. – <http://www.nano.gov/html/res/nnistrategicplan211.pdf>

⁷³ *NNI 2011 EHS Strategy (Draft)*, NSET, 6 décembre 2010.

<http://strategy.nano.gov/wp/wpcontent/uploads/2010/12/DraftEHSstrategy-17Dec2010-to-post.pdf>

⁷⁴ Les trois premières Signature Initiatives – http://www.nano.gov/html/research/signature_initiatives.html

voix qui commencent à se faire entendre et qui réclame aux USA l'arrêt de recherches coûteuses et jusqu'ici sans applications éclatantes pourraient être de plus en plus nombreuses et de plus en plus suivies. Arriver à produire en masse des nanomatériaux standardisés de manière responsable s'annonce ainsi comme le défi à relever d'ici 2020.

Depuis le lancement du programme nanotechnologie, il a toujours été clair pour les USA que l'investissement réalisé au travers du NNI se plaçait dans la durée, avec un objectif minimal à 20 ans⁷⁵. Fort de leur expérience et de leurs succès, les Etats-Unis entrent dans la deuxième décennie du programme, confiants de garder leur leadership en nanotechnologies pour au moins quelques années¹. Le DoD continuera à coordonner ses programmes de nanotechnologie : parmi ses services le DARPA et d'autres agences fédérales. Alors que les efforts de recherche de base en nanotechnologie continuent à mûrir, le DoD anticipe les résultats attendus des efforts de recherche appliqués vers le développement des technologies avancées pour les développements militaires. Le programme nanotechnologie du DoD demeure robuste et bien équilibré pour renforcer le potentiel de la Défense¹⁴.

L'Institut National DOJ de la Justice (NIJ) a deux programmes⁷⁶ qui impliquent les nanotechnologies. Le développement d'un dispositif de recherche médico-légal d'ADN s'effectue en recherche fondamentale. Un second projet travaille sur la mise au point d'un outil rapide, portable et faible coût pour fournir l'avertissement de l'exposition à un produit chimique imprévu et des risques biologiques avec un temps de réponse suffisant pour assurer les protections efficaces.

Législation

L'utilisation des nanomatériaux dans les produits commerciaux se développe plus rapidement que la compréhension des risques de ces matériaux pour la santé des personnes et de l'environnement. GAO (United States Government Accountability Office) a recensé les applications commerciales⁷⁷ relatives aux nanotechnologies et a constaté les carences d'informations de l'EPA (Environmental Protection Agency). L'EPA exige des sociétés chimiques de fournir périodiquement certaines informations sur plusieurs des produits chimiques actuellement dans le commerce, EPA n'a pas prolongé cette condition aux nanomatériaux et est priée de traiter cette question, au moyen du Clean Water Act pour réguler ce domaine.

⁷⁵ MIHAIL C. ROCO, *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020*, Springer, octobre 2010.

⁷⁶ *National Nanotechnology Investment in the FY 2010 Budget*, M. C. Roco, American Society of Mechanical Engineers.

⁷⁷ *Nanomaterials Are Widely Used in Commerce, but EPA Faces Challenges in Regulating Risk*, Government Accountability Office, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate, mai 2010.

IV.7.e Evolution du nombre de brevets

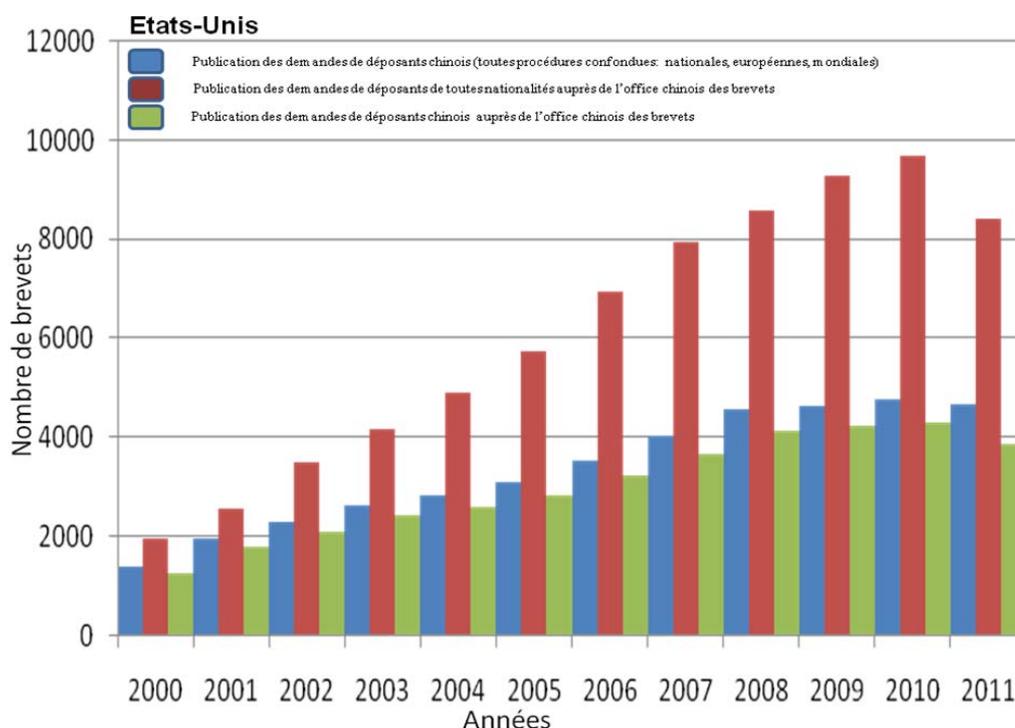


Illustration 38. Brevets publiés aux Etats-Unis entre 2000 et 2011.

Les Etats-Unis sont à la seconde place par leur nombre de brevet publiés. Le nombre de brevets entre 2000 et 2010 est en augmentation constante (illustration 38).

IV.7.f Typologies des entreprises

Les USA sur la scène internationale

Collaboration dans le secteur la R&D

Les coopérations internationales entre universités, centre de recherche, instituts et industrie (PME/PMI, grands groupes) se sont développées dans différents domaines avec l'ensemble des acteurs mondiaux, comme tous les autres secteurs de l'industrie américaine. Les nanotechnologies ne dérogent pas à cet axiome. L'illustration 39 démontre que le DoD va continuer à s'appuyer sur une stratégie d'achats et de partenariats commerciaux pour étendre son champ de compétences dans les nanotechnologies par une stratégie opérationnelle et interviendra seulement en cas d'impératifs impérieux.

Existing Product	Army Application
Paints and coatings	Paints and coatings
Cutting tools and coatings	Wear reduction
Sunscreens and cosmetics	Protective cosmetics
Burn and wound dressings	Burn and wound dressings
Catalytic converters	CB decontamination
Synthetic fuels and energy	Synthetic fuels and energy

Illustration 39. Commercialized Nanotechnology with Potential Army Applications⁷⁸.

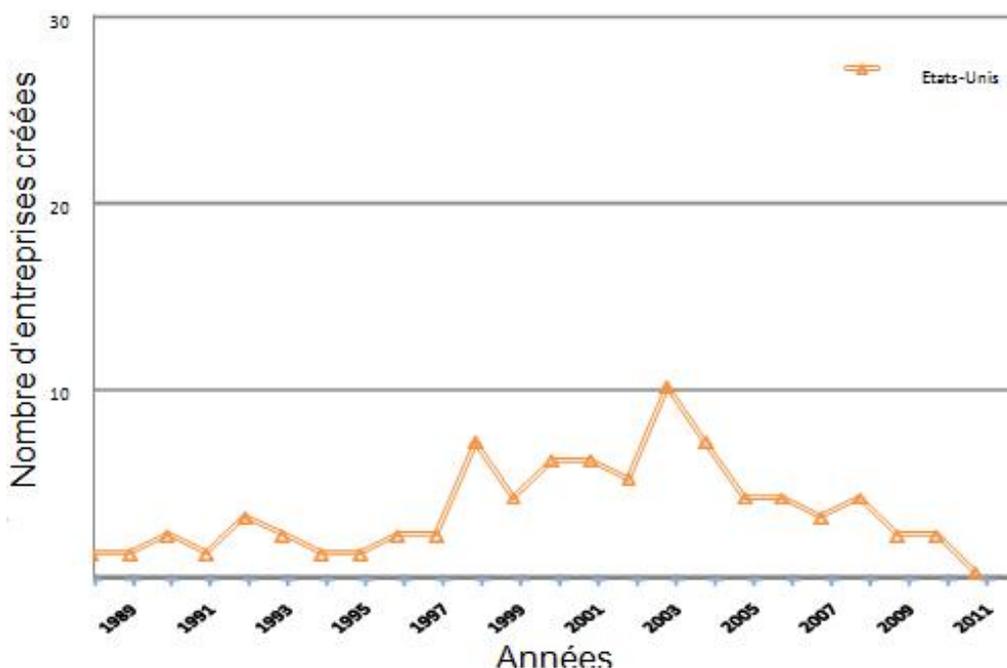


Illustration 40. Création de 80 entreprises de nanotechnologies aux Etats-Unis de 1988 à 2011 (seul 1/10^{ème} des entreprises ont été échantillonnées).

Avec 1 164 entreprises recensés, les Etats-Unis sont à la première place par le nombre total sur les 13 pays considérés. Seul 1/10^{ème} des entreprises ont été échantillonnées pour ce graphique (119 analysés par échantillonnage aléatoire).

On observe (illustration 40) un début d'activité dès 1980, suivit d'un deuxième pic en 1985. Mais le réel démarrage a commencé à partir de 1998. De cette date et jusqu'en 2005, le nombre de création d'entreprise est important et relativement constant (avec le pic le plus important en 2003). Depuis 2006, on observe une forte chute du nombre de création d'entreprise malgré les investissements croissant du gouvernement sur ces dix dernières années. Les illustrations 41 et 42 montrent la typologie de ces entreprises.

⁷⁸ *Nanotechnology & Innovation Enterprise*, Mark Mezger, Business Development Manager, U.S. Army RDECOM-ARDEC, 4 novembre 2008.

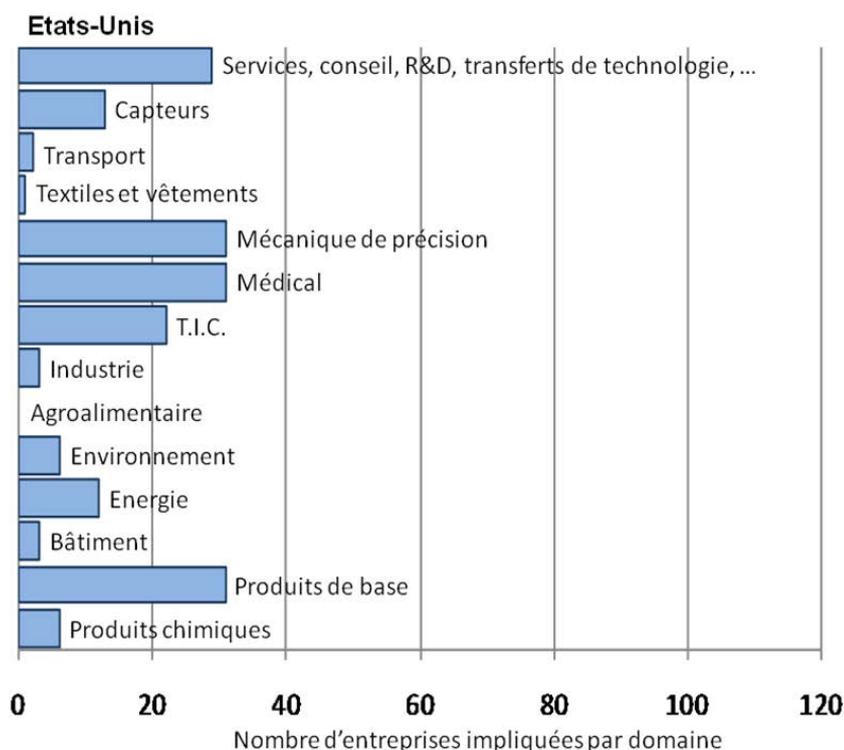


Illustration 41. Typologie des 119 entreprises américaines échantillonnées.

Dans le domaine de la **Santé**, les recherches, forcément duales, s'orientent vers deux directions : l'amélioration des diagnostics d'une part, et le développement de thérapeutiques ciblées, notamment dans le traitement des cancers, d'autre part. L'objectif est de mettre au point une médecine personnalisée qui prend en compte les données génétiques de l'individu afin de pouvoir renforcer la prévention et développer le traitement le plus adapté. La méthodologie in-silico devient incontournable au côté des méthodes traditionnelles de toxicologie in-vitro et in vivo. Les phénomènes biochimiques se déroulent à l'échelle nano, nécessitant une meilleure compréhension des phénomènes biologiques mais aussi la possibilité d'interagir directement avec eux, pour une utilisation optimale des matériaux pouvant assurer une fonction à cette échelle : nano-marqueurs, diagnostics, ciblage des cellules pour entrainer leur destruction sélective, en s'assurant que les interactions des nanomatériaux avec le milieu biologique ne posent pas de risques. Un des autres objectifs essentiels est le développement de méthodes de séquençage de l'ADN rapides et économiques, domaine que les nanotechnologies devraient révolutionner rapidement⁷⁹. Il est logique que les Etats-Unis soient fortement positionnés sur le domaine médical et le domaine des capteurs.

Sur les **questions énergétiques**, les nanotechnologies laissent entrevoir la réalisation d'un rêve majeur pour les USA : l'indépendance. Pour le moment, le pays - dont la population représente à peine 5% de la population mondiale - produit 15% mais consomme 21% de l'énergie mondiale. 83% de cette énergie consommée est d'origine fossile (pétrole et gaz). Il s'avère par ailleurs que 57% de l'énergie produite est perdue (faibles rendements de la

⁷⁹ V. REILLON, *Les nanotechnologies pourraient assurer un séquençage de l'ADN rapide et économique*, BE Etats-Unis 217, septembre 2010.

transformation énergie fossile – énergie électricité par exemple). La dépendance énergétique est clairement un obstacle au développement, surtout lorsque les ressources sont sujettes à de fortes tensions géopolitiques. La Physique montre que toutes les conversions énergétiques se font à l'échelle nanométrique, et peuvent apporter des applications révolutionnaires dans la production et le stockage de l'énergie. Dans les pistes les plus prometteuses, c'est l'énergie solaire qui attire toutes les convoitises. C'est une ressource abondante et les Etats-Unis disposent de vastes étendues non agricoles pour développer des centrales solaires. Les recherches sont lancées dans deux directions principales : la production d'électricité et la photosynthèse artificielle, nécessitant de très nets développements dans le stockage de l'énergie. Il est donc naturel que l'énergie soit un point fort des Etats-Unis.

Les autres points forts de ce pays sont : Matières premières, Environnement, Technologies de l'Information et de la communication, Mécanique de précision, ainsi que le domaine des capteurs. Les Etats-Unis ont une capacité de R&D mais aussi de production. On remarque qu'un bon nombre d'entreprise affiche des applications militaires sur leur site internet.

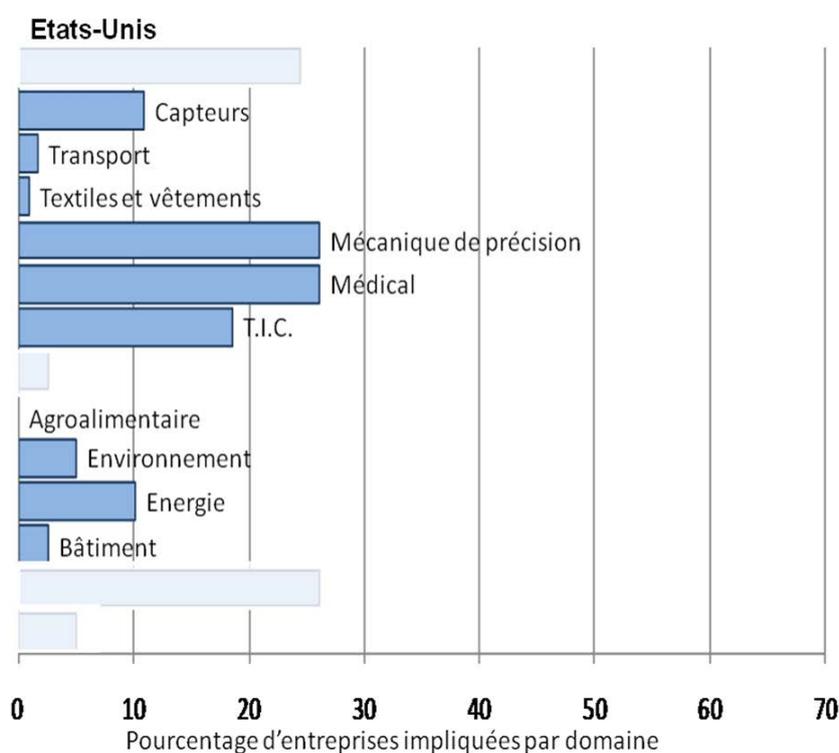


Illustration 42. Typologie en pourcentage des 119 entreprises américaines échantillonnées.

Conclusion

Grâce à la National Nanotechnology Initiative, plus grand programme américain depuis le programme spatial, les Etats-Unis sont leaders dans le domaine des nanotechnologies. Les thèmes plus particulièrement développés concernent la nanoélectronique, l'environnement, la conversion et le stockage de l'énergie, la mise au point de nano-systèmes, ainsi que le domaine médical dont un des objectifs essentiels est le développement de méthodes de séquençage de l'ADN rapides et économiques, domaine que les nanotechnologies devraient révolutionner rapidement⁸⁰. On constate également un investissement très conséquent en ce qui concerne la simulation, considérée comme technologie transverse, et qui pourra permettre à terme d'évaluer les risques associés à l'utilisation des nanotechnologies.

Le pays s'emploie en outre, notamment par l'intermédiaire de la métrologie, à définir un ensemble de normes et de protocoles concernant non seulement l'échange de données entre chercheurs, mais également la protection de l'individu et de l'environnement.

Les Etats-Unis sont le pays qui a investi le plus massivement dans le développement des nanotechnologies, investissement doublé d'un financement privé très fort. Ils déposent un grand nombre de brevet, et ont su constituer le plus important tissu industriel mondial. Ils bénéficient aussi d'un nombre important d'investisseurs en capital-risque (voir annexe 4, appendice 3). Le soutien au transfert de technologie et à la commercialisation de produits est une priorité nationale.

⁸⁰ V. REILLON, *Les nanotechnologies pourraient assurer un séquençage de l'ADN rapide et économique*, BE Etats-Unis 217, septembre 2010.

IV.8 Inde

IV.8.a Données de base

Population (2011)	1,2 milliard
Superficie	3,3 millions de km ²
Densité de population moyenne	382 habitants/km ²
PIB (2011)	1 833 milliards de \$
PIB/habitant	1 530 \$
IDH (2011)	0,55

IV.8.b Mesures et actions

Il existe en Inde une volonté gouvernementale pour développer le domaine des nanotechnologies et mettre en place des structures de recherche sur ce sujet.

A la fin des années 90, conscient de l'importance que les nanotechnologies peuvent représenter dans le futur et des atouts du pays (main-d'œuvre compétente et faibles prix de revient), le gouvernement indien a créé trois agences ayant pour mission d'assurer la promotion et le développement des activités de R&D en nanotechnologies :

- Le Département de Recherche scientifique et Industrielle
- Le Département de Biotechnologies
- Et le Département de Sciences et de Technologie (DST), ce dernier jouant un rôle prédominant.

En 2001, une Initiative sur les Nanosciences et la Technologie est confiée au DST, sous la direction du professeur C.N.R. Rao, l'objectif étant de parvenir à positionner l'Inde comme un des acteurs majeurs dans ce domaine. Un budget de 15 millions dollars lui a été attribué pour 5 ans.

Le DST a mis en place une centaine de projets de recherche, répartis entre les différents instituts de recherche du pays, une dizaine d'équipes se consacrant aux nanosciences au sein de six centres dédiés aux nanotechnologies et un aux moyens de calcul.

La notion de « grappe nanotechnologique » est apparue pour fédérer les compétences nécessaires aux projets, en développant des collaborations entre instituts sur des thèmes tels que l'élaboration et le contrôle de films minces, les nanosenseurs, la nanobiotechnologie, la supraconductivité et les procédés de fabrication « micro » et « nano ».

Le gouvernement indien a réaffirmé sa volonté politique de progresser dans le domaine des nanotechnologies et a franchi une nouvelle étape en 2007 avec une nouvelle initiative gouvernementale appuyée par un financement de 250 millions de dollars. La mise en place d'une gouvernance tripartite composée de représentants de l'Etat (DST), de scientifiques et d'industriels, visait à développer des partenariats stratégiques entre l'industrie et les instituts de recherche.

Une vingtaine de grands instituts sont actuellement impliqués dans les programmes de R&D, parmi lesquels on trouve l'*Indian Institute of Science*, le *Jawaharial Nehru Center for Advanced Scientific Research*, des universités comme *Anna University*, l'*University of Delhi*, des organismes de la Défense comme la *Defense Research and Development Organization (DRDO)* et également des laboratoires de recherche basés à l'étranger (centre conjoint de recherche avec le Canada, ...)

Un effort important de formation des chercheurs et ingénieurs est poursuivi et de nombreux instituts proposent des cours et des échanges avec l'étranger. Des opportunités de carrière semblent offertes à ceux-ci, reflet d'un dynamisme au niveau de la recherche et d'applications industrielles qui se développent dans les secteurs de l'énergie, l'aéronautique et l'espace, l'environnement, les télécommunications, l'informatique, la santé et les biotechnologies.

Le volume financier correspondant à ces activités situe, en 2010, l'Inde au 10^{ème} rang mondial (réf. Cientifica), à l'instar du classement de son PIB. Une croissance importante de l'importance du secteur des nanotechnologies est affichée par certains observateurs, jusqu'à envisager un chiffre d'affaires de l'ordre du milliard de dollars à l'horizon 2015.

De notre point de vue, une telle croissance suppose toutefois que l'industrie développe sa capacité à intégrer les résultats de la recherche bien au-delà de ce qui existe aujourd'hui, avec un secteur industriel principalement constitué de petites structures, du type start-up, dont le chiffre d'affaire annuel dépasse individuellement très rarement le million de dollars.

Le nombre de publications sur les nanotechnologies a fortement augmenté à partir des années 2000 (illustrations 43 et 44).

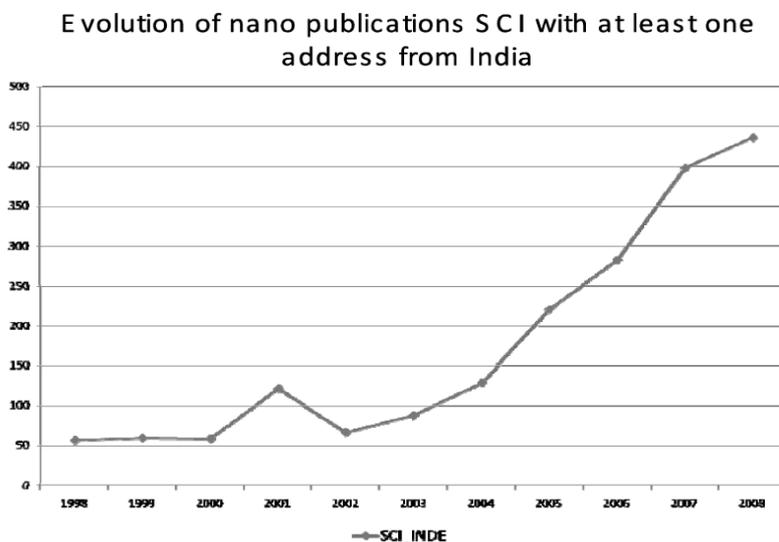


Illustration 43. Evolution des publications comportant au moins un auteur de nationalité indienne.

Source : United Nations University, rapport #2011-020.

Evolution of publications in NST

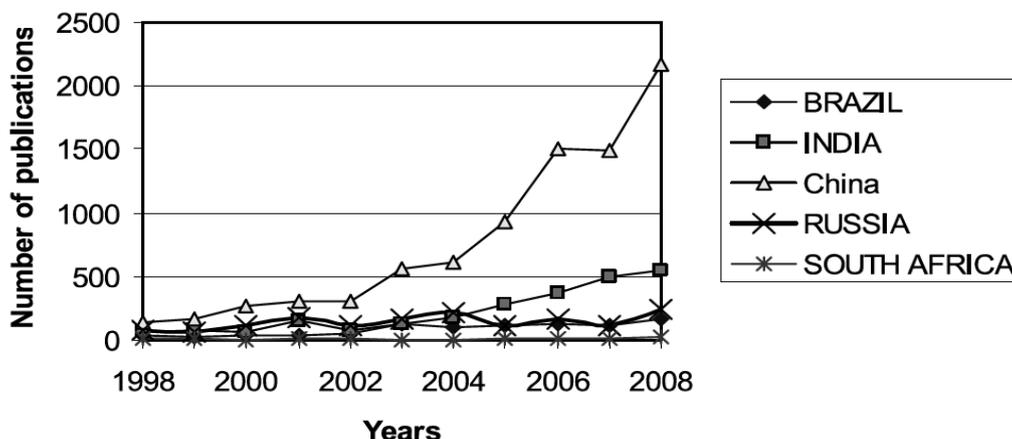


Illustration 44. Evolution des publications de l'Inde et des BRICS de 1998 à 2008.

Source: United Nations University,

IV.8.c Secteurs prioritaires

Les travaux sur les nanomatériaux font l'objet d'un nombre important de publications, reflet d'une certaine priorité et d'une attractivité pour les chercheurs. Une part importante des brevets déposés concerne les nano-catalyseurs et les nano-polymères, points stratégiques en termes d'économie liés à la maîtrise de procédés industriels (illustration 45).

Bon nombre d'entreprises, souvent filiales d'entreprises américaines, se sont développées dans le domaine de la fabrication de nanomatériaux ainsi que dans les biotechnologies.

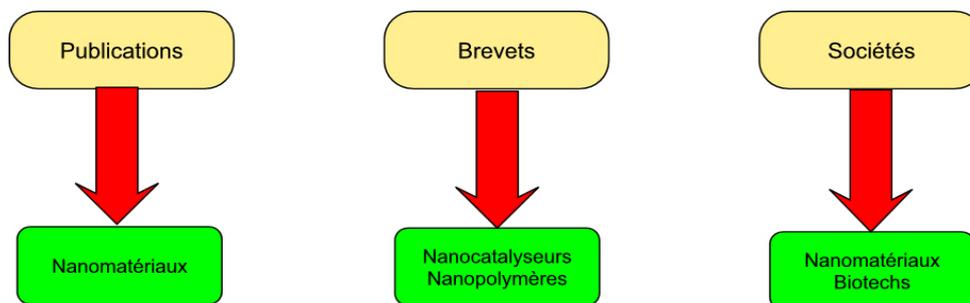


Illustration 45. Secteurs prioritaires.

IV.8.d Evolution du nombre de brevets

L'illustration 46 montre l'évolution du nombre de brevets déposés entre 2000 et 2011.

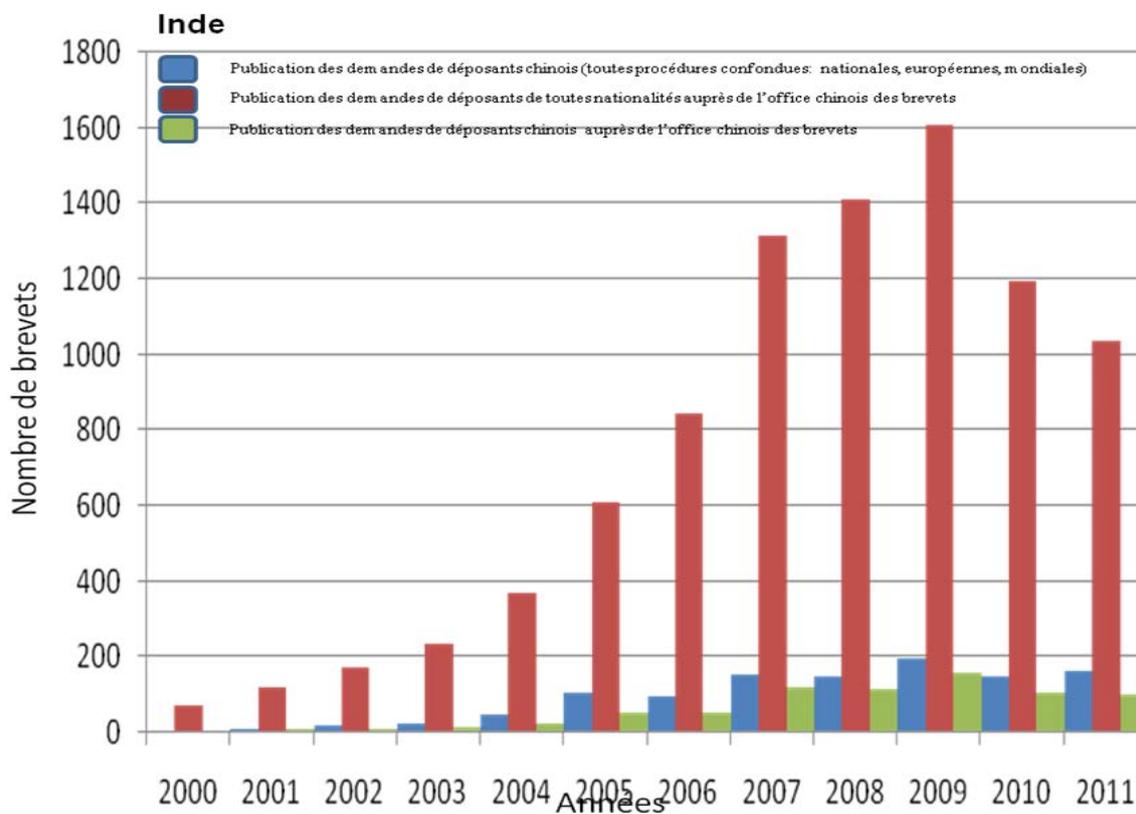


Illustration 46. Les Brevets publiés en Inde entre 2000 et 2011.

IV.8.e Typologie des entreprises

Le nombre d'entreprises créées annuellement en Inde, mettant en œuvre des nanotechnologies, est faible, comme l'indique la illustration 47.

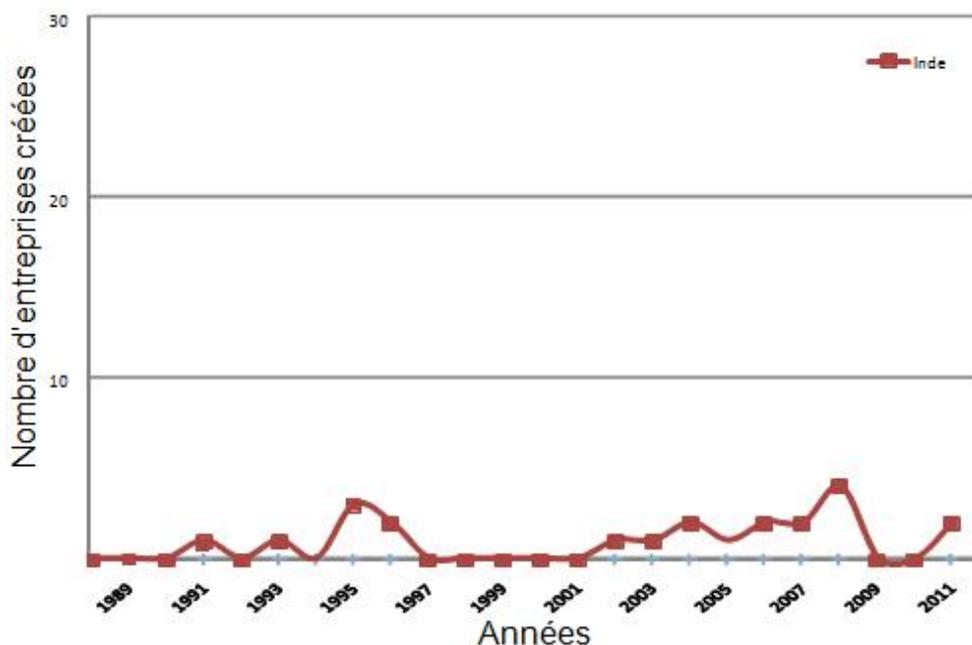


Illustration 47. Création de 22 entreprises de nanotechnologies en Inde de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 29 dont 22 entreprises créées entre 1988 et 2011. On ne distingue que deux petits pics en 1995 et 2008.

L'illustration 48 donne les domaines d'activité d'entreprises.

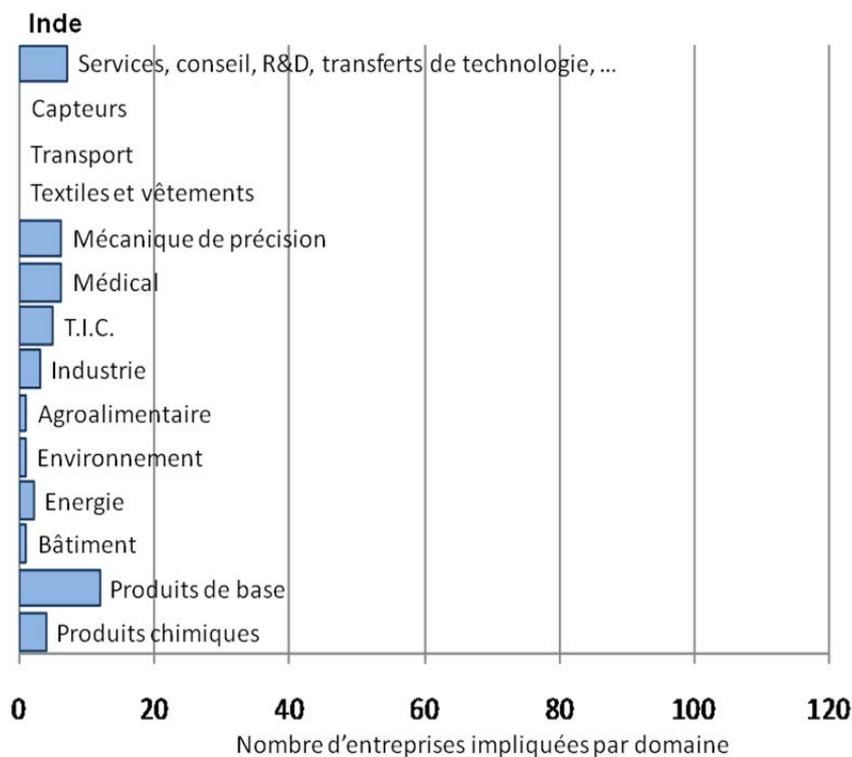


Illustration 48. Typologie des 29 entreprises indiennes recensées.

Les capacités de R&D et de productions industrielles de ces entreprises font apparaître le thème des « produits de base », très lié aux matériaux, comme particulièrement important.

Il faut noter l'absence des textiles et vêtements, du transport et des capteurs.

L'illustration 49 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensées, par rapport aux 29 dénombrées au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

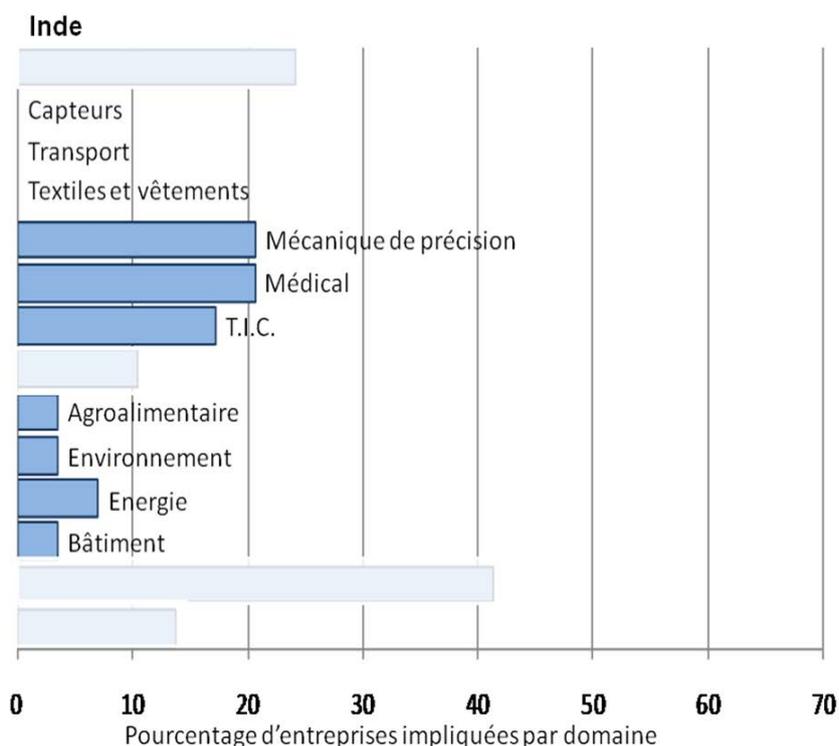


Illustration 49. Typologie en pourcentage des entreprises indiennes recensées dans les 10 domaines sélectionnés.

Avec les critères de sélection retenus⁸¹, aucune capacité assez forte ne se dégage, cependant le médical, la mécanique de précision, les technologies de l'information et de la communication, et l'énergie se placent à un niveau intermédiaire.

⁸¹ Voir le paragraphe 1.1.3 du rapport.

Conclusion

Consciente de l'importance que les nanotechnologies peuvent représenter dans le futur, l'Inde a mis en place, dès la fin des années 1990, trois agences ayant pour mission d'assurer la promotion et le développement des activités de R&D en nanotechnologies. Les thèmes majeurs sélectionnés concernent l'élaboration et le contrôle de films minces, les nano-senseurs, la nano-biotechnologie, la supraconductivité et les procédés de fabrication micro et nano, notamment les nano-catalyseurs et les nano-polymères.

Un effort important de formation des chercheurs et ingénieurs est poursuivi et de nombreux instituts proposent des cours et des échanges avec l'étranger, notamment le Canada. Des opportunités de carrière semblent offertes à ceux-ci, reflet d'un dynamisme au niveau de la recherche et d'applications industrielles qui se développent dans les secteurs de l'énergie, l'aéronautique, l'espace, l'environnement, les télécommunications, l'informatique, la santé et les biotechnologies. Ceci se traduit par une très forte croissance du nombre de publications.

Même si la structure industrielle de l'Inde est actuellement constituée majoritairement de petites sociétés du type Start-up, dont le chiffre d'affaire annuel dépasse très rarement le million de dollars, le développement très rapide de l'Inde pourrait amener ce pays à combler rapidement son retard dans le domaine des nanotechnologies.

IV.9 Indonésie

IV.9.a Données de base

Population (2011)	245 millions
Superficie	1,9 million km ²
Densité de population moyenne	130 habitants/km ²
PIB (2011)	700 milliards de \$
PIB/habitant	2900 \$
IDH (2011)	0,62

IV.8.b Mesures et actions

Programmes nanosciences et nanotechnologies (NST) en République d'Indonésie⁸²

4^{ème} pays le plus peuplé du monde et 1^{er} pays à majorité musulmane, l'Indonésie est une république démocratique dont le niveau de vie demeure très faible (PIB/habitant au 150^{ème} rang mondial), en dépit d'une politique d'investissement active et d'une croissance économique qui progresse mais n'atteint pas les niveaux des pays voisins comparables (Chine et Inde).

Cette situation de pays en développement explique une position jusqu'à présent en retrait quant au développement de technologies de pointe.

L'intérêt pour les NST est relativement récent : à partir de 2005, le gouvernement reconnaît l'importance des NST en matière de recherche et décide d'investir.

Un fonds est créé, doté de 27 millions dollars, pour financer une soixantaine de projets de recherche basés dans les universités et les centres de recherche. La société indonésienne de nanotechnologie (INM) assure la gestion de ces projets et organise l'attribution de bourses pour faciliter l'accès des jeunes à l'enseignement des NST.

Les secteurs bénéficiaires sont prioritairement l'agroalimentaire (besoins d'amélioration de l'alimentation des populations), l'énergie (recherche d'énergies alternatives aux ressources naturelles limitées), la santé (avec notamment le traitement des maladies tropicales), l'environnement (surveillance des terres, de l'espace maritime et aérien) et les transports (dont l'importance découle de la très grande étendue de l'archipel).

Quelques industriels, notamment le MRCNB (Mochtar Riady Center for Nanotechnology and Bio-engineering) participent également au financement des projets de recherche, mais

⁸² The 4th Nanoscience and Nanotechnology Symposium, 23-25 September 2011, Nusa Dua, Bali – Indonesia Asia Pacific NetworkWeekly, Vol 3,article 41 (2005)

nous ne disposons pas d'informations récentes sur l'état actuel de ceux-ci, ni sur leurs retombées industrielles.

L'Indonésie sur la scène internationale

Un colloque international a été organisé en 2011 à Bali : The 4th Nanoscience and Nanotechnology Symposium.

On note également plusieurs accords de coopération :

- Avec l'Égypte
- Avec la France (programme Nusantura 2011)
- Avec l'Iran (au travers du réseau « Nanotechnology Network de l'Organisation de la Conférence Islamique », auquel l'Indonésie adhère, réseau qui organise de nombreux séminaires sur les NST à Téhéran)

L'Indonésie participe également au forum asiatique sur les nanotechnologies (ANF), plateforme collaborative de développement et de promotion des NT.

IV.8.c Evolution du nombre de brevets

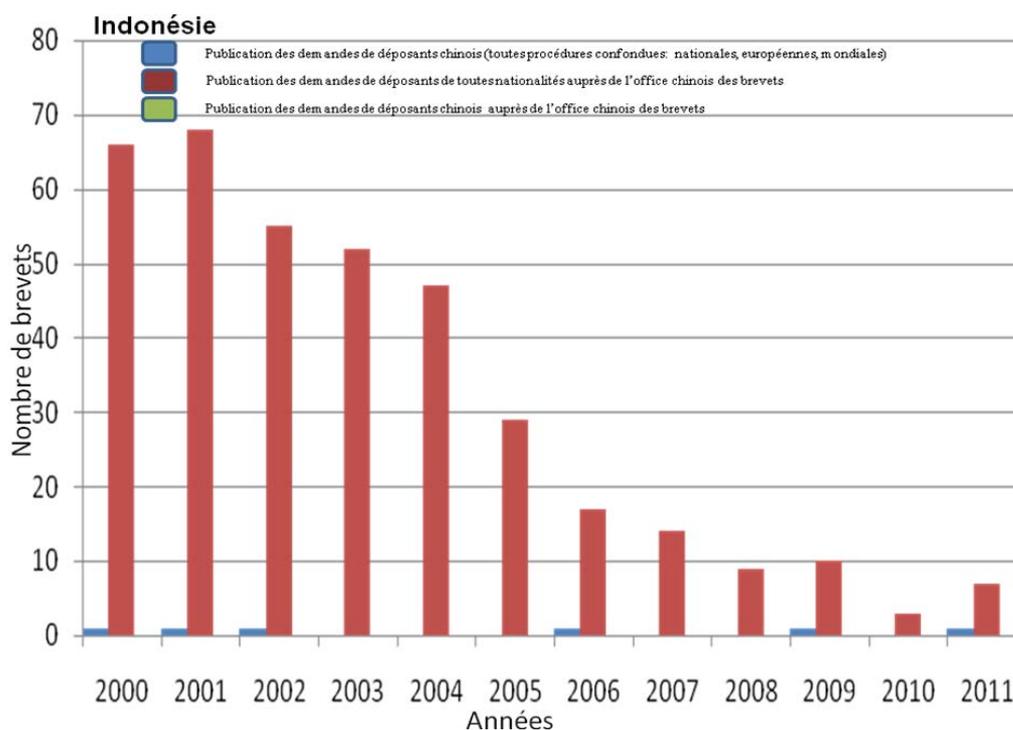


Illustration 50. Brevets publiés en Indonésie entre 2000 et 2011.

On remarque que les dépôts de brevets par les autochtones est presque inexistant (illustration 50).

Conclusion

L'implication de l'Indonésie en NST reste actuellement très modeste, pour des raisons évidentes de capacités de financement et de développement du pays. On notera la participation à l'organisation de conférences dans le cadre des pays musulmans, source d'échanges.

On note un désintéressement progressif pour le dépôt de brevet par les étrangers.

IV.10 Israël

IV.10.a Données de base

Population (2011)	7 millions
Superficie	20 mille de km ²
Densité de population moyenne	367 habitants/km ²
PIB (2011)	217 milliards de \$
PIB/habitant (2010)	28 685 \$
IDH (2010)	0,888

IV.10.b Mesures et actions

Programmes nanosciences et nanotechnologies (NST)

Les nanotechnologies donnent la possibilité à Israël, du fait de la petite taille du pays et de ses ressources limitées, de concentrer la R&T et l'industrie, d'utiliser les fonds plus efficacement, d'avoir peu d'obstacles commerciaux, un prototypage et des tests rapidement réalisés, et des normes de plus haute qualité. Elles sont définies comme stratégiques au niveau de l'Etat d'Israël et bénéficient de soutiens financiers d'institutions américaines. Les nanotechnologies en Israël sont duales à environ 85% au minimum. Les grandes compagnies israéliennes et les PME orientées défense affichent clairement leurs applications défense, incluant notamment les nanotechnologies, est classée à partir de 8 sur 10 sur l'échelle TRL (Technology Readiness Level ou Niveau de Maturité Technologique).

Le dynamisme des laboratoires israéliens dans ce domaine se mesure au nombre de publications et de brevets, et aux succès commerciaux des entreprises israéliennes. Afin de potentialiser les efforts des chercheurs et conserver une réputation mondiale reconnue, Israël a souhaité se doter de moyens politiques et financiers : la première étape a vu la création d'un Comité national⁸³ en Nanotechnologies qui a expertisé ce secteur d'avenir et la mise en place de programmes quinquennaux successifs de développement et d'investissements de moyens conséquents (2007 à 2011, 2012 à 2016), afin que les nanotechnologies deviennent l'un des

⁸³ Comité national en Nanotechnologies, nommé en 2000 par le groupe de coordination israélien TELEM, composé par : Binyamin Netanahu Premier ministre, ministre de la Stratégie économique, ministre de la Santé, M. Yaalon Vice-premier ministre et ministre des affaires stratégiques, du Vice-premier ministre, ministre du Développement régional, du Néguev et de la Galilée, du 1^{er} ministre adjoint et ministre de la Défense, D. Meridor 1^{er} ministre adjoint et ministre chargé des services de renseignement et de l'énergie atomique, le Ministre de la Science et de la Technologie, le Ministre de l'Industrie, du Commerce et de l'Emploi, le Ministre des Infrastructures nationales, le Ministre de la Défense civile, le Ministre de l'environnement, le Vice-ministre des Finances, le Vice-ministre de la Santé.

fers de lance de la Science israélienne. En fait, un premier programme sur les nanotechnologies s'est déroulé de 2003 à 2007, mais il est très peu décrit et cité. Sur les 10 dernières années, plus de 250 millions de dollars ont été investis dans les infrastructures et équipements de Recherche.

Le business model mis en œuvre est bâti sur un mécanisme de financement basé sur un modèle triptyque « Funding triangle donation matching program » : universités, donations privées, gouvernement, chacun apportant 1/3 du financement (du type business model allemand). C'est un excellent exemple d'usage des fonds publics, avec un très bon retour d'investissement.

L'analyse du gouvernement israélien montre une interconnexion forte de tous les ministères sur cette thématique. Officiellement, plusieurs organismes centralisateurs, pilotés par le gouvernement Israélien et le Comité Nanotechnologies, ont été créés :

- INNI (Israël National Nanotechnology Initiative), crée en 2001, avec pour objectifs de favoriser l'établissement de collaborations locales industrie/monde scientifique et académique, et d'établir des programmes ambitieux de recherche et de développement long terme, ainsi que la définition d'investissements et d'infrastructures parmi les meilleurs du monde.

- MATIMOP, crée en 2006, est l'agence cadre opérationnelle de l'OCS (Office of the Chief Scientist) du ministère de l'Industrie, du Commerce et du Travail d'Israël (MOITAL). Matimop est l'agence nationale officielle pour la coopération R&D / industrie en Israël, chargée de favoriser des politiques fortes de promotion et support pour ériger l'infrastructure industrielle d'Israël, et de consolider l'innovation industrielle et l'esprit d'entreprise. Cette agence induit et développe les coopérations internationales en R&D entre Israël et les entreprises étrangères.

Acteurs clefs :

- Institutions Académiques : Israël héberge 6 instituts de recherche/Universités parmi les meilleurs du monde, chacun avec ses propres programmes avancés dans les nanosciences, centrés sur une discipline spécifique et des méthodes propres internes de recherche : Bar Ilan University (Bar Ilan Center for Advanced Materials and Nanotechnology, orientée fortement vers les applications défense) - Technion Israël Institute (Russell Berrie Nanotechnology Institute-RBNI), Tel Aviv University Research Institute for Nanoscience and Nanotechnology, Ben Gurion University of the Negev, Weizmann Institute of Science, Hebrew University of Jerusalem.
- Nanotechnologies start-up : Israël affichait la troisième plus grande concentration de start-up dans le monde en 2007..
- PME Établies
- Entreprises Établies : Israël a bien identifié le rôle essentiel de l'industrie pour faire avancer les nanotechnologies vers des utilisations courantes et étendues, par exemple Elbit, Plasan-Sasa, Raphaël, Plassan, Israël Aircraft Industries...
- Investisseurs Capital-Risque : Israël est rangé parmi les nations tirant le plus profit du capital-risque étranger et business-angels.

Commentaires :

- Les entreprises de technologie clefs maintiennent actifs les centres de R&D en Israël. Les enquêtes économiques globales placent Israël parmi les nations les plus attrayantes pour le développement des technologies avancées.
- Le niveau de main d'œuvre en Israël est parmi le plus haut du monde – 20 % de la population active présente un niveau universitaire. Pour 10 000 employés, 140 sont des scientifiques ou des techniciens supérieurs, et 135 sont des ingénieurs. Comparativement, les ratios des USA, Japon et Europe sont très inférieurs.

En 2007, Israël a établi le secteur des nanosciences comme projet national prioritaire dans le but de créer l'infrastructure de recherches à 6 universités servant de base aux industries du domaine. La répartition thématique des 618 chercheurs israéliens dans le domaine des nanotechnologies est la suivante :

- Environnement et Energie : 22
- Sciences générales des nanotechnologies : 15
- Matériaux et Interfaces : 158
- Nano biotechnologie & Nano médecine : 153
- Nano chimie : 41
- Nanomatériaux & Nanoparticules : 91
- Optique & Photonique : 96

Ces chercheurs académiques sont accompagnés par 320 junior scientifiques/post-docs, 816 doctorants, 915 étudiant en maîtrise (chiffres septembre 2011). Cela se traduit par 625 collaborations industrie / monde académique, 185 brevets actifs, 704 brevets déposés, 171 histoire réussie (utilisant des licences de brevets mise en œuvre par des spin-off, 6067 articles scientifiques publiés dont 1171 papiers, fruits de collaborations industrie/monde académique israéliennes. Israël occupe la seconde place mondiale pour les publications et la troisième pour les brevets, en ramenant les données à la population.

Depuis la mise en place de ce dispositif gouvernemental israélien, 88 scientifiques parmi les meilleurs du monde ont immigré en Israël, en intégrant les 6 universités majeures.

IV.10.c Secteurs prioritaires

La tradition de l'excellence scientifique en Israël est largement appréciée au plan mondial, et les avancées technologiques d'Israël sont au premier rang des industries de communications, d'électronique, de logiciels, de réseaux, de défense, de sécurité et de sciences de la vie.

Lors du premier plan quinquennal de développement des nanotechnologies, les priorités pour la recherche académique ont privilégié l'élaboration de nanomatériaux, la nanobiologie et la nanoélectronique, ainsi que quelques niches intéressantes comme les capteurs biologiques (incluant ceux pour combattre les attaques terroristes et non conventionnelles), la détection de drogues et de vaccins, l'action ciblée de médicaments, les commutateurs optiques, les télécommunications rapides par laser, les surfaces biocompatibles, la thérapie génique, les laboratoires sur puces, les filtres actifs et la nano catalyse. De surcroît, les priorités technologiques ont inclus les applications en matière d'énergie et de dessalement d'eau.

L'illustration 51 montre, pour les années récentes (post 2010), la répartition des principales thématiques étudiées par Israël : Nano-bio and Nano-médical, Nanoélectronique et Nano-optique, Nanomatériaux, Nano-eau.

Discipline	Applications of Nano-Related Research	Level of Activity
Nanobio and Nanomedical Science	<i>Bio</i> –Biosensors, new biotechnologies for synthesis and analysis; functionality detection; molecular computing; molecular electronics; nanoscale arrays; integrated bio-chips (integrating Nano and MEMS). <i>Medical science</i> –Field sensor and detoxification for nerve gas and viruses; novel drug therapies, including gene therapy and peptide and protein delivery systems; detoxification of blood via interaction with nanoparticles; selective treatment and smart medicines; drug or vaccine release.	Current research in the bio/medical area is increasingly likely to be commercialized and marketed. Nanobiotech capacity benefits from growing dedicated pools of venture funding.
Nanoelectronics and Nano-Optics	Higher-speed devices; high-density low-cost arrays; denser and faster low currents and electronics with larger memories; sensors; and SI-based lasers. Integrated optoelectronics on Si chips; tunable LEDs and lasers; optical switches and logic gates; infrared detectors; optics based on nanostructures.	More than 80 percent of Israel's nanotech researchers are engaged in disciplines that contribute to nanoelectronics and photonics.
Nanomaterials	Produced through chemical processing, harder, self-repairing, and environmentally friendly materials; novel coatings that are super-hard and wear-resistant; novel thin films with unique properties such as high magnetization and improved adhesion; high-performance nanocomposites, super-lubricants, and high-performance smart ceramics.	Among the nano-related disciplines, Israeli chemistry nanoresearch is currently funded at the second highest level, after basic scientific research.
Nanowater	Nanomembranes, nanofiltration, and other nanotechnologies used in water remediation. Applications in water treatment and alternative energy.	Israel's filtration and membrane R&D remains strong, with a national research capacity exceeding that of many larger nations.

Illustration 51. Israel's Nanotech Priority Areas and Applications⁸⁴.

Israël sur la scène internationale

Collaboration dans le secteur la R&D

Israël coopère naturellement avec les pays où les développements scientifiques et la technologie sont excellents, avec par ordre de priorité Etats-Unis, Allemagne, Russie, Inde, Singapour, Chine et France. Par exemple en Europe, 50 % des brevets sur les nanotechnologies sont allemands ; la coopération d'Israël avec l'Allemagne (avec notamment les Instituts Fraunhofer) se situe loin devant celle avec la France, du fait de son avance technologique.

Cela se traduit par la création de partenariat R&T, de succursales ou de prises de capital avec les sociétés israéliennes du domaine, souvent avec des groupes et PME étrangères, dont les dirigeants ont une sensibilité hébraïque.

Israël réalise également une veille économique avec des pays émergents, sensibles, ou générateurs potentiels d'affaires. Des relations commerciales et scientifiques ont été par exemple établies avec l'Iran, l'Afrique du Sud, le Brésil...

En mai 2010, Israël est devenu un membre de l'OCDE. Israël est le seul pays non membre de

⁸⁴ *Israel's technology sector*, Report Prepared by the Federal Research Division, Library of Congress, Washington D.C., novembre 2008.

l'Union Européenne participant aux programmes de R&D européens. Des partenariats forts ont été établis dans les nanotechnologies entre Israël et les sociétés Intel, Merck KgaA, Siemens, Bayer, Arkema ...

Israël a signé 30 accords binationaux de développement technologique avec les USA, la Royaume-Uni, l'UE, la Russie, la Chine, l'Inde, le Japon et d'autres, ainsi que des accords de libre-échange avec les USA, le Canada, l'UE, le Mexique, la Turquie, la Jordanie, l'Egypte, la Roumanie, la Bulgarie et le bloc de Mercosur (fig. 87).

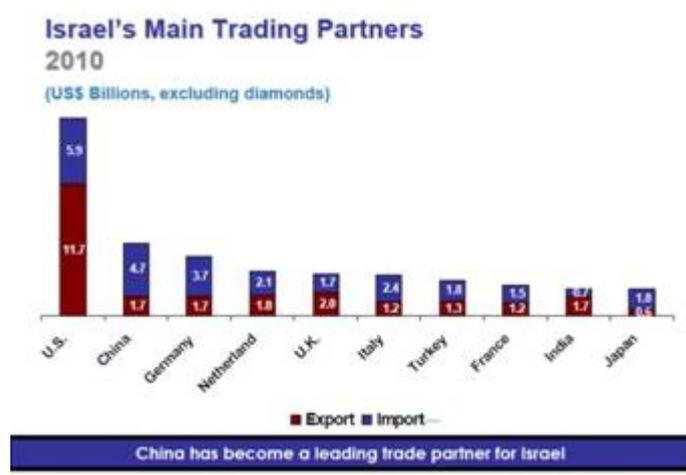


Illustration 52. Principaux partenaires commerciaux d'Israël⁸⁵.

IV.10.d Evolution du nombre de brevets

⁸⁵ Source: Ministry of Finance and Bank of Israel, février 2011.

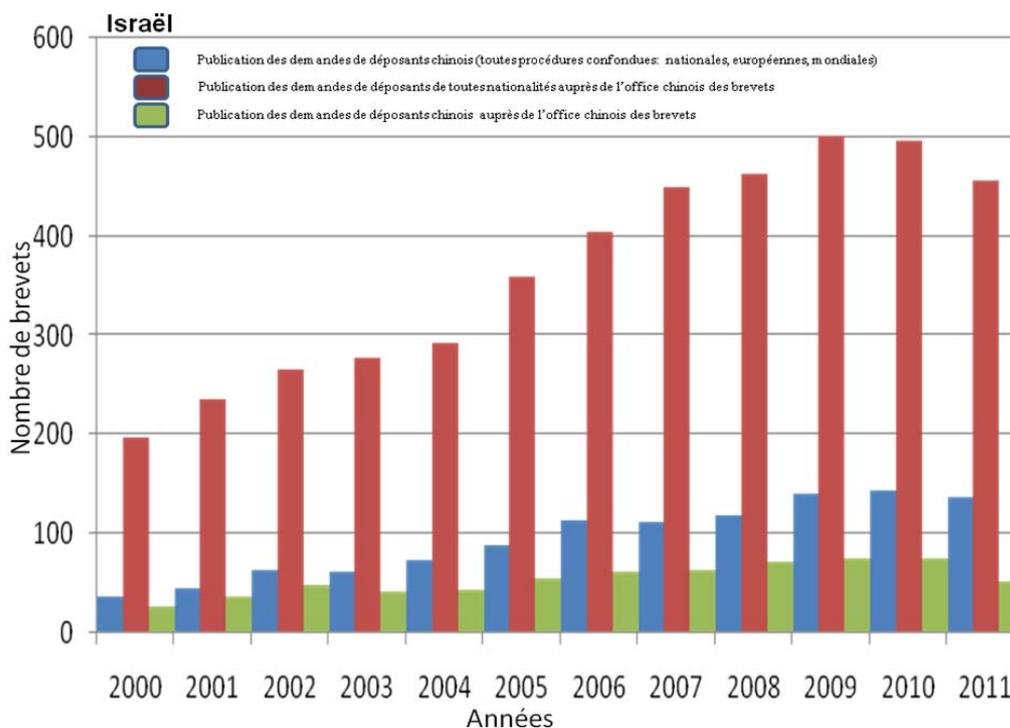


Illustration 53. Brevets publiés en Israël entre 2000 et 2011.

Par son nombre de brevet Israël se positionne en 11^{ème} place sur les 13 pays considérés. L'écart entre les déposants autochtones et de nationalités confondues est très marqué (illustration 53). Si les dépôts de brevets par les déposants de nationalités confondues augmentent entre 2000 et 2010, on remarque qu'une très légère augmentation pour les déposants autochtones pour cette même période.

IV.10.e Typologies des entreprises

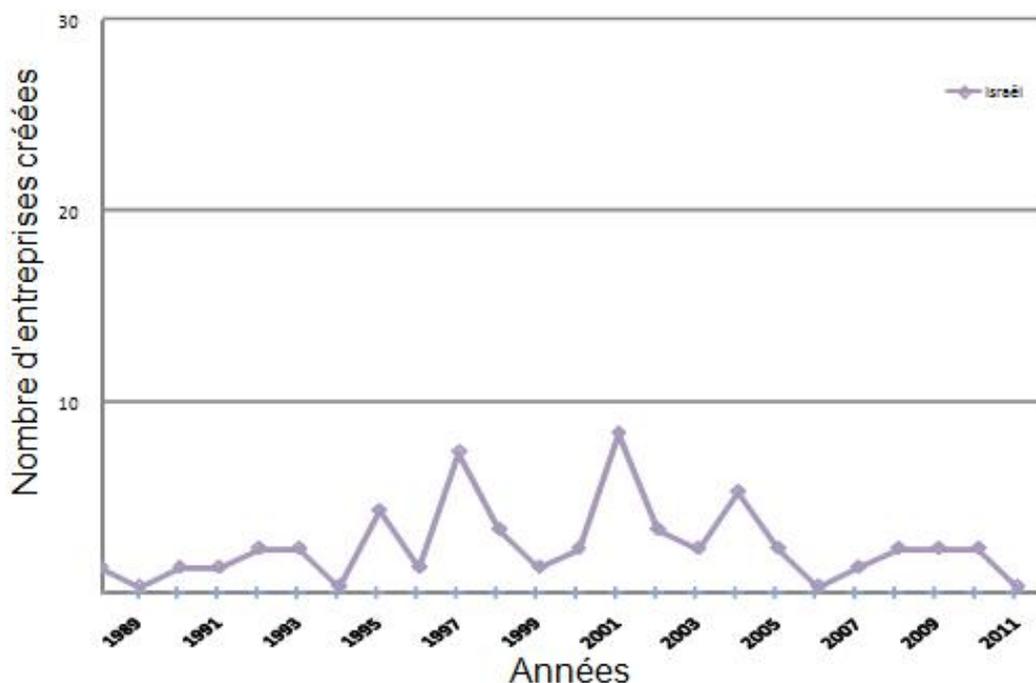


Illustration 54. Création de 52 entreprises de nanotechnologies en Israël de 1988 à 2011.

L'INNI a recensé 110 sociétés et Universités travaillant dans le domaine des nanotechnologies en Israël, tandis que Matimop une soixantaine. Ces chiffres montrent une solidité industrielle, d'autant plus que la majorité de ces PME a noué des accords de partenariat avec des sociétés américaines, d'Asie du Sud Est, et relativement peu en Europe. Certaines PME israéliennes, voire start-up, ont été achetées par des groupes étrangers, dont des israéliens d'origine font partie du «Board of Directors» ou sont CEO.

Au cours de notre étude, il a été identifié 72 entreprises. Israël se trouve en 7^{ème} position par son nombre total d'entreprise sur les 13 pays considérés. C'est un pays qui a démarré tôt les créations d'entreprise dans le domaine des nanotechnologies mais qui a subi une chute brutale en 1998 et 1999 (illustration 54). Le pic observé ensuite en 2001 a peut-être été encouragé par la création du INNI. On observe un pic de taille modéré entre 2003 et 2004 qui correspondent peut-être à l'effort engagé par l'état entre 2003 et 2007. La priorité qui a été désignée par le gouvernement depuis 2007 a probablement permis une petite reprise d'activité.

Les illustrations 55 et 56 indiquent que tous les domaines d'activité d'entreprises sont représentés.

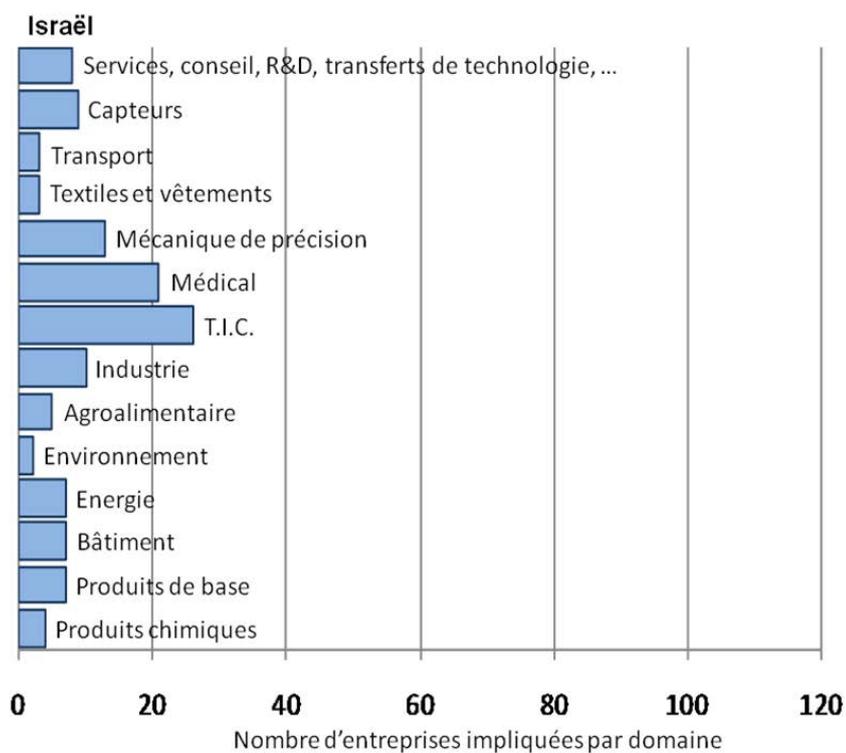


Illustration 55. Typologie des 72 entreprises israéliennes recensées.

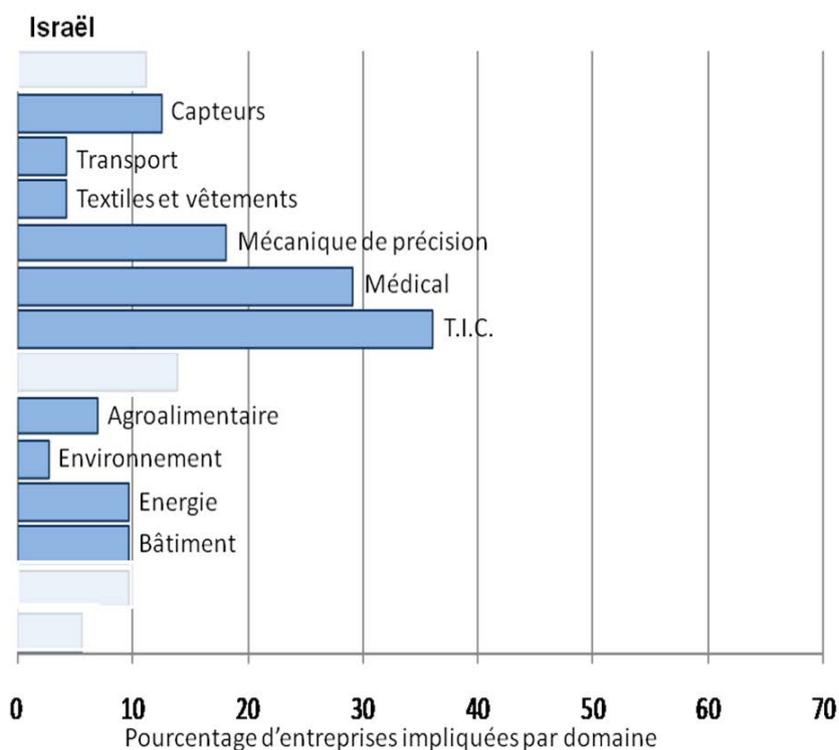


Illustration 56. Typologie en pourcentage des 72 entreprises israéliennes recensées.

Avec les critères que nous avons choisis⁸⁶, de fortes capacités apparaissent pour les technologies de l'information et de la communication et le médical, et, à un niveau moyen pour la mécanique de précision, les capteurs, l'énergie, le bâtiment et l'agroalimentaire.

Conclusion

Israël apparaît comme un pays de référence, avec l'Allemagne et les Etats-Unis, sur les nanotechnologies.

Les nanotechnologies en Israël sont définies comme stratégiques au niveau de l'Etat et bénéficient de soutiens financiers d'institutions américaines. Elles sont duales au minimum à environ 85%. Il ressort de cette analyse que beaucoup de ses entreprises sont fortement représentées dans le domaine des technologies de l'information et de la communication et celui du médical.

⁸⁶ Voir le paragraphe 7.1.3 du rapport.

IV.11 Japon

IV.11.a Données de base

Population (2011)	127,7 millions
Superficie	378 000 de km ²
Densité de population moyenne	340 habitants/km ²
PIB (2011)	5 855 milliards de \$
PIB/habitant	42 820 \$
IDH (2009)	0,901

IV.11.b Mesures et actions⁸⁷

Le Japon, dès la fin des années 90, a pris conscience de l'enjeu exceptionnel que présentaient les nanotechnologies dans le cadre de leur association aux autres domaines de la technique et des industries car ces dernières permettent d'« upgrader » les performances déjà acquises. C'est la raison pour laquelle les organismes étatiques japonais ont grandement favorisé l'émergence d'un tissu industriel susceptible d'effectuer la R&D dans ces domaines.

L'essentiel du financement des nanotechnologies au Japon s'effectue par l'intermédiaire des ministères de l'Education, des Sports, des Sciences et de la Technologie (MEXT), ainsi que ceux de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie (METI). Ces ministères soutiennent la recherche fondamentale et appliquée au travers de la Japan Science and Technology Agency (JST) et les programmes les plus axés sur l'industrie, y compris le financement des activités de démonstration, le sont au travers de la New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). En 2009, la nanotechnologie représentait 5,2 % du troisième Science and Technology Basic Plan. Par contre, pour le quatrième même plan prévu en 2011 les domaines de la nanotechnologie ne seront plus considérés comme prioritaires par rapport à l'innovation dans les domaines du vivant et de l'écologie.

Nous ne rappelons pas dans cette fiche les efforts effectués lors des premières étapes ; nous avons préféré présenter la prévision ci-après établie par le Nomura Research Institute (NRI), très explicite quant au développement des nanotechnologies dans ce pays et représentative de la R&D (taille du marché).

⁸⁷ *Developments and policy concerns*, Review of international nanotechnology, Eleanor O'Rourke and Mark Morrison, Institute of Nanotechnology, United Kingdom OCDE - DSTI/STP/NANO(2012)12 , 16 mars 2012, Japan.

The Energy and Resources Institute (TERI), octobre 2009, Japan, page 33.

Review of international nanotechnology: *Developments and policy concerns TERI project: Capability, Governance, and Nanotechnology*.

Developments - a focus on India New Delhi : The Energy and Resources Institute

Les USA et le Japon devancent l'Europe pour les brevets en nanotechnologie, Extrait du BE Etats-Unis N°35 - Ambassade de France aux Etats-Unis.

Prévision de la taille du marché des produits nanotechnologie japonais en 2010/2015

20 Juillet 2006 Omura Research Institute, Ltd

1€~ 100¥

Nomura Research Institute, Ltd (NRI: Tokyo, Japon; Akihisa Fujinuma, président, chef de la direction et chef des opérations) a projeté la taille du marché des produits liés à la nanotechnologie sur une base de production nationale (illustration 57). Cette projection couvre 8 éléments de base (21 paragraphes) dans ce marché. Ces articles sont des produits de consommation qui concernent l'automobile, des composants pour les bicyclettes, des produits pour les robots industriels, des produits dentaires, orthopédiques et médicaux, des produits électroniques pour l'énergie ou liés à l'environnement, des matériaux et des appareils de mesure pour l'équipement. Les projections ont révélé que le marché qui valait 942,1 milliards de yens dans son ensemble en 2004 devrait croître à 5,649.8 milliards de yens en 2010 et 23,061.2 milliards de yens d'ici à 2015.

NRI estime que les facteurs à l'origine de l'expansion de la taille du marché comprennent : (1) l'expansion du marché existant en faisant usage de la nanotechnologie, (2) le remplacement de produits existants par des produits utilisant les nanotechnologies et (3) l'émergence d'un nouveau marché à travers l'application pratique des nanotechnologies. En conséquence, les méthodes que l'on peut couramment utiliser pour ces thèmes ont été adoptées dans le calcul de la taille du marché. Plus précisément, nous avons supposé le taux de croissance des produits nanotechnologiques liés au remplacement des produits existants par des produits utilisant les nanotechnologies et estimé le ratio coût de la partie se rapportant à la nanotechnologie dans chaque produit. La taille du marché a ensuite été calculée en multipliant la taille réelle de production (valeur des livraisons) pour les produits existants par ces taux. NRI considère que, pour les nouvelles entreprises à créer, il est essentiel que tous ceux qui sont engagés dans des domaines connexes, tels que la recherche, le développement de produits, la fabrication et la commercialisation, partagent les connaissances." Une façon d'atteindre cet objectif de partage des connaissances est la «visualisation de la technologie". Le tableau ci-dessous présente les prévisions relatives aux différents thèmes de produits de consommation, ce qui permet au lecteur d'identifier les points forts de l'industrie japonaise des nanotechnologies et d'évaluer les possibilités de partenariat éventuelles. Ces résultats sont à confronter à la typologie des industries japonaises du secteur à l'horizon 2010 qui, elle, correspond à l'existant (nombre d'entreprises par thème) dans ces mêmes domaines. Cette typologie est présentée un peu plus loin dans la fiche. Les pics observés sont cohérents pour 2010 avec ceux du NRI et crédibilisent les prévisions 2015.

Articles de prévision		2004 (estimation)	2010	2015
Les produits de consommation	Articles de sport	3,1	21,7	35,1
	Liés à la santé des marchandises	9	31,3	62,4
	Produits de beauté	0,8	29,4	56,7
	Nano-fibres textiles / articles de bonneterie	4,8	112,0	191,7
Total		17,7	194,3	346,0
Automobile / vélo produits		10,3	240,4	586,7
Les produits industriels de robots		6,8	234,9	2,167,6
Dentaire, orthopédique et produits médicaux	Produits dentaires et orthopédiques	1,4	18,9	53,8
	Produits médicaux	7,6	470,7	3,385,1
Total		8,9	489,6	3,438,9
Produits électroniques	Dispositifs de circuits intégrés	29,4	131,3	604,3
	Mémoire magnétique et optique	7,4	156,0	486,4
	Les composants optiques	37,6	549,7	2,904,0
	Les composants électroniques	53,9	638,1	3,394,8
Total		128,3	1,475,0	7,389,6
Énergie / environnement liés à des produits	Composants pour des piles à combustible	4,7	159,8	1,599,8
	Composants pour lithium batteries secondaires	8,3	55,4	113,1
	Double couche électrique des condensateurs	1,6	7,1	22,6
	Les cellules solaires	2,2	196,1	813,1
	Nanocatalyseurs	259,1	814,7	2,117,1
Total		275,8	1,233,1	4,665,8
Matériels	Les matériaux inorganiques	42,4	354,1	1,333,2
	Élevées matériaux polymères	48,7	318,7	648,9
Total		91,2	672,8	1,982,1
Les appareils de mesure et équipements	Nano appareils de mesure	84,9	194,4	391,7
	Nano de traitement et de films	318,2	915,3	2,092,9
	dispositifs de formation			
Total		403,1	1,109,7	2,484,6
Total		942,1	5,649,8	23,061,2

Illustration 57. Prévisions de la taille du marché de produits des nanotechnologies (sur une base de production nationale). Unité: milliards de yens. 1€~ 100¥

IV.11.c Evolution du nombre de brevets

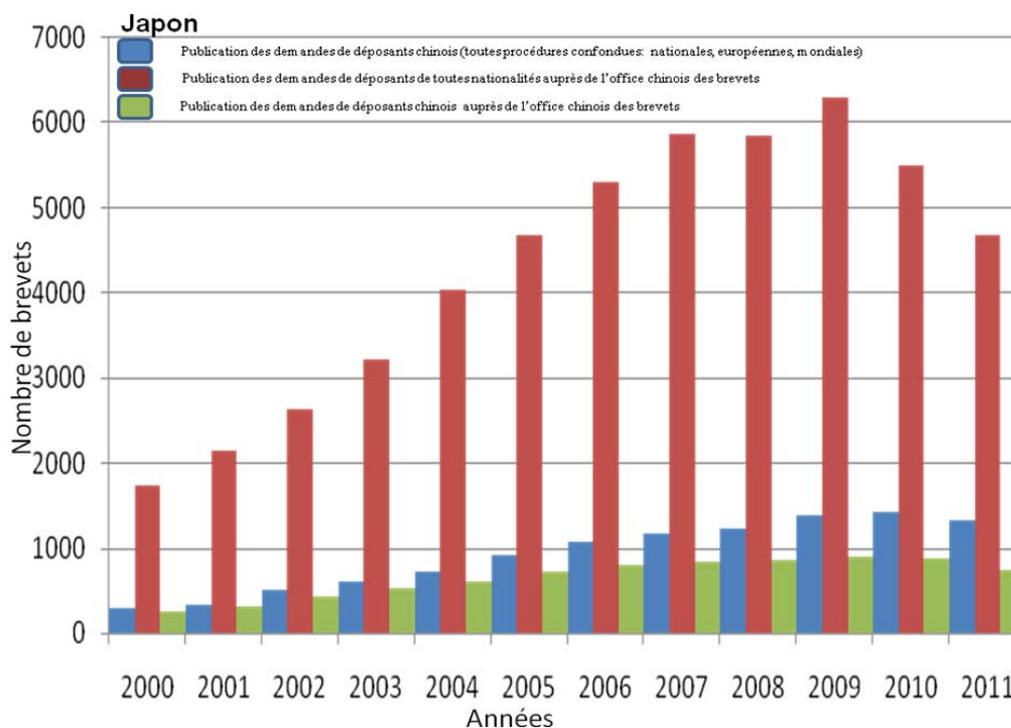


Illustration 58. Brevets publiés au Japon entre 2000 et 2011.

En matière de dépôt de brevets, les performances du Japon sont impressionnantes. On constate une progression constante de 2000 à 2009, puis un fléchissement notable depuis (illustration 58).

IV.11.d Typologie des entreprises

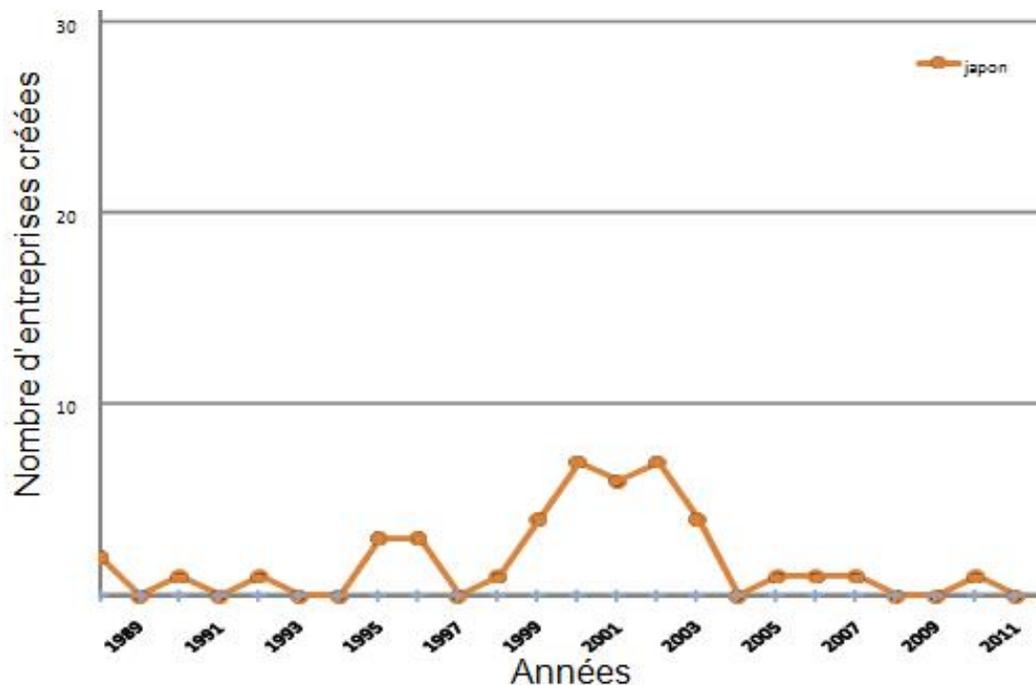


Illustration 59. Création de 43 entreprises de nanotechnologies au Japon de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 112 dont 43 créées entre 1988 et 2011 (4^{ème} position sur les 13 pays considérés). Les activités nanotechnologiques sont donc portés en grande partie par des entreprises existantes et n'a pas suscité beaucoup de création de start-up. Un premier début d'activité s'observe dès 1995. On observe un pic double en 2000 et 2002, peut-être un rapport avec le double pic des brevets observé 7 ans après. Puis à partir de 2004, il n'y a quasiment plus de création d'entreprise.

L'illustration 59 donne les domaines d'activité de ces entreprises.

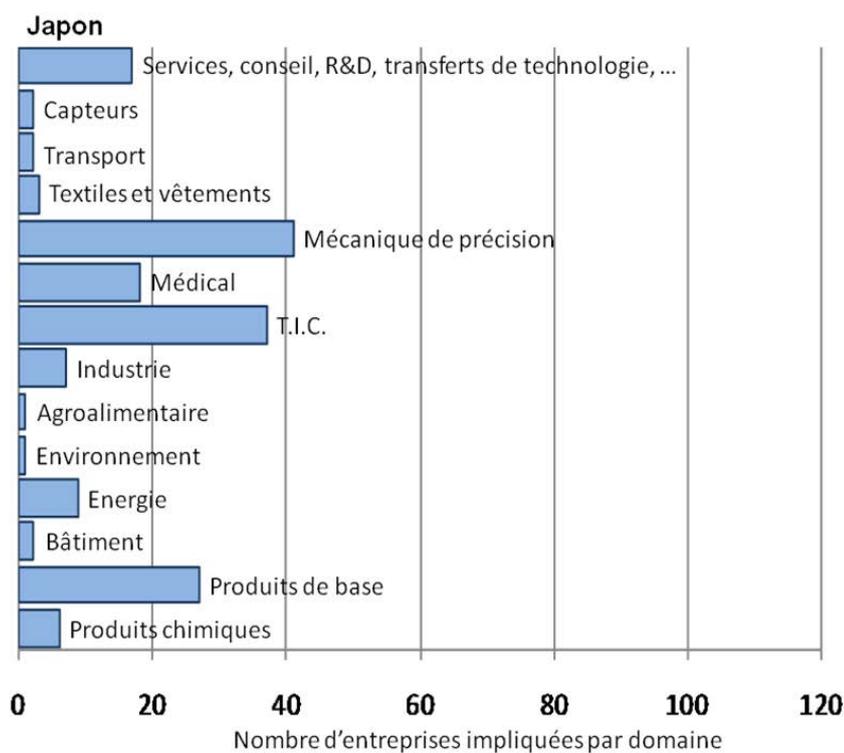


Illustration 60. Typologie des 112 entreprises japonaises recensées.

Les domaines les mieux représentés sont ceux de la mécanique de précision et des technologies de l'information et de la communication, suivis par celui des produits de base.

L'illustration 61 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensées, par rapport aux 112 au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

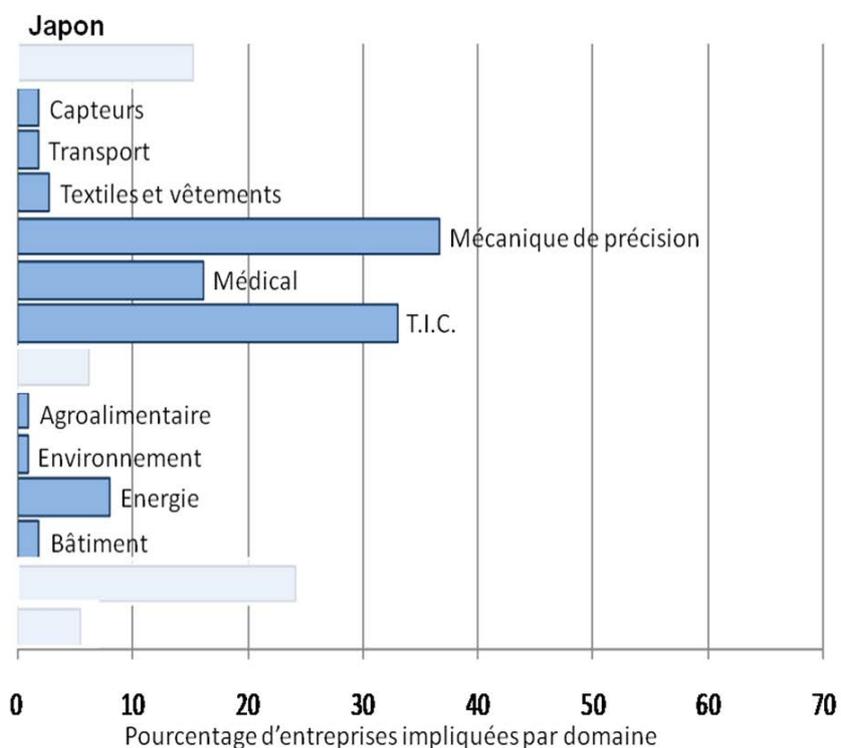


Illustration 61. Typologie en pourcentage des 112 entreprises japonaises recensées.

Conclusion

Le Japon s'est doté d'un tissu industriel fort consacré aux nanotechnologies.

Les prévisions, jusqu'en 2015, de la taille du marché japonais en produits issus des nanotechnologies par le *Nomura Research Institute*, sont, pour l'essentiel, en cohérence avec l'analyse de la typologie des entreprises répertoriées qui met en évidence les domaines présentant actuellement de fortes capacités industrielles.

IV.12 Royaume-Uni

IV.12.a Données de base

Population (2011)	62 millions
Superficie	0,2 millions de km ²
Densité de population moyenne	8,3 habitants/km ²
PIB (2011)	2 480 milliards de \$
PIB/habitant (2010)	35 000 \$
IDH (2010)	0,884

IV.12.b Mesures et actions

Au Royaume-Uni, la recherche publique sur les nanotechnologies est coordonnée par le *Nanotechnology Research Coordination Group* (NRCG), présidé par le Defra⁸⁸, et incluant des ministères et des agences gouvernementales, les conseils pour la recherche et les administrations s'y rapportant. (voir annexe 5 : Royaume-Uni, appendice 1)

Au sein des conseils pour la recherche, le *RCUK Nanotechnology Group* (Research Councils UK, conseils de recherche du Royaume-Uni), sous la direction de l'EPSRC⁸⁹, coordonne un programme entre tous les conseils pour la recherche qui ont, par ailleurs pour certains, leurs propres programmes en nanotechnologies :

- *Nanoscience through engineering to application* de l'EPSRC,
- *Environmental Nanoscience Initiative*, impliquant le conseil pour la recherche sur l'environnement naturel (NERC⁹⁰), le Defra et l'agence pour l'environnement (EA⁹¹).

Au sein de cette structure, la responsabilité de la recherche fondamentale est impartie aux conseils pour la recherche.

On dénombre un vingtaine d'universités financées par l'EPSRC qui travaillent dans le domaine des nanotechnologies⁹² :

Actuellement, le Royaume-Uni ne dispose pas d'un programme gouvernemental en cours pour le soutien aux nanotechnologies. Il existe déjà des projets établis, mais les plans actuels de financement de la science par le gouvernement pour la période de 2011 à 2015, tels qu'ils sont définis dans les différents documents du conseil de recherche, ne révèlent aucun rôle futur des nanotechnologies. Le précédent programme inter-conseil « d'ingénierie grâce à l'application des nanosciences » a été abandonné.

⁸⁸ Department for Environment, Food and Rural Affairs.

⁸⁹ Engineering and Physical Sciences Research Council

⁹⁰ Natural Environment Research Council.

⁹¹ Environment Agency.

⁹² Oxford (bio-nanotechnologies), Cambridge (nanofabrication), Durham, Sheffield, Surrey, Birmingham, Nottingham, Starthclyde, Southampton, Glasgow, Manchester, Bristol, Edinburgh, Cardiff, Leeds, Queen's University of Belfast, Bath, Exeter, University College of London et Imperial College of London.

Tous les programmes inter-conseils s'inscrivent dans des thèmes de société tels que le vieillissement de la population, les changements environnementaux, la sécurité mondiale, l'énergie, la sécurité alimentaire et l'économie numérique. Le plan de prestation pour l'ingénierie et sciences physiques du *Research Council*, qui est le conseil principal pour les nanotechnologies, ne mentionne même pas le mot⁹³.

Il est difficile de définir, de façon précise, les dépenses gouvernementales au Royaume-Uni en termes de R&D dans le domaine des nanotechnologies, principalement par manque de distinction entre le secteur des micro- et des nanotechnologies (MNT). Ceci dit, les dépenses publiques pour les nanotechnologies au cours des 12 dernières années peuvent être estimées à plus de 640 M£.

Au cours des cinq dernières années, le gouvernement a investi de façon significative dans la communauté MNT, dont par exemple 90 M£ destinées à développer un nouveau réseau d'équipements et de services.

Le conseil pour la recherche en sciences de l'ingénieur et sciences physiques (EPSRC) a investi la somme de 253 M£ depuis 2003, distribuée sur un portefeuille de plus de 400 projets, les plus importants d'entre eux étant :

- le *Grand Challenge for Healthcare* (le grand défi pour les services de santé, 19 projets totalisant 16,6 M£),
- et le *Grand Challenge for Energy* (le grand challenge pour l'énergie, 2 projets totalisant 6,78 M£).

Le ministère de la défense, l'EPSC, le *Biotechnology and Biological Sciences Research Council* (BBSRC, conseil pour la recherche en biotechnologies et sciences biologiques) et le *Medical Research Council* (MRC, conseil pour la recherche médicale) ont contribué à hauteur de 19,4 M£ (3,4 M£, 10 M£, 3 M£ et 3 M£, respectivement) pour la mise en oeuvre de centres de recherche pluridisciplinaire en nanotechnologies. (*Interdisciplinary Research Centres, IRC*)

Concernant la législation, le DTI⁹⁴ a publié un rapport en décembre 2006. Ce document identifie un certain nombre de lacunes en matière de réglementation⁹⁵. Toutefois, il conclut que celles-ci n'existent pas du fait d'une omission mais plutôt du fait du manque de connaissances sur les effets des nanoparticules sur la santé humaine et sur l'environnement.

Le 1er juin 2007, le règlement européen REACH⁹⁶ est entré en application. A l'exception de certains types de nanomatériaux (comme les fullerènes), qui sont considérés comme nouveaux et pris en compte spécifiquement par REACH, la taille des particules n'influence pas la façon dont les matériaux sont classifiés. Ceci signifie donc que la plupart des nanomatériaux sont classifiés et traités comme s'il s'agissait de matériaux massifs.

⁹³ Il en va de même pour le dernier document de stratégie du *Technology Strategy Board*, responsable du soutien à la R&D pour des produits proches du marché, pour qui les nanotechnologies sont « désormais intégrées dans tous les thèmes où il y a de telles opportunités ».

⁹⁴ Department of Trade & Industry.

⁹⁵ Le Defra identifie un certain nombre de lacunes réglementaires, notamment en ce qui concerne les valeurs seuil et les exemptions définies dans la législation existante, les connaissances scientifiques actuelles et la compréhension des risques, le manque d'information et le flou de certaines définitions, et enfin les méthodes fiables et validées pour contrôler l'exposition et les effets possibles sur la santé humaine et sur l'environnement.

⁹⁶ Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques.

Le gouvernement britannique a soutenu un certain nombre d'initiatives destinées à favoriser le dialogue autour des nanotechnologies. On peut ainsi citer :

- *Nanodialogues* qui, dans le cadre du programme *Sciencewise*, couvre diverses applications des nanotechnologies. Cette initiative a été soutenue à hauteur de 120 000 £ (environ 176 000 €) par le DTI, un financement équivalent étant apporté par d'autres sources.
- *Small Talk*, doté d'un budget de 50 000 £ (environ 73 000 €), qui implique la discussion des nanotechnologies avec le public et les scientifiques.
- l'initiative *Nanojury UK* qui a permis à quinze personnes sélectionnées au hasard de discuter des questions liées aux nanotechnologies.

Ces initiatives ont adressé des messages à la classe politique : le grand public a plutôt une attitude positive vis-à-vis des nanotechnologies, mais attend du gouvernement qu'il finance des recherches sur les risques potentiels qui leur sont associés. Cependant, ces initiatives ne semblent pas avoir eu d'influence majeure.

IV.12.c Secteurs prioritaires

Annoncée en 2009 en réponse au rapport de la *Royal Commission on Environmental Pollution*, la stratégie britannique sur les nanotechnologies a été publiée le 18 mars 2010, après consultation avec un panel d'experts du monde académique, de l'industrie et d'organisations non gouvernementales.

Cette stratégie s'articule autour de quatre thématiques pour lesquelles plus de 40 actions destinées à développer, réglementer et promouvoir l'utilisation en toute sécurité des nanotechnologies ont été exposées. Nous retiendrons :

- Les entreprises (innovation et industrie)
- L'environnement, la santé et la sécurité
- La réglementation
- L'interaction du gouvernement britannique avec les chercheurs, les industriels et les consommateurs

IV.12.d Evolution du nombre de brevets

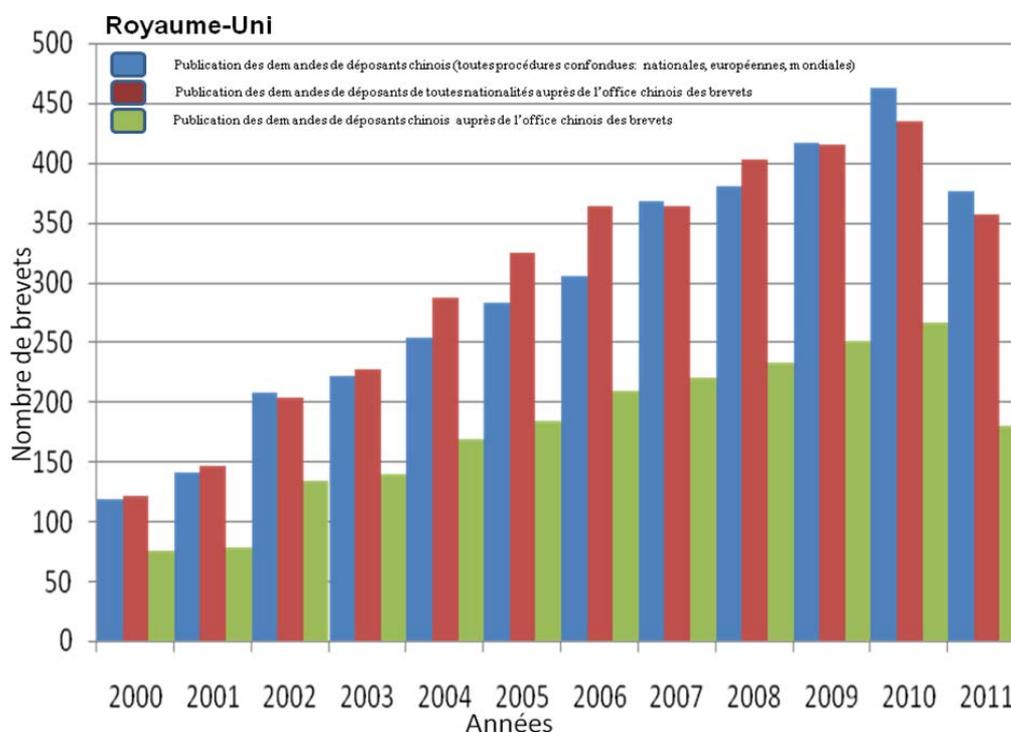


Illustration 62. Les brevets publiés au Royaume-Uni entre 2000 et 2011.

Comparativement aux autres pays analysés dans cette étude, le nombre de brevets est faible et situe la Royaume-Uni à la 8^{ème} position. On remarque cependant qu'à l'exception de l'année 2011 les dépôts de brevets sont en augmentation constante (illustration 62). L'écart est faible entre les déposants autochtones et les déposants de toutes nationalités confondues.

IV.12.e Le Royaume-Uni sur la scène internationale

Sur la scène internationale, le Royaume-Uni participe activement, dans le secteur de la R&D, ainsi que dans le secteur industriel, à des coopérations internationales.

- Collaboration dans le secteur de la R&D : à travers *Nanosafe 2* et *Nanosh* qui sont des projets de recherche européens. On citera également le consortium d'organisations industrielles, académiques, gouvernementales et non-gouvernementales internationales, *Nanoparticule Occupational Safety and Health (NOSH)* qui, depuis 2006, tente d'obtenir des données sur les risques pour la santé et la sécurité professionnelle associés aux nanoparticules.
- Collaboration dans le secteur industriel : en procédant à des coopérations et des investissements à l'étranger.

Ces deux types de collaborations sont décrits dans l'illustration 63.

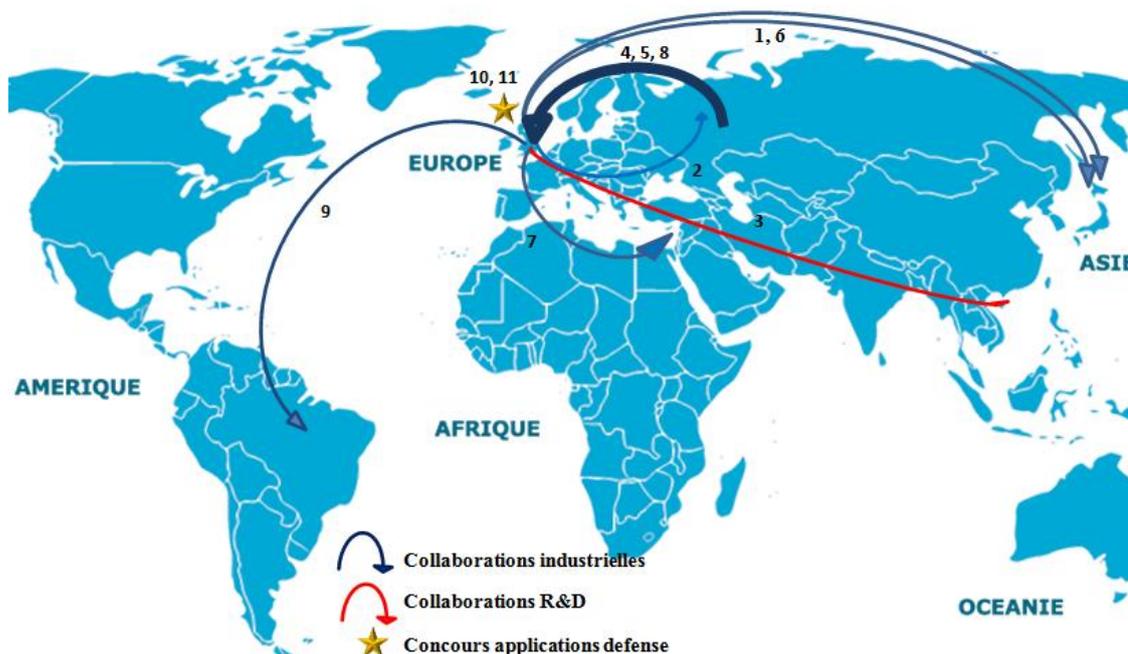


Illustration 63. Coopérations et investissements britanniques à l'international.

1. Nanoco, une société de nanotechnologie à Manchester (60 employés), a averti qu'elle localisera son usine au Japon ou à Singapour si elle n'obtient pas une aide financière du gouvernement. L'usine coûterait 10 millions de £ et emploierait 30 personnes de plus⁹⁷.

2. Afin de renforcer les relations avec les entreprises russes, et grâce au soutien financier du Conseil *Technology Strategy*, des PME du Royaume-Uni ont participé à l'événement international NanoMicroClub (INMC) en Russie. Certaines de ces PME étant déjà dans un processus de demande de financement à Rusnano⁹⁸.

3. Les relations existantes entre le Royaume-Uni et la Corée du Sud ont été renforcées par la signature d'un Memorandum of Understanding (MoU) entre STFC et le Conseil coréen de recherche de la science fondamentale et de la technologie (KRCF)⁹⁹.

4. RUSNANO investit 700 millions de \$ dans *Plastic Logic* (plastique flexible d'affichage électronique, Royaume-Uni). Cela financera une usine de plastique électronique à Zelenograd¹⁰⁰.

5. RusNano prévoit 900 millions de dollars pour un projet pharmaceutique avec des entreprises britanniques¹⁰¹.

6. Visite de PME au salon Nanotech 2011 à Tokyo¹⁰².

⁹⁷ Peter Marsh, *Nano-tech company pushes for public cash*, Financial times, 3 juillet 2011.

⁹⁸ Fiona Brewer, *Announces Success of UK Nanotechnology Mission to Russia*, NanoKTN, 24 juin 2011.

⁹⁹ Lucy Stone, *UK and Korea stand together for the future of science*, STFC Rutherford Appleton Laboratory, 27 octobre 2010.

¹⁰⁰ *Rusnano Finalizes Investment in Plastic Logic: \$700 Million Total Investment Project Will Include Building World's Largest Commercial Plastic Electronics Factory in Zelenograd*, Rusnano, 18 janvier 2011.

¹⁰¹ RusNano plans \$900 for a pharmaceutical project with British business, RIA Novosti, 25 novembre 2011.

¹⁰² Del Stark, *UK Nanotechnology SMEs take to Japan for business*, Institute of Nanotechnology, 22 février 2011.

7. Participation de 10 industriels britanniques à la conférence israélienne Eilat-Eliot, financée par le réseau des sciences et de l'innovation (NAS) afin de favoriser des partenariats productifs dans le domaine des énergies renouvelables¹⁰³.

8. RUSNANO et *Celtic Pharma Holdings* (fonds d'investissement, Grande-Bretagne) créent la société russe bio-pharmaceutique internationale Pro Bono Bio. Le montant total d'argent pouvant être investi par RUSNANO est de 300 millions de dollars¹⁰⁴.

9. Collaboration Brésil-Royaume-Uni dans le cadre d'un réseau sur l'innovation dans les biosciences. Afin de permettre un transfert des connaissances et de promouvoir l'interaction des membres de *Biosciences KTN* avec une partie de la communauté des investisseurs en provenance du Brésil¹⁰⁵.

10. Concours SBRI & MOD: sur le blindage et la protection¹⁰⁶.

11. Le Centre pour la défense de l'entreprise (CDE) du ministère de la Défense lance un concours afin de trouver des nouvelles technologies à des coûts faibles pour de futures armes complexes¹⁰⁷.

Les entreprises britanniques rencontrent parfois des difficultés à financer leur développement. Dans ce contexte, elle se tourne vers des pays étrangers tels que la Russie. Les chaînes de production sont alors délocalisées.

IV.12.f Typologie des entreprises

Le nombre d'entreprises créées annuellement au Royaume-Uni, mettant en œuvre des nanotechnologies, montre une assez forte progression au cours des vingt dernières années, comme l'indique l'illustration 64 :

¹⁰³ Arnold Black, ES KTN secures funding for Renewable Energy Mission to Israel, 7 Septembre 2010

¹⁰⁴ Rusnano and Celtic Pharma Holdings (Great Britain) Establish International Pharmaceutical Company Pro Bono Bio, Rusnano, 12 septembre 2011.

¹⁰⁵ Ce réseau investira en capital risque au Brésil, avec un accès direct aux entreprises du Royaume-Uni qui sont particulièrement adaptés aux marchés de la biotechnologie brésilienne et aux sociétés membres qui pourraient avoir un intérêt dans la recherche de financement et / ou de collaborations au Brésil.

¹⁰⁶ *Novel Technologies for Complex Weapons*, Ministry of Defence dstl, 27 janvier 2011.

¹⁰⁷ Toby Gill, *Novel technologies for complex weapons*, 6 janvier 2011.

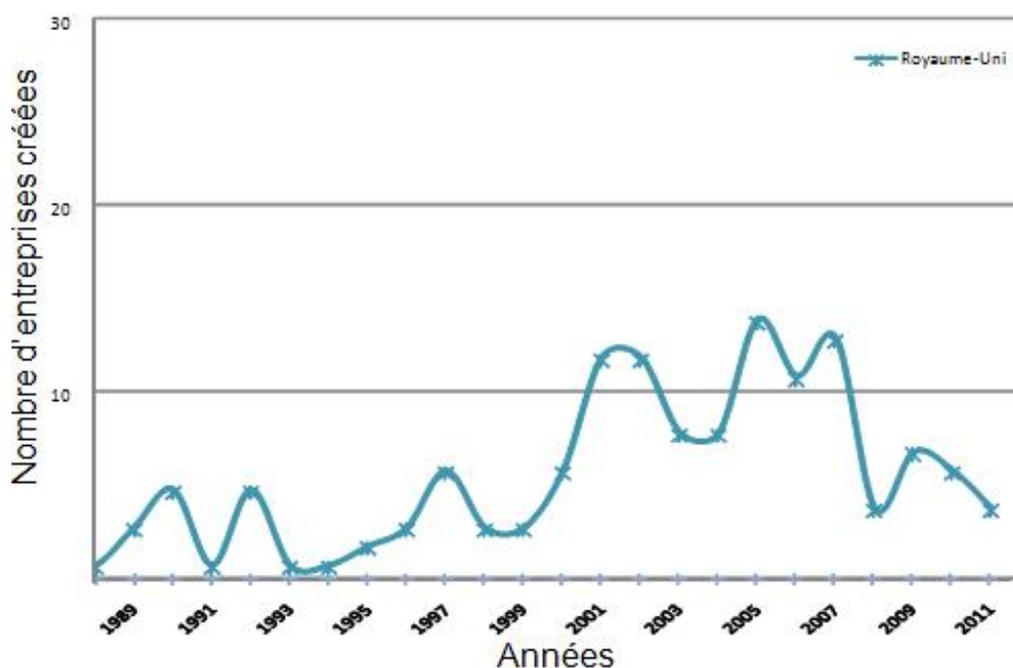


Illustration 64. Création de 115 entreprises de nanotechnologies au Royaume-Uni de 1988 à 2011.

Le nombre total d'entreprises recensées est de 158 dont 115 entre 1988 et 2011.

Le secteur industriel comprend un mélange de jeunes entreprises innovantes, de PME, de grandes entreprises et de multinationales. On observe un petit démarrage d'activité entre 1996 et 2001 mais c'est pendant la période de 2001 à 2007 que le nombre d'entreprise créées est le plus important.

Comparativement aux autres pays étudiés, la Royaume-Uni a commencé ses créations d'entreprises avec un peu de retard. On observe une chute en 2003 et une reprise dès 2005, peut-être liée au programme MNT. Dès 2008, on observe une chute brutale d'activité, certainement due au contexte économique mondial et au désengagement de l'Etat. Ceci se répercute probablement sur le nombre de brevets déposés en 2011.

L'illustration 65 indique que tous les domaines d'activité d'entreprises sont représentés.

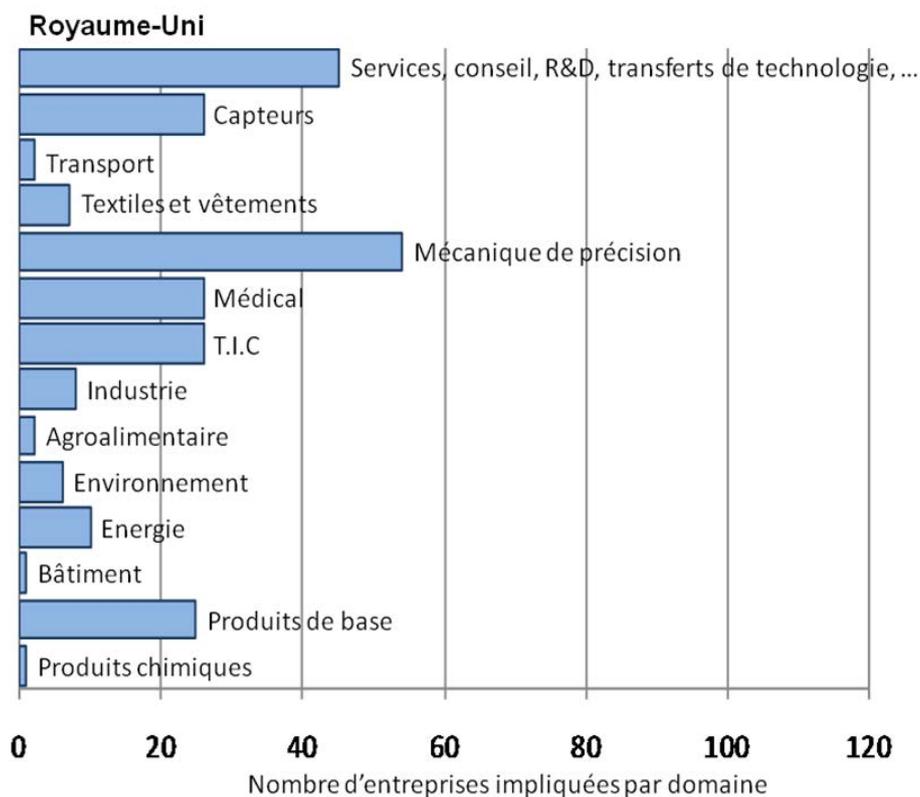


Illustration 65. Typologie des 158 entreprises du Royaume-Uni recensées.

La présence forte en mécanique de précision, et plus précisément en métrologie, est à mettre en liaison avec la considération des Britanniques pour les problèmes liés à la toxicité potentielle des nanomatériaux¹⁰⁸. Le Royaume-Uni est plus axé sur l'intégration des nanomatériaux que sur leur fabrication (produits de base). En effet, la production de nanomatériaux n'est pas forcément où se situe la plus grande marge financière. La valeur peut être générée par le développement théorique, la conception, la fabrication de nouvelles techniques, la vente de propriétés intellectuelles et de licences à d'autres pays. Le Royaume-Uni a une bonne capacité industrielle en outils pour le dépôt de couches minces (mécanique de précision).

L'illustration 66 présente les résultats sous forme de pourcentages d'entreprises recensées, par rapport aux 158 au total, en sélectionnant les 10 domaines retenus comme ayant des potentialités d'applications au niveau militaire et/ou sécuritaire.

¹⁰⁸ La métrologie est cruciale pour la détection, la mesure et la classification des nanomatériaux. Elle permet également de mesurer l'exposition sur le lieu de travail et de créer des standards utilisés dans le cadre de la réglementation ou des études toxicologiques.

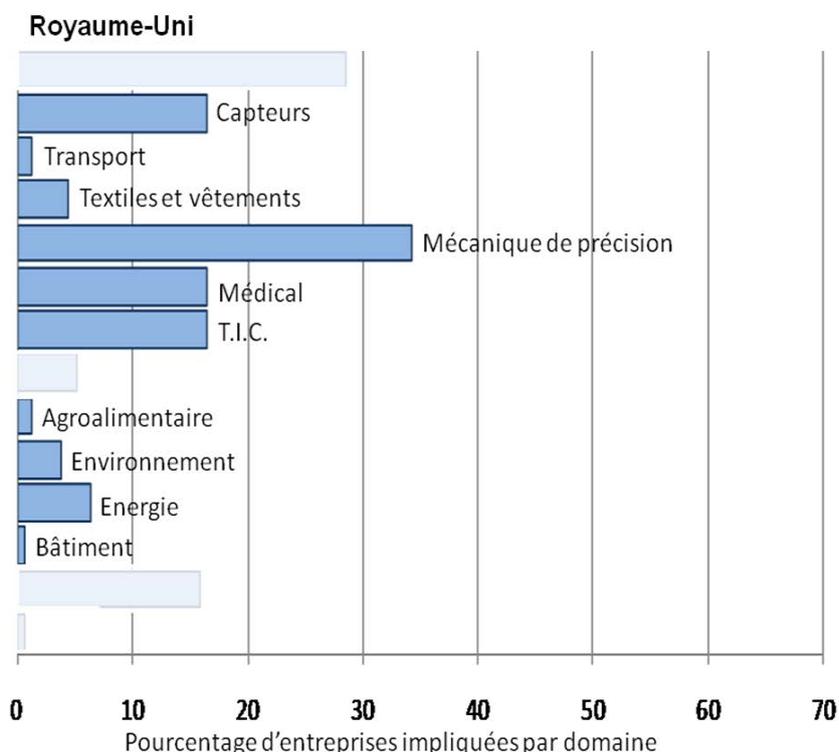


Illustration 66. Typologie en pourcentage des entreprises du Royaume-Uni répertoriées dans les 10 domaines sélectionnés.

Avec les critères que nous avons choisis¹⁰⁹, de fortes capacités apparaissent pour la mécanique de précision, alors que les capteurs, les technologies de l'information et de la communication¹¹⁰ et le médical se placent à un niveau intermédiaire.

Conclusion

Durant les dernières décennies, le Royaume-Uni a acquis une avance dans les domaines des sciences et de l'ingénierie pour constater que les principales applications commerciales de ces technologies sont développées à l'étranger. Ce qui a commencé comme une vision et une stratégie claires semblait s'enliser dans de la bureaucratie et l'incompréhension. Le financement de la R&D n'était pas suffisant et n'a pas été pleinement mis à profit pour assurer un impact stratégique.

La majorité de la R&D sur les nanotechnologies au Royaume-Uni se concentre dans le secteur académique où il jouit d'une expertise et d'une assise universitaire forte. Bien que la base scientifique soit forte et que des organismes participent actuellement à la valorisation, ce pays doit faire face à la concurrence scientifique d'autres nations.

¹⁰⁹ Voir le paragraphe 1.1.3 du rapport.

¹¹⁰ Il est probable que la pénétration du marché d'ici à 2015 se fera par des produits de stockage de données et d'affichage grâce aux technologies RAM utilisant des nanoparticules magnétiques (mémoire à accès aléatoire ultra-minces et légères), à des écrans flexibles avec une faible consommation électrique et à des écrans carbone à émission de champ de nanotubes.

En 2004, suite à la publication du rapport des deux académies savantes, et de la réponse que le gouvernement lui avait apportée, le Royaume-Uni se trouvait au premier plan de l'engagement dans les nanotechnologies. Mais de nombreux acteurs du domaine, qu'ils soient issus de l'industrie, du monde universitaire, des sociétés savantes ou des ONG, partagent l'opinion que le pays a perdu cette position de leader. Il pourrait toutefois la regagner si des actions étaient résolument mises en œuvre.

Le Royaume-Uni est en proie à beaucoup d'inquiétudes:

- Quels pourraient être les impacts des nouveaux nanomatériaux sur la santé humaine ?
- Quels sont les types d'applications possibles qui pourraient naître de la convergence entre les nanotechnologies, d'une part, et les biotechnologies, l'informatique ou l'intelligence artificielle, d'autre part ?
- Les cadres de régulation actuels sont-ils pertinents ?

En conclusion, le CST¹¹¹ estime que le gouvernement a progressé de façon notable sur un certain nombre de ses engagements : coopération internationale, normalisation, application du principe de précaution, collaboration avec l'industrie, système de déclaration sur la base du volontariat, etc.

Voir annexe 5, appendice 2

¹¹¹ Council for Science and Technology.

IV.13 Russie

IV.13.a Données de base

Population (2012)	143 millions
Superficie	17 millions de km ²
Densité de population moyenne	8,3 habitants/km ²
PIB (2011)	1 884 milliards de \$
PIB/habitant	15 9000\$
IDH (2009)	0,817

IV.13.b Mesures et actions

Après une décennie difficile marquée par la baisse des financements et la fuite des cerveaux, les conditions de développement de la R&D russe redeviennent favorables. Dans ce cadre, le développement des nanotechnologies est devenu une priorité en Russie, coordonnée au plus haut niveau politique, et bénéficiant de moyens significatifs.

Si certains pays, tel que les Etats Unis, l'Allemagne et le Japon, ont faits des nanotechnologies un axe prioritaire de leur politique de recherche et innovation dès 1990, on observe également une intense activité dans les principaux centres scientifiques russes pour le développement des nanotechnologies sur cette période. La Russie n'a donc pas pris de retard significatif par rapport aux avancées occidentales. En effet, sur la base de très bonnes connaissances fondamentales en physique des solides, cristallographie, mécanique quantique, physique théorique, physique des lasers, biophysique et génétique, la recherche russe a su prendre le tournant vers ces nouvelles technologies. Cependant, jusqu'en 2004-2005, l'organisation de la R&D concernant les nanotechnologies est restée relativement peu coordonnée, dû à un manque de concertation des principaux acteurs, et reposait surtout sur des initiatives individuelles.

Un soutien gouvernemental fort

« Nous sommes pratiquement prêts pour une nouvelle révolution scientifique et une révolution technologique : la révolution des nanotechnologies. »

Ministre de la Science et de l'éducation Andreï Forenko, février 2008.

Soutien Présidentiel

L'intérêt pour les nanotechnologies apparaît publiquement à partir de 2006 dans des discours officiels du président Vladimir Poutine où celui-ci appelle de ses vœux à la création d'un programme dédié à leur développement en Russie, tout en soulignant que le pays pourrait rapidement devenir un des leaders mondiaux dans ce domaine à très fort potentiel. [Cours de Christian Harbulot, *Les nanotechnologies : nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Fédération de Russie*, 11 Novembre 2008]

Plus tard, Vladimir Poutine, l'ancien président devenu Premier ministre continuera à encourager les nanotechnologies en soutenant fermement le projet Rosnanotech : selon lui, les nanotechnologies sont un « vecteur-clé du développement de l'industrie et de la science ». Créé en 2007, Rosnanotech s'est vu attribuer un budget de 3,2 G€ un niveau de financement sans précédent pour la science russe depuis la chute de l'URSS. Cependant, les ressources publiques ne sont pas suffisantes et doivent servir à encourager les investissements privés. L'une des grandes priorités de la nouvelle économie russe fondée sur les innovations sera la création de la nano-industrie. Le rôle de Rosnanotech est de rendre les inventions des scientifiques russes commercialement viables et d'encourager l'investissement privé. Depuis 2011, Rosnanotech a été réorganisée et le gouvernement détient 100% des actions.

Le président russe, Dmitri Medvedev a depuis 2010 affiché des ambitions de construire à Moscou une ville d'entreprise innovante "Skolkovo" dignes de la Silicon Valley.

Soutien de la Douma

MOSCOU, 5 juillet 2007- RIA Novosti.

La Russie a tout pour devenir leader mondial dans le domaine des nanotechnologies, a estimé le président de la Douma Boris Gryzlov lors d'une réunion consacrée jeudi au développement et à l'application des réalisations nationales dans le domaine des nanotechnologies. Selon le président de la Douma, « la Russie peut se prévaloir d'une très bonne association d'intelligences et de possibilités, et elle ne doit pas être un pays qui accomplit de simples progrès dans la sphère des nanotechnologies : elle doit faire des bonds dans cette direction, et nous pourrions devenir leader mondial sur cet axe », a-t-il affirmé. L'ampleur des réalisations russes dans le domaine des nanotechnologies définira la place de la Russie dans l'économie mondiale, le niveau de notre compétitivité et de notre sécurité nationale, sa composante défense comprise, a-t-il précisé.

Toutes ces actions font des nanotechnologies la priorité politique affichée, et le secteur économique où la Russie veut se positionner comme leader mondial.

IV.13.c Secteurs prioritaires

On identifie cinq grands établissements¹¹² russes qui ne font que des nanosciences, souvent à partir de la physique des solides. Pour d'autres instituts déjà spécialisés (en chimie inorganique, en catalyse), ce sont des équipes, au sein de l'institut, qui se sont tournées vers les nanosciences et ont obtenu des résultats intéressants. Il existe également des instituts jouant un rôle important dans la politique menée pour les nanotechnologies.

Si la Russie est traditionnellement spécialisée dans les matériaux innovants, elle a néanmoins développé les différents thèmes d'applications des nanotechnologies :

- **effets liés aux électrons** : électronique, optoélectronique, mémoires magnétiques, émetteurs d'ondes Giga et TeraHertz, capteurs et détecteurs, imagerie (en particulier pour le médical), supraconductivité,

¹¹² Cinq grands pôles de compétence sont répertoriés : **Moscou, Saint-Pétersbourg, Chernogolovka, Nizhny-Novgorod**, et **Novossibirsk** (avec **Tomsk**). D'excellents centres sont également identifiés à **Obninsk, Ekaterinbourg, Zélénograd** et **Troïtsk**.

- **instrumentation** : microscopies à champ proche (à force atomique, à effet tunnel, SNOM, etc..), nano-biotechnologies (biochips),
- **matériaux** : renforcement de matériaux, matériaux super-durs, alliages spéciaux, quasicristaux, ultrafiltration, revêtements fonctionnels en couches minces, nanotubes et cristaux de toute nature et de toutes formes, peintures antibactériennes, etc.

En particulier, les thèmes suivants sont développés :

- **croissance cristalline,**
- **nanomatériaux** : poudres nanométriques de toute nature (métaux, céramiques), nanofibres, nanotubes et nanofilms,
- **nanostructures superconductrices,**
- **spintronique,** nanomagnétisme, mémoires.

IV.13.d La Russie sur la scène internationale

Collaboration dans le secteur de la R&D

Groupe de travail russo-européen « Nano »

Il a été créé pour définir les thèmes d'intérêt commun, afin de favoriser la participation des équipes russes au 7^{ème} programme cadre européen (2003-2013)¹¹³, mais aussi d'inclure la Russie dans les instances d'évaluation des projets.

Coopération Franco-russe dans le domaine en nanotechnologie

- Programme ARCUS entre la Lorraine avec le MISIS de Moscou sur les nanomatériaux.
- Institut de biologie moléculaire Engelhardt-Laboratoire de Virologie - CHU Toulouse Purpan : technologie des bio-puces russes dans le domaine de l'hépatite C.

Collaboration dans le secteur industriel

Aujourd'hui, la coopération technologique passe par les grandes entreprises industrielles. Plusieurs sociétés multinationales ont implanté une activité de R&D en Russie, parmi lesquelles Schlumberger, Servier, Sun Microsystems, Motorola, EADS-Airbus, Microsoft, Cisco, Siemens, Hewlett Packard. Selon un récent rapport de la CNUCED, la Russie pourrait devenir d'ici 2009 la 6^{ème} destination mondiale la plus attractive pour les investissements étrangers en R&D.

Rosnanotech a pour vocation de palier aux difficultés rencontrées entre le développement et la mise sur le marché grâce à des investissements en stade précoce. On remarque cependant que Rosnanotech ne s'arrête pas à cette activité : il investissent dans des entreprises étrangères de pointe en nanotechnologie afin de pouvoir ensuite construire une chaîne de production en

¹¹³ En Europe, le 7^{ème} PCRD joue un rôle important dans l'organisation des recherches en nanosciences à l'échelle du continent. L'Union Européenne annonce plus d'un doublement des budgets alloués aux programmes cadres qui passeraient d'environ 20 Md € (entre 2002 et 2006) à 53,2 Md (pour la période 2007 à 2013). À ce titre, les nanotechnologies figurent en bonne position dans la catégorie coopérations du 7^{ème} PCRD, qui visent essentiellement à favoriser la création de partenariats entre différentes équipes de recherche européennes (et les pays partenaires), ainsi qu'à développer des recherches pluridisciplinaires et transversales.

Russie et ainsi acquérir la technologie et les capacités de production (voir schéma ci-dessous point 3, 4 et 9)

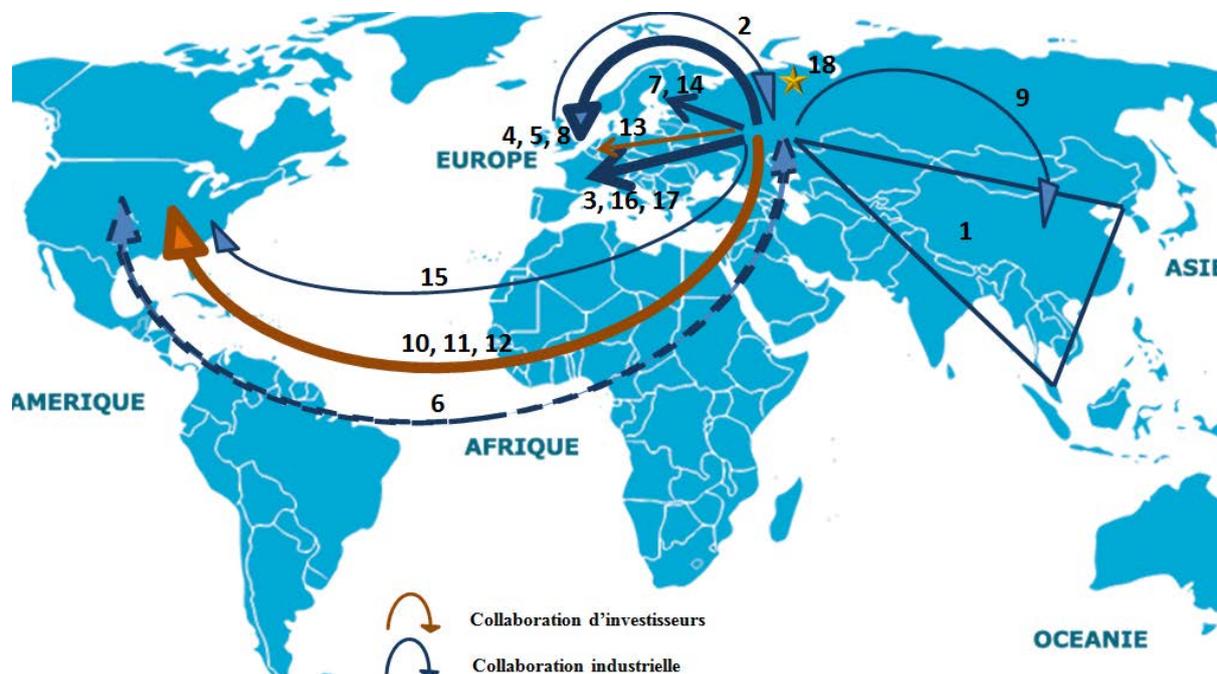


Illustration 67. Coopération et investissements russe à l'international.

Les coopérations et investissements internationaux apparaissent pour les points qui suivent :

1. Rosnanotech, le *Korea Institute for the Advancement of Technology* (KIAT), EDB (*Singapore Economic Development Board*, investisseur international à Singapour) créent le fond nanotechnologies Asie, afin de développer la recherche et le développement et de pouvoir commercialiser plus rapidement, 50% des fonds étant investis en Russie¹¹⁴.

2. La Russie a pu compter sur la présence du Royaume-Uni, représenté par *NanoMission*, lors de sa conférence NanoMicroClub (INMC) de novembre 2010. Cette action aboutira à des demandes de financement par des PME anglaises à Rosnano et à d'autres formes de collaboration¹¹⁵.

3. *Crocus technology* (lithographie 90/65 nm, MRAM, CEA Grenoble) et Rosnanotech créaient une entreprise de fabrication de MRAM en Russie : *Crocus Nano Electronics* (CNE), avec un investissement combiné de 300 millions de dollars. Crocus investira 5 millions de dollars, initialement dans les organismes de recherche russes, pour développer des solutions de fabrication de pointe¹¹⁶.

¹¹⁴ Russia, Korea and Singapore Announce Launch of the Asia Nanotechnology Fund, Rosnanotech, 16 juin 2011.

¹¹⁵ Fiona Brewer, NanoKTN Announces Success of UK Nanotechnology Mission to Russia, Institute of nanotechnology, 2010.

¹¹⁶ Crocus Technology Strikes \$300 Million Financing Deal with Rosnanotech to Build Advanced MRAM Manufacturing Facility in Russia, Crocus technology, 17 mai 2011.

4. Rosnanotech investit 700 millions de dollars dans *Plastic Logic* (plastique flexible d'affichage électronique, Royaume-Uni). Cela financera une usine de plastique électronique à Zélénograd¹¹⁷.

5. Rosnanotech prévoit 900 millions de dollars d'un projet pharmaceutique avec des entreprises britanniques¹¹⁸.

6. Visite de capital-risque américain à Moscou en mai 2010, organisée par Rosnanotech en collaboration avec l'association d'affaires américaine de russophones professionnels AMBAR¹¹⁹.

RUSNANO ouvre un bureau dans la Silicon Valley afin d'organiser des collaborations avec le capital-risque américain, entreprises de haute technologie, les universités et les centres de transfert de technologie¹²⁰.

7. La société d'investissement *Suomen Teollisuussijoitus Oy* (*Finnish Industry Investment Ltd*, appartenant au gouvernement) et Rosnanotech ont signé un accord, sur 3ans, d'investissement en nanotechnologies de 50 millions d'euros sur un programme finno-russe¹²¹.

8. Rosnanotech et *Celtic Pharma Holdings* (fonds d'investissement, Grande-Bretagne) créent la société russe bio-pharmaceutique internationale : *Pro Bono Bio*. Le montant total d'argent pouvant être investi par Rosnanotech est de 300 millions de dollars¹²².

9. Parmi les projets financés par Rosnanotech, il y a un projet de transfert de technologie avec une entreprise chinoise du groupe *Sky Thunder*. Une production à grande échelle de batteries lithium-ion pour voitures et autocars devait être mise en place en Russie¹²³.

10. Lancement d'une stratégie I2BF-RNC (Rosnanotech capital : RNC) pour financer les entreprises de nanotechnologies et faciliter le transfert des sites de productions en Russie. I2BF est une société de capital-risque basé à New York qui investit au niveau mondial¹²⁴.

11. Investissement conjoint entre RusnanoMedInvest et Domain Associate (société capital-risque américaine) dans la société pharmaceutique californienne CoDa Therapeutics (traitements de plaies et d'inflammation) afin d'installer des appareils pharmaceutiques et médicaux pour une production de pointe de produits thérapeutiques en Russie qui répond aux normes GMP¹²⁵.

¹¹⁷ Rosnanotech Finalizes Investment in Plastic Logic : \$700 Million Total Investment Project Will Include Building World's Largest Commercial Plastic Electronics Factory in Zelenograd, Rosnanotech, 18 janvier 2011.

¹¹⁸ Rosnanotech plans \$900 million pharmaceutical project with British business, RIA Novosti, 25 novembre 2011.

¹¹⁹ US Venture Capitalists Discover Nanotechnology in Russia, Nanowerk News, 24 avril 2010.

¹²⁰ *RUSNANO Opens Office in Silicon Valley*, Rusnano, 24 mars 2011.

¹²¹ Finland and Russia to cooperate in nanotechnology investment, industry investment, 27 mai 2010.

¹²² Rosnanotech and Celtic Pharma Holdings (Great Britain) Establish International Pharmaceutical Company Pro Bono Bio, Rosnanotech, 12 septembre 2011.

¹²³ *Russian Nanotechnology R&D: Thinking big about small scale science*, FOI Swedish Defence Research Agency, Fredrik Westerlund, juin 2011.

¹²⁴ *I2BF And RUSNANO Capital Announce Strategic Nanotechnology Resources Fund*, Rusnano Capital, 18 juillet 2012.

¹²⁵ *RUSNANO and Domain Associates Announce First Joint Investment*, Rosnanotech, 25 juillet 2012.

12. Rusnano co-investit dans Lilliputian VP of Business Development afin d'établir l'installation de R&D et la fabrication du produit à Moscou. Le MPS USB est un appareil léger et portable qui recharge une variété de produits électroniques, fournissant vraie mobilité sans fil¹²⁶.

13. RUSNANO investit dans Mapper Lithography, développeur de matériel de lithographie sans masque. A côté de l'expansion de l'infrastructure existante aux Pays-Bas, une partie de l'investissement RUSNANO seront utilisés pour établir un site de production en Russie pour les composants de lentilles Mapper¹²⁷.

14. RUSNANO investit dans Beneq, le pionnier finlandais et leader mondial dans la production industrielle et du matériel de laboratoire pour la nano-échelle des films minces et des revêtements fonctionnels¹²⁸.

15. NeoPhotonics Corporation, leader dans la conception et la fabrication de circuit intégré photonique, a reçu un investissement de RUSNANO. Il est prévu que la société place des installations de recherche et de production en Russie¹²⁹.

16. RUSNANO investit dans Magnisense, un développeur français de tests biologiques in vitro pour tests de diagnostic dans les soins de santé, la médecine vétérinaire, la sécurité alimentaire et la protection de l'environnement. Le nouveau projet va permettre de fabriquer en Russie un système avancé de diagnostic basé sur MIAtek Magnisense technologie exclusive¹³⁰.

17. EADS, leader mondial de l'aérospatial et de la défense, collabore avec Rusnano en lui d'octroyant des licences technologiques¹³¹.

18. Rusnano crée un prix Prix international de la nanotechnologie dans les domaines : Nanoélectronique, NanoBiotechnologies, Nanomatériaux, Nanodiagnostic¹³².

La liste ci-dessus n'est qu'un échantillon des nombreuses actions menées par la Russie dans de nombreux pays (Inde, Israël, etc.).

Depuis 2010, Rosnanotech ne se contente plus d'aider au développement des entreprises russe de nanotechnologie, il investit dans des entreprises étrangères à fort potentiel (dont française) pour ensuite construire une usine de production sur le territoire russe.

Depuis 2012, l'activité s'intensifie encore pour Rusnanotech. Désormais, il co-investit avec des fonds étrangers, dans des entreprises étrangères afin de construire une usine de production en Russie.

¹²⁶ RUSNANO Leads Investment in Lilliputian Systems' \$60 Million Equity Financing, Rusnano, 14 septembre 2012.

¹²⁷ RUSNANO Invests in MAPPER Lithography, Developer of Groundbreaking Maskless Lithography Equipment, Rusnano, 23 août 2012.

¹²⁸ RUSNANO Invests in Beneq, Rusnano, 12 avril 2012.

¹²⁹ NeoPhotonics Receives Strategic Investment from RUSNANO, NeoPhotonics, 30 août 2012.

¹³⁰ RUSNANO and France's Magnisense to Produce Diagnostic Systems in Russia, Rusnano, 6 février 2012.

¹³¹ EADS and RUSNANO to Join Forces in the Nanotechnology Field, Rusnano, 27 octobre 2011.

¹³² Rusnano creates 'Nanotechnology International Prize' award, Rusnano, 25 mars 2009.

Si Rosnanotech cible ses investissements sur les entreprises de nanotechnologies, il investit sur des domaines variés et stratégiques : médical, semi-conducteur, batterie solaire, etc. On remarque qu'il c'est particulièrement rapproché des Etats-Unis en 2012.

La Russie acquiert ainsi des technologies stratégiques et désindustrialise à terme les autres pays.

IV.13.e Evolution du nombre de brevets

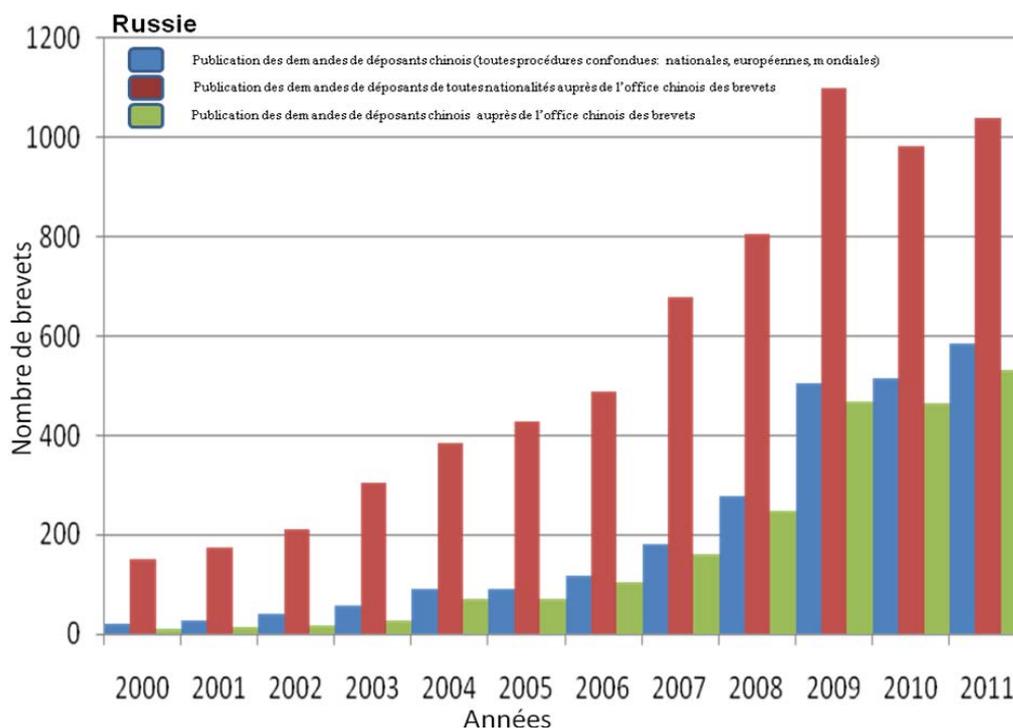


Illustration 68. Brevets publiés en Russie entre 2000 et 2011.

Le nombre de brevets est en augmentation constante de 2000 à 2009 mais reste faible et positionne la Russie en 7^{ème} position (illustration 68). L'écart est important entre déposants autochtones et ceux de toutes nationalités étrangères confondues, mais il tend à se réduire significativement depuis 2011. Un grand nombre de brevets russes a été délivré en 2001 à des déposants originaires notamment des Etats-Unis (27,5%) et d'Allemagne (21%). La part des brevets russes déposés par la France, bien que plus faible, est en augmentation régulière.

IV.13.f Typologies des entreprises

Le tissu industriel russe

Selon une déclaration du Premier ministre Vladimir Poutine, près de 1000 entreprises étaient actives dans le secteur nano-industrie en août 2009¹³³.

¹³³ *Russian Nanotechnology R&D: Thinking big about small scale science*, FOI Swedish Defence Research Agency, Fredrik Westerlund, juin 2011.

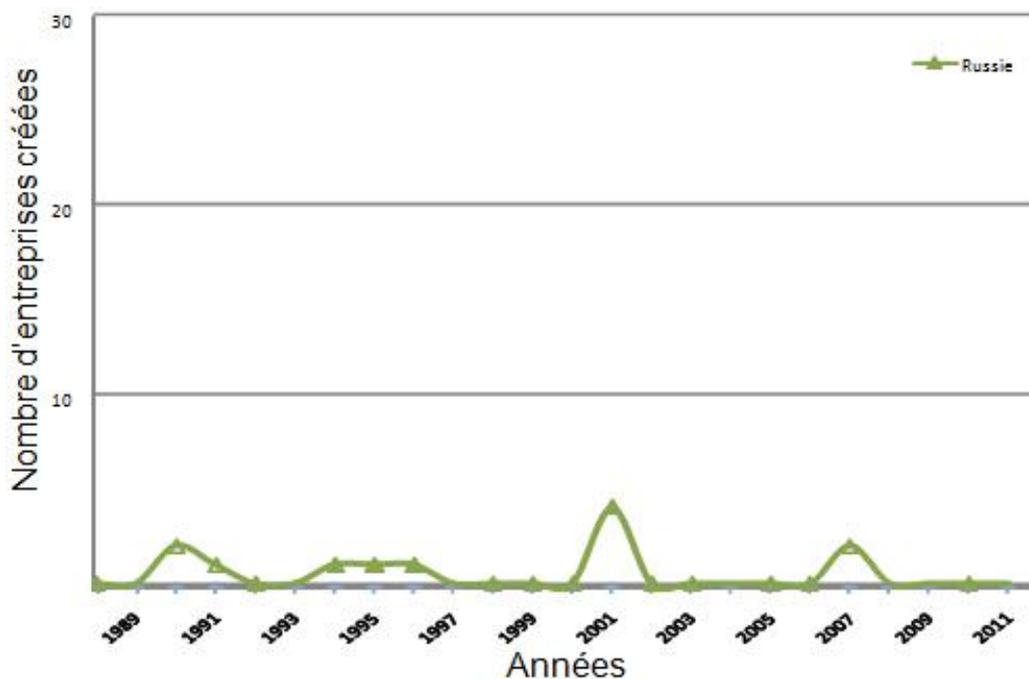


Illustration 69. Création de 12 entreprises de nanotechnologies en Russie de 1989 à 2011.

Le nombre d'entreprises russes créées annuellement (illustration 69), mettant en œuvre des nanotechnologies, ainsi que leur nombre total (15 entreprises seulement dont 12 entre 1988 et 2011), auxquels il a été possible d'accéder dans cette étude paraissent sous-estimés. Il positionne la Russie en 10^{ème} position. L'identification des entreprises du secteur des nanotechnologies est rendu difficile par le manque d'organisation du pays, mais les résultats trouvés restent très loin de la déclaration de Vladimir Poutine.

Avec cette réserve sur leur nombre, la typologie des entreprises répertoriées ici est indiquée sur l'illustration 70.

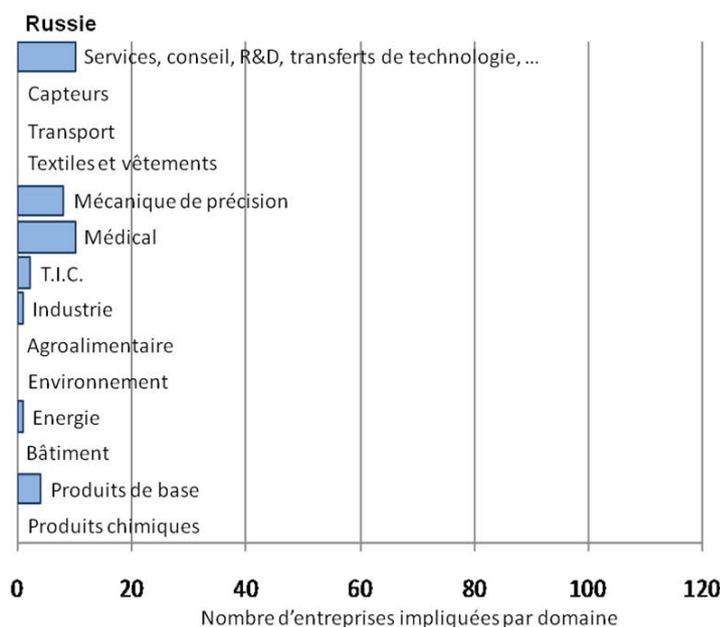


Illustration 70. Typologie sur les quinze entreprises russes recensées.

Toujours avec la réserve précédente, ce sont spécialement les domaines du médical et de la mécanique de précision qui seraient les mieux représentés.

Conclusion

La Russie dispose d'une infrastructure d'enseignement et de recherche de premier ordre. Les laboratoires russes possèdent des compétences particulièrement étendues dans le domaine de la physique du solide, de la cristallographie et des matériaux, sans oublier le domaine médical. Depuis quelques années le pays dispose de moyens financiers très importants qu'il alloue à des programmes fédéraux ciblés dans les applications des nanotechnologies, notamment la croissance cristalline, les nanomatériaux (en particulier les poudres et les fibres), les nanostructures supraconductrices, la spintronique et les mémoires.

Il multiplie les collaborations avec les laboratoires étrangers, notamment en Europe et en Asie. Le gouvernement Russe a bien compris que l'ampleur des réalisations russes dans le domaine des nanotechnologies définira la place de la Russie dans l'économie mondiale, le niveau de sa compétitivité et de sa sécurité nationale. C'est pourquoi il favorise également la mise en place de groupes industriels puissants à vocation commerciale avec des partenaires étrangers, particulièrement Britanniques, Américains, Finlandais, Coréens et Chinois.

Ainsi, après avoir connu une évolution qui la rendait progressivement comparable au modèle occidental, la recherche russe aurait finalement tendance, à l'heure actuelle, à présenter une configuration et des personnalités qui faisaient la spécificité de l'ancienne URSS, à savoir que l'État nation encercle les entités universitaires et industrielles et dirige les relations entre elles.

On peut se demander si le gouvernement Russe, qui bénéficie d'une bonne infrastructure et des cerveaux, investit massivement dans ces nouvelles technologies pour renouveler ses armements. En effet, l'ambivalence civil/militaire des nanotechnologies peut faire passer les développements militaires pour une démarche légitime d'utilisation civile afin de redynamiser l'économie du pays. Les nouvelles structures de soutien à l'innovation représentent aussi un atout stratégique militaire :

- Rosnanotech permet de favoriser les liens avec l'étranger et de transférer les technologies de pointe sur le territoire russe.
- Les différents salons internationaux offrent l'opportunité à la Russie de recueillir des informations sur les sujets de recherche des autres pays.
- Les outils d'aide à la recherche de partenaires comme RTTN ou le RFR¹³⁴ permettent de cartographier les centres de recherche et leurs compétences.
- Les collaborations avec l'étranger apportent de nouveaux savoir-faire.

Toutes ces institutions qui aident au transfert de technologie et le caractère ambivalent de « défense » peuvent favoriser le renouvellement de l'armement pour restaurer une puissance militaire et ainsi une crédibilité comme grande puissance mondiale.

¹³⁴ **RFR** : Réseau Franco-Russe de Centres d'Innovation Technologique a pour offrir un outil de communication entre les entreprises et organismes de transfert de technologies russes et français afin qu'ils échangent des offres et des demandes de partenariats technologiques à travers un site Internet (www.rfr-net.org).

RTTN: la Russie Technology Transfer Network a été fondée en 2002, elle est une association de 68 Centres d'innovation de Russie du 25 régions de la Russie et la CEI, spécialisées dans la zone de transfert de technologie. Le RTTN est un outil infrastructure de l'innovation, visant à la diffusion efficace de l'information technologique et de recherche de partenaires pour la mise en œuvre de projets d'innovation. La Russie Technology Transfer Network est un projet initié par le Centre d'innovation régional Obninsk technologie (RMCT Obninsk) et le Centre d'innovation Koltsovo (ICK) dans le cadre du programme TACIS 9804 FINRUS projet "Centres d'innovation et des villes scientifique de la Fédération de Russie" (1999-2002). (www.rtnn.ru)

IV.14 Taïwan

IV.14.a Données de base

Population (2010)	23 millions
Superficie	36 008 km ²
Densité de population moyenne	640 habitants/km ²
PIB (2011)	504,5 milliards de \$
PIB/habitant (2011)	37 932 \$
IDH (2011)	0,868

IV.14.b Mesures et actions

Taïwan, comme la Chine continentale, a fait des nanotechnologies un domaine prioritaire en faisant bénéficier ce secteur d'activités d'investissements publics importants. Alors que les priorités de la Chine continentale sont concentrées sur les nanomatériaux, Taïwan les a centrées sur les semi-conducteurs¹³⁵. L'intérêt de Taïwan pour ce domaine provient de la perception du fait que le secteur des nanotechnologies est un facteur de stimulation de la recherche. Cette analyse s'intègre dans une vision plus générale de succès commercial futur, de compétitivité et de croissance économique.

Taïwan demeure une nation très active dans la recherche sur les nanotechnologies¹³⁶ et se situe parmi les meilleurs pays mondiaux en recherche de base¹³⁷. Les travaux menés sont facilités par l'accès à des infrastructures de caractérisation de classe mondiale, tels que le synchrotron du Centre de Recherche National de Rayonnement Synchrotron (NSRRC), qui sera doté d'un deuxième anneau dans les années à venir.

Depuis 2003, Taïwan a investi des moyens importants dans le développement des nanotechnologies via deux programmes, ayant pour objectif de trouver à terme des débouchés industriels :

- Fin 2002, les autorités taïwanaises ont lancé un large programme intitulé «*Taiwan National Science and Technology Program for Nanoscience and Nanotechnology*» (NNP) en faveur du développement des nanotechnologies. Articulé sur 2 phases (2003 à 2008 et 2009 à 2014), ce programme, se montant à plus d'un milliard d'euros, a permis de développer dans sa 1^{ère} phase la sphère académique au sein d'une dizaine de laboratoires et organismes de recherche puis, dans la seconde phase, de soutenir le développement des applications.

- Taïwan a également mis en place un «*National Program on nanoscience and technology*» doté d'un budget d'environ 670 M\$ sur les années 2003 à 2008, soit environ 110 M\$ par an¹³⁸, avec pour thèmes principaux :

¹³⁵ Bulletin économique Chine, Publications des Services économiques, Trésor D G, N°41 novembre 2011.

¹³⁶ Aussi bien sur le plan académique que dans les laboratoires gouvernementaux et dans l'industrie privée.

¹³⁷ *Defense Nanotechnology Research and Development Program*, Department of Defense, décembre 2009.

- *Basics research on the physical, chemical and biological properties of nanostructures,*
- *Synthesis, assembly and processing of nanomaterials,*
- *Development of manipulation techniques and fabrication of functional nanodevices,*
- *Energy related nanotechnology,*
- *Nano-biotechnology»¹³⁹.*

Sur la base des résultats de la première phase, les autorités ont souhaité, dès 2009, accélérer le passage aux applications industrielles, en s'appuyant sur une structure de coordination, pilotée par l'*Academia Sinica*, via le *National Nanotechnology Bridge Program*.

En 2010, les dirigeants du programme NNP estimaient que chaque dollar investi par le gouvernement dans le programme d'industrialisation des nanotechnologies avait généré 1,5 \$ d'investissement privé, et que la valeur de la production des produits taïwanais issus des nanotechnologies allait plus que doubler, entre 2012 et 2015, pour passer de 4 à 10 milliards de \$.

Avec la deuxième phase du NNP (2009 à 2014), Taïwan a également commencé à s'intéresser à la problématique environnement-santé-sécurité et aux travaux de standardisation, en y affectant 30% de l'enveloppe consacrée aux projets stratégiques, soit près de 17 millions d'euros.

Ce programme s'articule autour des thèmes¹⁴⁰ :

- *Academic Excellence, Research Program : Basic research on nanoscience, Synthesis, assembly and processing of Nanomaterials, Development of manipulation techniques and fabrication of functional nanodevices, Nano-biotechnology, Energy applications.*
- *Education Program.*
- *Core Facilities Program.*
- *Nanotechnology Industrialization Program : To enhance core facility and network, To speed up the development of nanotechnology, To develop and apply novel properties of nano-materials, To leverage the existing industrial knowledge and create new opportunities, To integrate new technical findings into the most competitive technologies and industries in Taiwan.*

Par ailleurs, le ministère de l'économie taïwanais a créé dès 2004 le label de qualité Nanomark destiné à protéger, d'une part, le consommateur contre des produits revendiquant abusivement un contenu en nanotechnologies et, d'autre part, les entreprises contre la concurrence déloyale.

Enfin, Taïwan se situe parmi le «Top 15»¹⁴¹ des clusters mondiaux les plus importants, au niveau des centres de recherche en nanotechnologies, en se positionnant à la 14^{ème} place (voir illustration 71).

¹³⁹ *Nanoscience & Nanotechnology Research Program in Taiwan*, Maw-Kuen Wu Director, Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan and NNNP, TWAS 10th General Conference, 6 septembre 2006.

¹⁴⁰ 2011科技政策與創新前瞻研討會, Performance Measure and Efficiency Analysis of National Priority Science and Technology Programs in Taiwan, 台灣經濟研究院, 2011年6月7日.

Pays	Ville Centre	Nb Adresses	Taux de variation 1998-2006 (%)
Japon	Tokyo	35363	69
Chine	Beijing	26492	410
Japon	Kyoto	22285	74
Corée du Sud	Seoul	20343	263
France	Paris	16385	55
USA	Berkeley	16176	100
Japon	Tsukuba	14003	234
USA	Washington	13292	102
Chine	Shanghai	12347	519
USA	Boston	11650	124
Russie	Moscou	10368	60
Singapour	Singapour	10256	423
Allemagne	Berlin	9065	57
Taiwan	Hsinchu	9057	251
Japon	Nagoya	8575	112

Illustration 71. Les 15 clusters nanotechnologiques les plus importants et leur taux de croissance.

Les centres de recherche taïwanais les plus significatifs qui portent sur les nanotechnologies comprennent l'*Academia Sinica*, la *National Taiwan University*, la *National Tsing Hua University*, l'*Industrial Technology Research Institute (ITRI)*, et le synchrotron NSRRC.

Le succès de la stratégie de management Taïwanaise se décline sur la gestion des connaissances, du capital humain et de la production technologique.

IV.14.c Secteurs prioritaires

Globalement, l'industrie taïwanaise est basée essentiellement sur la haute technologie, les secteurs clefs étant les suivants :

- Automobiles et pièces auto,
- Biotechnologie,
- Photovoltaïque,
- Énergies renouvelables,
- Nanotechnologies,
- Semiconducteurs,
- Ordinateurs portables,
- Communication et réseaux,
- GPS,
- Pétrochimie,
- Machinerie,

¹⁴¹ Source : extrait de *L'internationalisation des systèmes de recherche en action. Les cas français et Suisse*, Ph. Laredo, J.-Ph. Leresche et K. Weber (Ed.), 2009, 24 p.

- Transport maritime,
- Yachts,
- Bicyclettes.

Concernant les nanotechnologies, les chercheurs taiwanais excellent dans les secteurs suivants:

- nanofabrication et synthèse.
- techniques de caractérisation.
- nanoélectronique.
- dispositifs nano-bio.
- environnement-santé-sécurité.
- travaux de standardisation.

IV.14.d Programmes liés à la défense et à la sécurité

Taiwan oriente principalement sa recherche sur le domaine de la nano-optoélectronique où de nombreux débouchés existent pour la défense et sont exposés au salon annuel organisé par l'AFOSR¹⁴². Cependant, les activités liées à la défense ne sont pas aisément accessibles.

¹⁴² Armée de l'Air taiwanaise.

IV.14.e Evolution du nombre de brevets

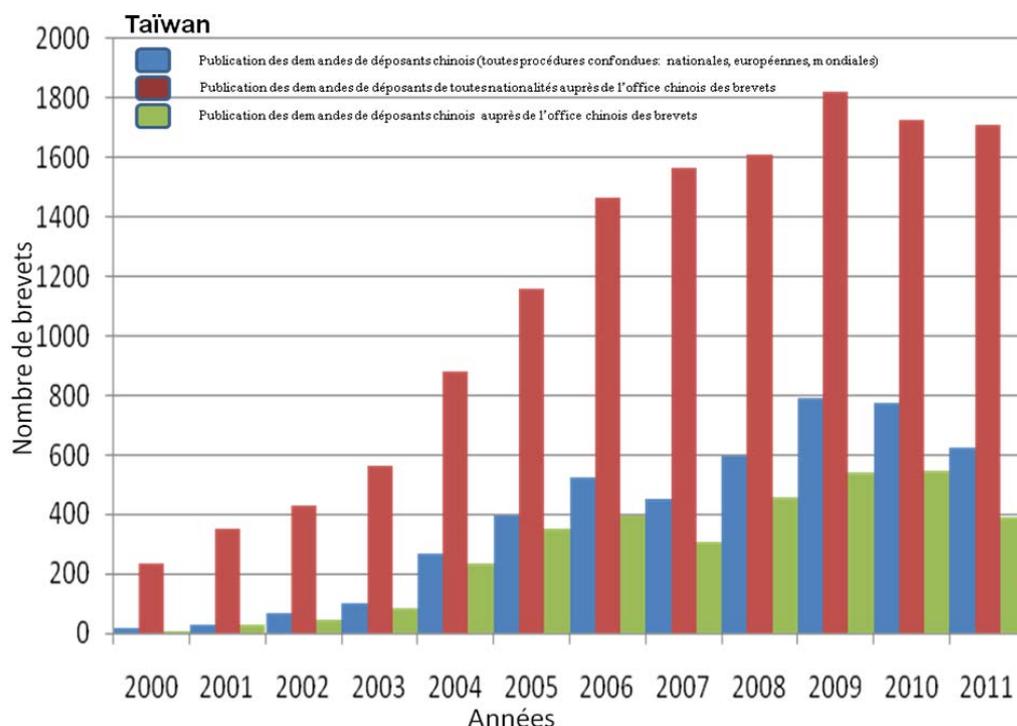


Illustration 72. Les brevets publiés à Taïwan entre 2000 et 2011.

Taiwan se trouve en 6^{ème} position, sur les 13 pays considérés, en matière de dépôt de brevets. Mais on remarque un écart important entre les déposants autochtones et ceux de toutes nationalités confondues (illustration 72). Ceci s'explique par le fait que les sociétés taïwanaises s'appuient sur des développements internes issus de coopérations nationales et internationales¹⁴³. Le nombre de brevets est en augmentation constante entre 2000 et 2009. Pour les déposants autochtones, il faut attendre 2004 pour observer un réel démarrage, ce qui correspond à la période de la création du programme «*Taiwan National Science and Technology Program for Nanoscience and Nanotechnology*» (NNP). Ce programme étant dédié à la recherche académique pour la période de 2003 à 2008, les dépôts de brevets par des Taïwanais sont probablement émis par les organismes et laboratoires académiques.

IV.14.f Typologie des entreprises

D'après le tableau ci-dessous, Taïwan acquiert ses compétences par le biais de coopérations et semble mettre peu en valeur ses compétences de R&D.

¹⁴³ *Status of the Nano-technology and Applications in Taiwan*, Department of Investment Services, MOEA, 2012.

ITEMS	No.	Industries	Source of Technology			Period for Manufacturers			Technology source from multinational technical cooperation or technology transfer
			Self	domestic	Oversea	R&D	Trial Production	Product	
Nano powder distribution, grinding and treatment technology	1	Emerging Company	●	●		●	●	●	
Nano-grade manufacturing technology	4	Semi-conductor, Chemical	●	●	●	●	○	○	Motorola, Philips, AMD, Infineon, ITRI
Nano-detection/analysis	1	Emerging Company						●	Service providers
Nano-detector instrument	2	Instrumentation	●		●	●	●	●	Oversea product agents
nanopowder	4	Chemical, Ceramic	●	●	●	●	●	●	ITRI, Oversea product agents
carbon nanocapsule	2	Chemical	●	●		●			ITRI
chemical/Mechanical grinding fluid	5	chemical, Metal	●	●		●	○	○	Academic Sinica, ITRI
Photoresist	4	Chemical, paint making		●	●	●	○	○	ITRI, Japan, TSMC, Brewer Science
Nano-composite material	15	Chemical, petrochemical, textile, electronic, emerging companies	●	●	●	●	○	○	ITRI, AMT Co. Canada
High dielectric material	1	Electronic material		●		●	●	●	ITRI
Nano IC Soft PCB	1	Emerging Company			●	●	●		Japan
Optical thin film	1	Chemical		●		●	●		ITRI
Magnetic resistance RAM (MRAM)	2	Semi-conductor, Chemical		●	●	●	●	●	ITRI, BJAST China
Nanotube emission displayer	2	Optoelectronics, electrical machinery		●	●	●	●		ITRI, domestic universities
Organic light emitting device displayer	2	Optoelectronics			●	●	●	●	Cambridge display tech. (CDT),UK and Kodak
High density optical disk	1	Optoelectronics		●		●	●		National Taiwan University
Electromagnetic insulator film	1	Chemical	●	●	●	●	●	●	ITRI and USA
Coating	2	Paper industry, emerging company	●			●			ITRI
Nano-grade ink-jet pigment	5	Chemical, electronics		●		●	●		
Bathroom facilities	3	Bathing room equipment, ceramics	●		●	●	○	○	ITRI
Antibacterial, deordering photoresist product		Consumer products, emerging companies		●		●	○	○	Japan, Academic Sinica
Functional fiber, textile products	1	Chemical, petrochemical, textile	●	●	●	●	○	○	Deputy for oversea products
UV resistance thermal insulating paper for automobile	1	Automobile Material	●			●	●		ITRI
Cold cathode fluorescent light tube	1	Optoelectronics	●			●	●	●	
DNA-IC	1	Biotechnology	●			●			
Cosmetic and skin care products	4	Biotechnology	●	●		●	●		NCU, NTU
Medicine, health food	1	Biotechnology, medicine	●	●	●	●	○		APN Co. of USA
Nano-material electrical cables		wire and cables	●	●		●			Domestic Universities

Source: ITIS project, 2007/11

Illustration 73. Stratégie de développement des nanotechnologies à Taïwan.

Le nombre total d'entreprises recensées apparaît spécialement faible (15 entreprises) et ne correspond pas forcément à la réalité (illustration 74).

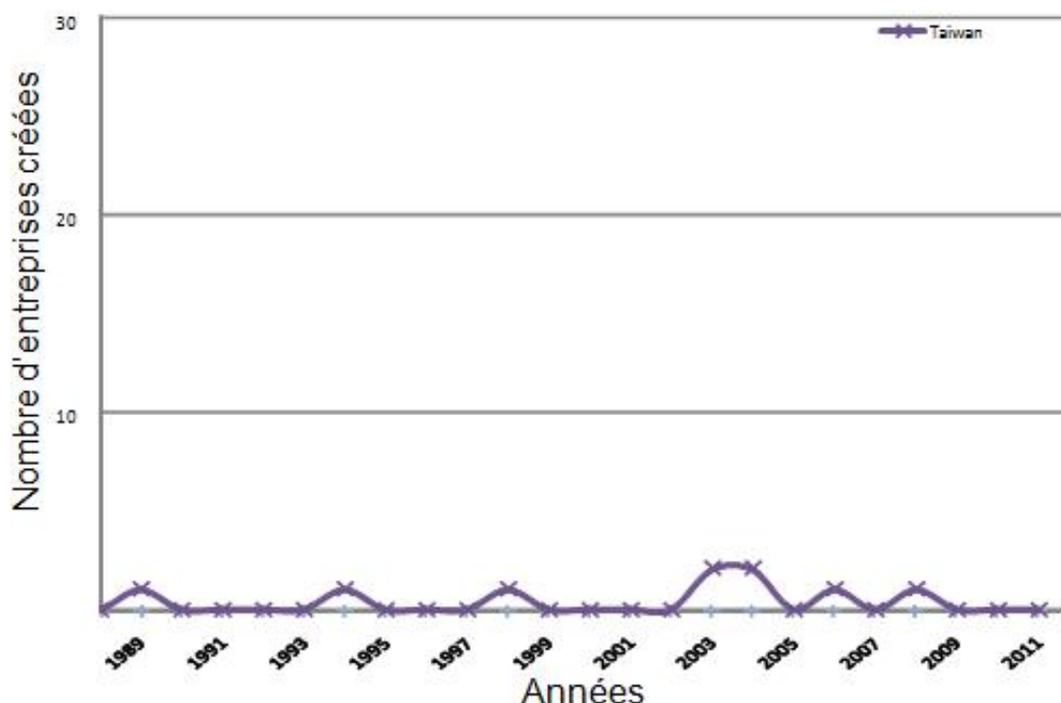


Illustration 74. Création de 9 entreprises de nanotechnologies à Taïwan de 1988 à 2011.

Le nombre d'entreprises recensées en de 15 dont 9 entre 1988 et 2011. On observe un début d'activité en 2003, qui correspond à l'investissement du gouvernement durant cette période, puis l'activité très faible devient inexistante depuis 2009.

La deuxième phase du programme «*Taiwan National Science and Technology Program for Nanoscience and Nanotechnology*» (NNP), allant de 2009 à 2014 et dédiée à la valorisation industrielle, n'a pas encore, semble-t-il, eu les effets recherchés en matière de création d'entreprises de nanotechnologies.

Le développement des nanotechnologies à Taïwan est « tiré vers le haut » par le secteur des semi-conducteurs: Les entreprises créées dans ce secteur sont représentatives de cet investissement¹⁴⁴. En revenus et en volume d'investissement, les grandes entreprises de l'électronique (TSMC, ASE, UMC, Mediatek, SPIL, etc.) représentent la majeure partie de l'activité (97% des investissements en 2007). En nombre d'entreprises, le secteur traditionnel (peinture, textile, céramique, métaux, mécanique, industrie du papier) est le plus représenté (70% des entreprises) mais ne compte que pour une faible part des investissements.

Avec la réserve mentionnée précédemment sur leur nombre, la typologie des entreprises taïwanaises est représentée dans l'illustration 75.

¹⁴⁴ TSMC a par exemple mis en fabrication en 2011 des semi-conducteurs de génération 28 nm (l'entreprise a obtenu le Green Classic Award du Ministère de l'économie pour cette fabrication).

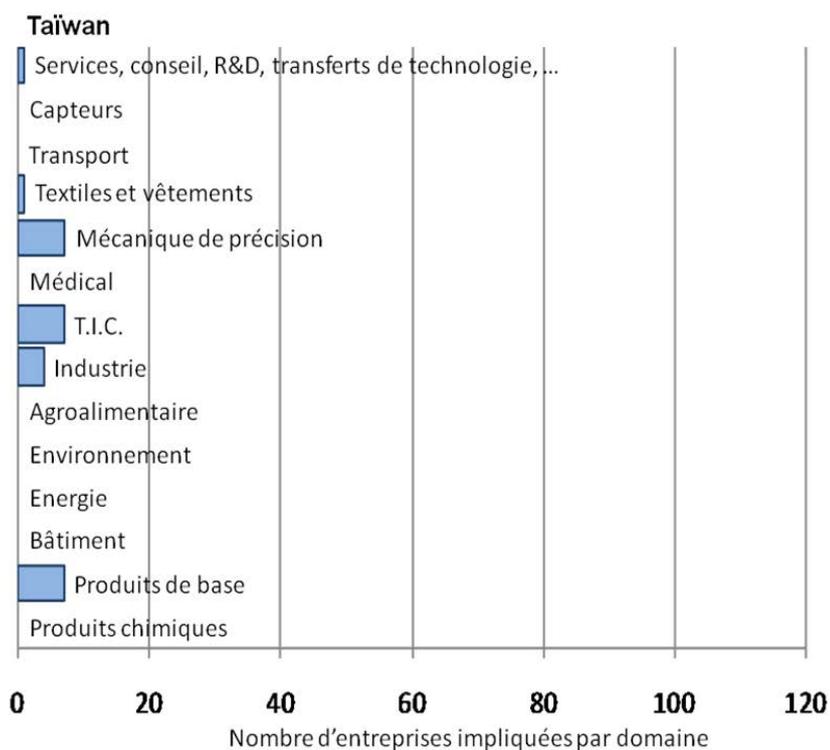


Illustration 75. Typologie des 15 entreprises taiïwanaises recensées.

Toujours avec la réserve mentionnée, ce sont les domaines des T.I.C., de la mécanique de précision et des produits de base qui seraient les mieux représentés.

Conclusion

Très active dans la recherche sur les nanotechnologies, Taïwan a investi d'importants moyens dans leur développement à l'aide de deux programmes nationaux. Par ailleurs, elle s'appuie, pour une bonne part, sur des coopérations multinationales ainsi que des transferts de technologie.

V. Conclusion

Les nanotechnologies sont une pièce maîtresse dans les technologies futures. Elles sont l'évolution naturelle des microtechnologies et permettront de faire des progrès dans tous les domaines. Ne pas être présent de manière significative sur ce sujet, c'est devenir dépendant dans le futur de ceux qui maîtriseront ces technologies. C'est aussi contribuer à une désindustrialisation du pays qui augmente sa dépendance vis-à-vis des autres. C'est vrai dans le domaine civil, mais aussi dans le domaine de la défense.

La compétition économique entre pays, qui n'est en fait qu'une autre forme de guerre, est tout aussi dangereuse que les conflits conventionnels. Une détérioration de la balance des paiements et l'augmentation du chômage en sont une conséquence.

Il ressort de cette étude que la compétition dans le domaine des nanotechnologies étant mondiale et vigoureuse, il faut une approche collective de la recherche et non une dispersion des moyens. Pour être compétitif au niveau international, il faut disposer d'une masse critique dans les trois domaines clefs des nanotechnologies : caractérisation, modélisation/simulation et fabrication. Les centrales technologiques sont un grand pas dans cette direction et cet effort doit être amplifié.

Pour irriguer le tissu industriel, en valorisant des résultats obtenus en recherche, il faut toute une chaîne allant de la recherche fondamentale aux applications et transferts de technologie. Chaque maillon doit être intimement relié au précédent et au suivant. Les pouvoirs publics doivent favoriser et aider ce couplage, car c'est le maillon le plus faible qui détermine le succès ou non du domaine. La recherche fondamentale doit disposer d'une liberté de création car on ne sait pas ce dont on aura besoin demain, et les innovations ne se programment pas. Au niveau de la recherche appliquée, il faut privilégier celles qui permettront un développement industriel grâce à un couplage fort avec l'industrie en permettant les financements adéquats, à toutes les étapes du développement, lorsqu'il s'agit de start-up.

Dans la compétition internationale, ce qui est important c'est la vitesse d'innovation.

Pour ce qui concerne la France, on peut être optimiste. Les efforts consentis par les pouvoirs publics depuis plus de dix ans commencent à porter leurs fruits et cela devrait s'amplifier dans les prochaines années. La concentration, en un même lieu de l'enseignement, la recherche et l'industrie est indispensable pour préparer le futur dans de bonnes conditions. C'est ce qui est fait au niveau des grandes centrales technologiques. Il faut toutefois être conscient que c'est toujours un chemin long et difficile où l'évolution est lente. Entre un résultat nouveau de recherche et des produits disponibles en magasin il s'écoule souvent une trentaine d'année aussi la patience et la ténacité sont de mise.

Dans cette étude, nous avons cherché à identifier pour 12 pays, ainsi que pour la France, des compétences scientifiques et technologiques, et également des capacités industrielles, dans divers secteurs d'activité où les nanotechnologies sont présentes.

Nous en avons privilégié une dizaine qui pourrait présenter des potentialités d'applications au niveau militaire ou bien sécuritaire.

Cette conclusion est un bref résumé du rapport avec quelques remarques générales. Une conclusion détaillée ainsi que plusieurs recommandations et analyses de la situation en France



dans le domaine des nanotechnologies et des pays étudiés sont accessibles dans la version privée de ce rapport.

Annexe 1 : Allemagne

Appendice 1 : Fraunhofer Alliance Nanotechnologie

Nanomaterials / nanochemistry

- IAP Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung in Golm**
Tissue, cells, blood cells - biological material provides numerous models for polymeric nanosystems. Synthetic polymers designed according to biological construction principles are therefore excellent carrier for active pharmaceutical ingredients (drug carrier). By providing these polymeric nanoparticles with specially tailored surfaces and structures, they can be directed to specific sites in the body (drug targeting). Nanocomposites are a new material class in the plastics sector that will decisively influence material adaptation and material optimization in the future. Polymeric nano- or microparticles of uniform shape and size, such as are obtained by emulsion polymerization, can be organized into highly ordered, crystal-like structures. Birefringent film components with light-modulating properties are key elements in display technology or technology fields such as sensor technology or optical measuring technology. Block copolymers are the basis for macroscopically homogeneous polymer alloys with a nanoscale sub-structure.
Details of the Institute's expertise
- ICT Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie in Pfalz**
Powder particles, particles or structures having dimensions within the nanometer range are the center of attention of the interdisciplinary nano technology at the ICT.
Details of the Institute's expertise
- IFAM Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung in Bremen**
Most of IFAM's activities in the area of nano technology concern the interface between the surface of the nanoparticles and the polymer matrix. These activities include the manufacture of metallic nanoparticles, the surface modification of a wide range of nanoparticles, the compounding of nanoparticles with matrix polymers and the characterisation of nanocomposites right through to the development of new analytical methods. Other key areas of work concern surface and thin film technology and relevant analysis.
Details of the Institute's expertise
- IKTS Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Strukturkeramik in Dresden**
Sub-µm- and nano-technologies for transparent ceramic components exhibiting highest strength, hardness and wear resistance together with an extreme thermal and chemical stability
Details of the Institute's expertise
- ISC Fraunhofer-Institut für Silicatforschung in Würzburg**
The main focus of the Fraunhofer ISC is the production of nanomaterials. The sol-gel technology plays an important role for the manufacture of inorganic nano-scaled structure e.g. antireflex coating of glasses and the production of interference filters. Another nanomaterial are the inorganic-organic hybrid polymers (ORMOCER[®]). With these polymers nano-scaled structures for microelectronic could be produced. Besides permeable hollow fibers inorganic hollow fibers (SiO₂) with nanopores can also be fabricated, which show high gas separation. Functionalized nanoparticles as filler and carrier material complete the nano-scaled material range.
Details of the Institute's expertise
- IVV Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung in Freising**
The Fraunhofer IVV carries out R&D work on plastic packaging materials for food and pharmaceutical products and technical applications. The main focus of these activities is on developing and characterizing flexible polymer films which possess barrier properties or active additional functions. Our expertise includes film manufacture and conversion as well as carrying out tests on material properties such as permeation measurements and mechanical parameters.
Details of the Institute's expertise
- IWM Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik in Halle and Freiburg i. Br.**
The main emphasis of IWM Halle and Freiburg in nanotechnology lies in the development and qualified use of functionalized nano structured materials for biotechnology such as nano-structuring by microsystem focussed ion beam techniques and surface functionalization of nanoporous membrane layers by enzymes.
Details of the Institute's expertise
- IWS Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik in Dresden**
With respect to thin films produced by PVD, CVD or laser processing, our scientists have a wide range of experiences. The nanostructuring of tetragonal-amorphous carbon films by Scanning Transmission Microscopy (STM) enables, e.g., information storage with extremely high storage density up to > 10.000 Gb/in² and extreme long-term stability.
Details of the Institute's expertise

Nanooptics / nanoelectronics

- ENAS Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme in Chemnitz**
The Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems ENAS in Chemnitz focuses on research and development in the field of smart systems integration by using micro and nano technologies together with partners in Germany and overseas, especially in Europe and Asia. Derived from the future needs of the industry Fraunhofer ENAS focuses on high precision silicon MEMS and NEMS (micro electro mechanical system) and nano electro mechanical system), polymer based low-cost systems, RF MEMS, MEMS/NEMS design, development and test, wafer level packaging of MEMS and NEMS, green and wireless systems, metallization and interconnect systems for micro and nano electronics as well as 3D integration, process and equipment simulation, reliability and security of components and systems, printed functionalities.
Details of the Institute's expertise
- IISB Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie in Erlangen**
A technology which is used and enhanced besides the conventional lithographic structuring methods is based on the application of ion- and electron beams in a scanning force probe.
Details of the Institute's expertise
- ISE Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg**
The Fraunhofer ISE is engaged in the field of organical and dye solar cells with new concepts and production technologies as further developments this novel photovoltaic converter. Besides the comprehension of optical absorption- and electrical transport processes is a matter of the further

development of nano scaled semiconductor materials and the conception of light management of microstructures. These concepts could be transformed to the field of displays. Another focus is the investigation of optically variable layer systems based on electro- and photo-chromatic material systems. Besides the basic research on these systems production technologies will be developed for large area manufacturing with these systems. **Overview | Details "Dye- and Organic Solar Cells"**
Details "Material development" | Details "Nanostructured Device Architectures"

Nanoprocessing / handling

- IFF** **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung in Magdeburg**
Starting from the know-how already available and the experience in classical robotics, sensor technology and development of very fast controllers, new drive systems and tools for precision positioning up to the nanometer range are developed.
Details of the Institute's expertise
- ILT** **Fraunhofer-Institut für Lasertechnik in Aachen**
Laser and photon-based processes play an ever-increasing role in the production of nanotechnology products and lead to more flexible, cost-effective manufacturing solutions. Examples are laser processing of nanoparticulate films, the production of deterministic periodic surface structures by multibeam interference, multi-photon nano-drilling as well as lithography with extreme ultraviolet (EUV) radiation. Also in the area of metrology and diagnostics, laser-based processes open up new possibilities. For example, this could be the spectral analysis of airborne nanoparticles, the measurement of film thicknesses on the nanometer scale using LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) or EUV microscopy. In addition, Fraunhofer ILT develops customized beam sources for nanoscale applications. These include 13 nm sources for nanolithography and high-power ultra-short pulse lasers for nanostructuring. Furthermore, ILT is active in the field of the designing and manufacturing plasmonic components for nanophotonics.
Details of the Institute's expertise
- IPA** **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart**
As your partner for contract research we develop and optimise solutions for different tasks in engineering sciences. In the range of coating technologies processes with high process reliability and reproducibility in coordination between material development and coating process are formed. Thereby planning, developments, modelling and simulations up to implementations suitable for production are in the front.
Details of the Institute's expertise

Nanobiotechnology

- IGB** **Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik in Stuttgart**
The Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology IGB offers R&D solutions in the fields of health, environment and technology. Our competences comprise interfacial engineering and membrane technology as well as biotechnology, cell biology and bioprocess engineering. We offer solutions from market analysis through research & development until the finished product.
Details of the Institute's expertise: Cytokine-functionalized Nanocytes®
- ITEM** **Fraunhofer Institute of Toxicology and Experimental Medicine ITEM in Hannover**
ITEM has been investigating for more than 25 years primarily the toxic mechanisms and effects of inhaled substances in the respiratory tract. Research contracts are conducted for the pharmaceutical and chemical industry as well as for public sponsors. In the last decade, pharma research competencies have been enlarged continuously. Besides molecular (omics methods), preclinical and clinical pharma research (focus: allergy and asthma research), toxicological investigations on occupational and environmental issues and consumer protection are of crucial importance. A long-term competency is existing in the characterization and toxicological investigation of particle and fiber aerosols. For man-made mineral fibers, a standard test analyzing the biopersistence in vivo has been established. The actually discussed issue of the toxicological assessment of engineered nanoparticles has initiated a new research topic "nanotoxicology". Within the Fraunhofer nanoparticle alliance a battery of in vitro assays will be established that can help the producers to characterize rapidly and at affordable costs the toxicological potential of new nanoparticles before marketing the products.
Details of the Institute's expertise

New equipment / methods

- IZFP** **Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren in Saarbrücken**
The department of basic science at Fraunhofer IZFP deals with new test methods to develop the error detection and characterization of modern materials, also nanomaterials for future relevant aspects. Particularly, an ultrasonic force microscope for investigating nanostructures was developed.
Details of the Institute's expertise
- LBF** **Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit in Darmstadt**
The main competence of Fraunhofer LBF is the testing of materials, components and systems with respect to structural durability and system reliability. Therefore, it is at the end of the value added chain but it is of increasing importance to incorporate aspects of reliability into nanomaterials already at an early stage.
Details of the Institute's expertise

Technology transfer/ consulting

- IAO** **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation in Stuttgart**
The Fraunhofer IAO deals with current questions in the field of management technology. The nanotechnology holds an innovation potential for many seminal industrial applications. The environmental and power technology benefits from the tiny all-rounder. The nanotechnology offers various possibilities of application, e.g. supply of drinking water, saving of valuable resources and climate protection.
Details of the Institute's expertise
- ISI** **Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung in Karlsruhe**
Relevant to industry, relevant to society – the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI investigates how technical and organizational innovations shape industry and society today and in the future. A trademark of the systemic approach is the integration of research disciplines and the construction of a network for innovations, together with clients and interested parties. With its expertise, experience and reports, ISI as one of the application-oriented research institutes in the Fraunhofer-Gesellschaft makes a contribution towards strengthening European competitiveness. For this reason, politicians, associations and enterprises utilize Fraunhofer ISI as a foresighted and neutral intellectual mastermind able to convey visions for decisions.
Details of the Institute's expertise

Appendice 2 : Agences spécialisées et réseaux de compétences

- DFG : Agence de moyens pour la recherche.
- WGL : Communauté des centres Leibniz-Gemeinschaft, avec les instituts principaux : Institut für Neues Materialien (INM)-Saarbrücken, Institut für Festkörper und Werkstoffforschung (IFW)-Dresden, Institut für Polymerforschung (IPF)-Dresden, Institut für Oberflächenmodifizierung (IOM)-Leipzig, le Centre de recherche Rossendorf (FZR)-Dresden, le Ferdinand Braun Institut für Hochfrequenztechnik (FBH)-Berlin.
- HGF : Communauté des centres Helmholtz-Gemeinschaft (Défense), Centres de Recherche de Karlsruhe-FZK et Jülich-FZJ, Centre de Recherche à Geesthacht-GKSS.
- MPG : Société Max-Planck, avec les instituts Institut für Festkörperforschung - Stuttgart, Institut für Metallforschung –Stuttgart, Institut für Mikrostrukturphysik – Halle, Institut für Polymerforschung – Mainz.
- FhG : Société Fraunhofer, qui regroupe une vingtaine de ses instituts (Annexe 1) autour des sujets suivants : nanomaterials/nanochemistry - nanooptics/nanoelectronics - nanoprocessing/handling – nanobiotechnology - new equipment/methods.
- Fondation Caesar.

Le programme « Offensive d'avenir allemande pour les nanotechnologies » a été consacré à ce sujet (lancé en 2004). Sur la base des discussions intensives avec les représentants de l'économie et de la science, l'objectif du soutien du BMBF aux nanotechnologies est d'identifier leur potentiel d'application en faisant appel à des coopérations de recherche (déclinées en Innovations directrices), stratégiquement orientées vers la chaîne de création de valeurs, et d'éviter le manque imminent d'experts en agissant au niveau de la politique d'enseignement. Pour un grand nombre de secteurs industriels importants en Allemagne, la future compétitivité de leurs produits dépend également du développement des nanotechnologies et de la disposition de la société à utiliser ces produits. Les dialogues animés par le BMBF sur les chances et les risques pris au niveau des aspects écologiques, sanitaires, sociaux et politiques sont pris en compte afin de garantir des relations publiques ouvertes. Depuis la fin des années 80, le BMBF soutient des recherches menées dans le domaine des nanotechnologies dans le cadre des programmes « Recherche sur les matériaux » et « Technologies physiques ». L'accent a été mis en premier lieu sur la préparation de nanopoudres, sur la réalisation de structures latérales sur silicium ainsi que sur le développement des méthodes nano-analytiques. Le BMBF a également soutenu des travaux de recherche dans le cadre d'autres programmes comme « La recherche sur les lasers » et « L'optoélectronique ». Ces soutiens se déploient maintenant à l'ensemble des secteurs de l'industrie allemande, tels que Nanomatériaux, Technologies de production, Technologies optiques, Techniques des microsystèmes, Technologies des communications, Nanoélectronique, Nanobiotechnologies, Analyse technique et innovations, etc.

Annexe 2 : Brésil

Système national de recherche et d'innovation

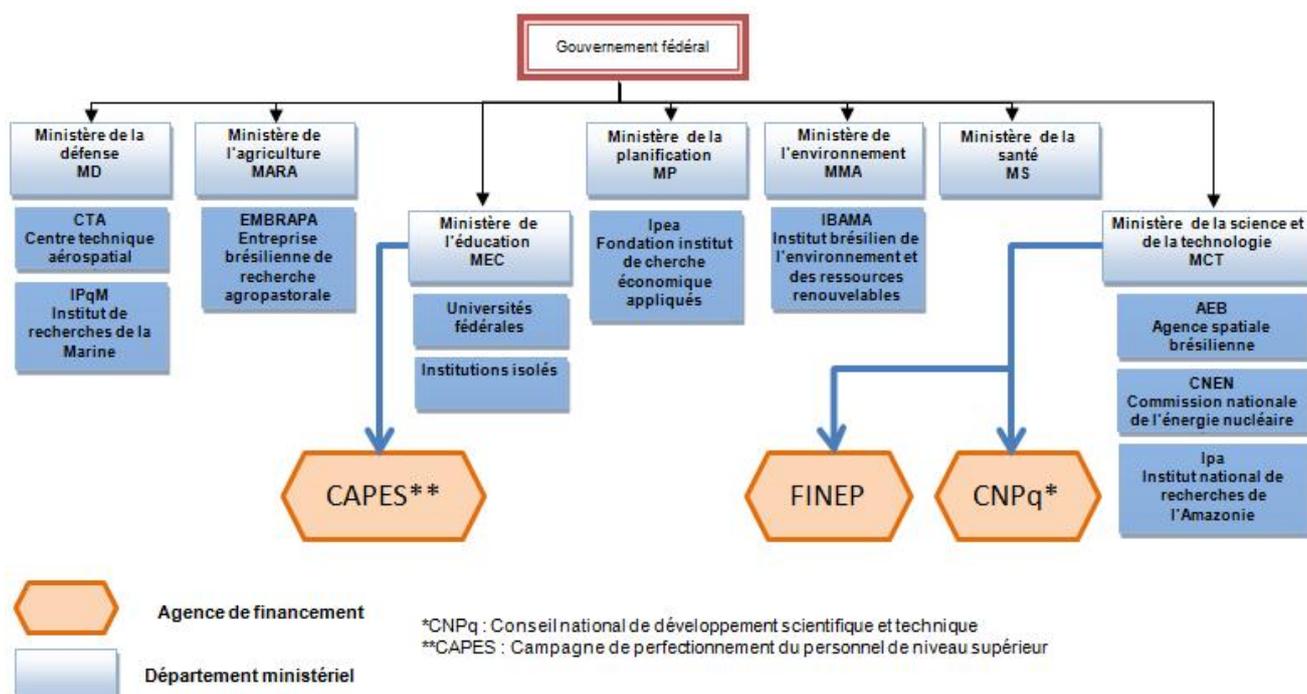


Illustration 76. Organigramme du système fédérale brésilien.

Le gouvernement fédéral estime que le nombre de chercheurs au Brésil en 2000 pour un équivalent temps plein est de l'ordre de 49 000, dont près de 57 % ont un doctorat, soit 1,3 chercheur pour mille emplois, ce qui est très en-deçà de la moyenne de 6,6 pour mille des pays de l'OCDE (6,8 pour mille en France). C'est surtout dans la région Sud-Est que se concentre l'essentiel des équipes de recherche brésiliennes : le seul Etat de São Paulo emploie approximativement 35 % du contingent national de chercheurs du secteur public. Les problèmes majeurs à affronter dans l'avenir concernent à la fois le volume et la pérennité des ressources allouées, l'hétérogénéité de la distribution régionale des équipes et la trop modeste contribution du secteur privé.

En utilisant les conventions de l'Observatoire des Sciences et des Techniques (OST), on constate que la contribution brésilienne à la science mondiale atteint 1,0 % en 2001, alors qu'elle n'était que de 0,42 % en 1989. C'est une croissance constante et qui s'accélère depuis 1994.

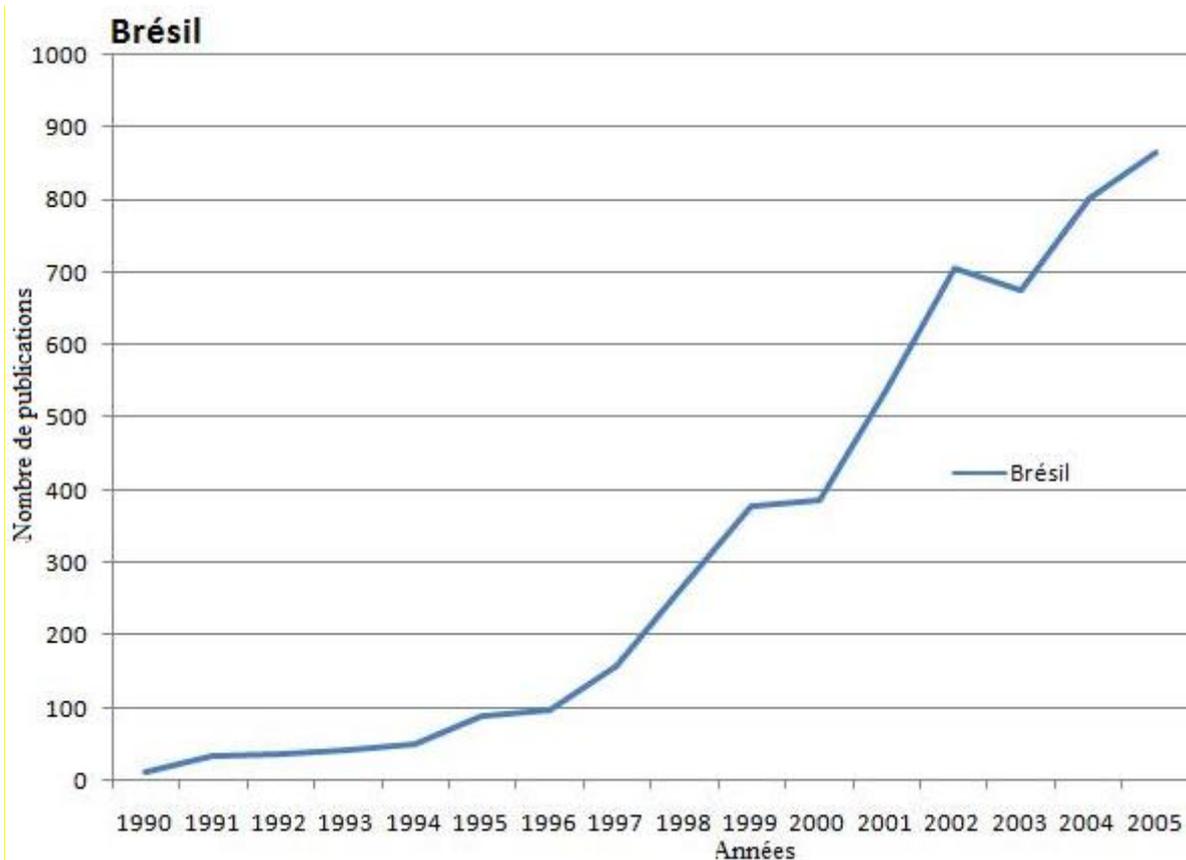


Illustration 77. Evolution du nombre de publication au Brésil de 1990 à 2005¹⁴⁵.

¹⁴⁵ *Nanotechnology in Latia America*, Luciano Kay, 2006.

Université de Campinas UNICAMP : laboratoire de rayonnement synchrotron LNLS, laboratoire de nanotechnologie et d'énergie solaire, laboratoire sur les nanostructures et interfaces, laboratoire des matériaux diélectriques/optique et nanocomposites	Campinas	www.lnls.br www.ccs.unicamp.br/namitec
Université de Sao Paulo : nanotechnologies et nanomatériaux	Sao Paulo	www.usp.br/prp/nanotecnologia/
Centre de recherche agricole EMBRAPA : laboratoire national de la nanotechnologie dans l'agriculture	Sao Carlos,	www.embrapa.br/english
Université fédérale de Rio de Janeiro : Instituto de Biofísica, Instituto de Física, Instituto de Macromoléculas, Instituto de Química e Programa de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia COPPE. Coppe et l'Instituto de Macromoléculas	Rio de Janeiro	
INMETRO spécialisé dans la métrologie et la normalisation des nanotechnologies	Rio de Janeiro	www.inmetro.gov.br
Université catholique : nanotechnologies multidisciplinaire (physique, génie électrique, chimie, informatique, sciences des matériaux, mathématiques)	Rio de Janeiro	www.ica.ele.puc-rio.br/nanotech/main.asp
Université fédérale de Minas Gerais : nanotubes de carbone et nanotechnologies pour l'industrie aérospatiale à l'institut de chimie	Rio de Janeiro	www.ufmg.br/english
Université fédérale de Pernambuco UFPE : nanophotonique et nanomatériaux	Recife-Pernambuco	www.ufpe.br
Université fédérale de l'Amazonas UFAM : nanobiotechnologie et nanoélectronique NEMS	Manaus	www.ufam.edu.br www.suframa.gov.br/minapim

Illustration 78. Principaux centres brésiliens de recherche en nanotechnologie.

En octobre 2005 les réseaux nanotechnologies se restructurent pour former 10 réseaux composés de scientifiques, d'universités et de centres de recherche dans différentes parties du pays.

Nom du réseaux	Coordinateurs	Participants
Nanophotonics Network (NANOFOTON)	Anderson Stevens Leônidas Gomes	UFPE (Federal University of Pernambuco), UFAL, UFS, IPEN, FATEC, UNESP, UNIVASF
Research network in Nanobiotechnology and nanostructured systems (NanoBioEstruturas)	Eudenilson Lins de Albuquerque	UFRN (Federal University of Rio Grande do Norte), UFMA, CEFET-MA, UFPI, UFC, UFPE, UFAL, UnB
Network of Molecular Nanotechnology and Interfaces	Oscar Manoel Loureiro Malta	UFPE (Federal University of Pernambuco), USP, UFRJ, UFS, PUC-RJ, UFPR, UFCG, UEPG, UNESP, USP/SCarlos, IPEN, IPT, UFRN, USP/RP, Universidade de Aveiro, Portugal, INMETRO, PQNano (Ponto Quântico Nanotecnologia)
Network of Carbon Nanotubes: science and applications	Marcos Assunção Pimenta	UFMG (Federal University of Minas Gerais), UFPA, UFMA, UFC, CDTN, UFLA, UFJF, UFF, UFRJ, UFPR, UNIFRA, USP, USP/RP, UNICAMP
Nanocosmetics network: from concepts to technological applications	Sílvia S. Guterres	UFRGS (Federal University of Rio Grande do Sul), UNIFRA, USP, USP/RP, UNICAMP, UEM, UMC, IPT, UCS, UFRJ
Scanning Electron Microscopy network: software and hardware	Gilberto Medeiros- Ribeiro	LNLS (National Laboratory of Synchrotron Light), UFRGS, UFSC, USP, UNICAMP, UFMG, CDTN, UFV, UFRJ, PUC-RJ
Research Network in Simulation and Modelling of Nanostructures	Adalberto Fazzio	USP (University of São Paulo), USP/SC, UNICAMP, UFSM, UFMG, UFU, UFRJ, UFF
Cooperative Research Network in Nanostructured Surfaces	Fernando Lázaro Freire Júnior	Fernando Lázaro Freire Júnior SOCIESC, UCS, EMBRACO, Clorovale
Nanoglicobiotechnology Research network	Maria Rita Sierakowski	UFPR (Federal University of Paraná), UFC, UNIFOR, USP (SP & SCa), UNIVALI
Nanobiomagnetic Network	Paulo César de Moraes	UNB (University of Brasília), UFG, USP-RP, USP, UFRJ, UFU, UNIFESP, UFMS, DNATech, FKBIotec, EMBRAPA, HRAN, FINATEC

Illustration 79. Réseaux financés en nanotechnology par Rede BrasilNano.

Source : MCT website, Martins et al, 2007.

Annexe 3 : Corée du Sud

Appendice 1 : Répartition géographique des activités

Les Universités de province (hors des régions de Seoul, Incheon, et Gyeonggi) bénéficient du programme NURI du KRF, qui vise à renforcer la compétitivité régionale en se basant sur un partenariat universités, centres de recherche, industries, ONG et gouvernements locaux. Le gouvernement a financé depuis 2004 la construction de 10 pôles de recherche régionaux (Daejeon, Jeonbuk, Gwangju, Chungbuk, Gangneung, Busan, Daegu...). Le pays compte une dizaine de pôles en 2010, qui reçoivent jusqu'à 11 millions d'euros sur une période maximale de 5 ans. Le pôle de Daedok à Daejeon, de loin le plus actif après Séoul, compte 824 entreprises de haute technologie dont les nanotechnologies, un grand nombre d'instituts de recherche, d'universités et d'industries. Concentrant près de 20% de l'effort de recherche du pays, il a dégagé un revenu annuel de 7,18 milliards d'euros en 2010. La province de Gyeonggi (sud de Séoul) compte quant à elle un grand nombre d'établissements de R&D étrangers, en raison de sa proximité avec la mégapole séoulite et aux investissements importants consacrés à la R&D par le gouvernement de la province (pour la France l'Institut Pasteur de Corée, soutenu par les autorités de cette province, et le groupe français Faurecia (2^{ème} équipementier automobile mondial) pour un projet de création d'un centre de R&D destiné au développement d'applications pour les automobiles vendues sur le marché coréen.

Les 5 meilleures universités (KAIST, Seoul National University, Yonsei University, POSTECH, Korea University) apparaissent comme les principaux pôles de production scientifique dans tous les classements (nombre de publications scientifiques le plus élevé).

Appendice 2 : Système national de recherche et d'innovation

Le Ministère de l'Éducation, de la Science et de la Technologie (MEST, anciennement Ministry of Science and Technology, MOST jusqu'à la réforme de mars 2008) agit comme secrétariat pour le NSTC et joue le rôle d'une agence centrale interministérielle de coordination des politiques publiques de R&D. Le MEST se compose de deux divisions, l'une pour la science et la technologie l'autre pour l'éducation. Le MEST est le plus important contributeur R&D du secteur public (31,9%), suivi par le Ministère de l'Économie et de la Connaissance (MKE) à hauteur de 29,3%, du Ministère de la Défense (15,9%) et du Ministère du Territoire et des Affaires Maritimes (5,2%). Le MEST, le MKE et le cabinet du Premier Ministre assurent le contrôle, l'évaluation et la coordination des instituts de recherche publics financés par le gouvernement (Government-sponsored Research Institutes, GRI). Le MEST est en charge du pilotage de 24 GRI, qui sont pour la plupart des instituts spécialisés dans une discipline. 11 d'entre eux sont directement pilotés par le Ministère de l'Éducation, de la Science et de la Technologie, pour leur permettre d'accomplir des tâches précises se rattachant directement au mandat du Ministère. Les 13 autres GRI sont placés sous la tutelle du Korea Research Council of Fundamental Science & Technology (KRCF) qui assure leur pilotage.

Tutelle des universités : Le Ministère de l'Éducation, de la Science et de la Technologie (MEST) est responsable de la formulation et de la mise en œuvre des politiques d'éducation en lien avec les activités académiques et scientifiques des universités. Les universités sont financées à 75 %, par le MEST les 25 % restants étant issus des subventions accordées par les autorités locales et/ou les entreprises et des frais de scolarité des étudiants qui demeurent très élevés en Corée. Le budget du MEST représente 31,9% du budget total du gouvernement en 2010 et 27,2% de son budget est consacré à l'enseignement supérieur. En 2009 la Corée compte environ 3 500 000 d'étudiants dont 40 500 étrangers et quelques 73 000 professeurs des universités pour 42 «National Universities», 10 universités publiques et 353 universités privées

Agences de financement : La Corée affiche des ambitions extrêmement fortes en termes de science et technologie, avec pour objectif de hisser le pays parmi les dix premières nations en termes de production scientifique à l'horizon 2012. Cette politique se traduit en particulier par l'importance des moyens alloués à la R&D en Corée du Sud avec pour objectifs fixés à 5% du PIB à l'horizon 2012. Dans un souci d'accroître efficacité et lisibilité dans l'utilisation de ces moyens, les 3 agences de financement de la recherche sous tutelle du MEST ont été restructurées pour former la National Research Foundation (NRF), inaugurée le 25 juin 2009. Il existe une dizaine d'autres agences de financement et de gestion de programmes de recherche sous tutelle d'autres ministères en Corée. Sous tutelle du MKE, ITEP (Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning) est l'agence de financement des projets à caractère technologique. Quatre autres ministères disposent d'agence de financement de la recherche, mais celles-ci sont dotées de budget bien inférieurs à ceux de la NRF (Ministry of land, Transport and Maritime affairs, 2 agences, 200 millions d'euros, Ministry of Food, Agriculture Forestry and Fisheries, 55 millions d'euros, Ministry of Health and

Welfare, 110 millions d'euros et Ministry of Environment, 68 millions d'euros en 2009). La dépense publique en R&D se répartit comme suit : 53,4% dans les projets d'Etat, 26,6% dans les instituts de recherche (dont 10,7% dans les GRI), 15,5% dans les universités, 3,5% dans les infrastructures, 1% pour la coopération internationale et les politiques de recherche.

La Corée compte 37 instituts de recherche publics en Science et Technologie (GRI), dont 11 sont sous la tutelle directe du MEST. Les GRI reçoivent au total 42,4% des fonds publics, les laboratoires nationaux 9,7% et les universités 22,6%. Il existe également des instituts de recherche privés dont certains comptent parmi les meilleurs du pays.

Le KIST (Korea Institute of Science and Technology) est le plus ancien institut de recherche coréen. Fondé en 1966, c'est un institut à caractère technologique et pluridisciplinaire, qui emploie près de 650 personnes, dont environ 420 chercheurs. Il possède une branche à Sarrebrücken en Allemagne, dont l'effectif est de 49 personnes et qui sert de base arrière aux coopérations avec l'Europe.

Le KARI tient lieu d'agence spatiale et définit les orientations de la politique spatiale coréenne. Avec un budget d'environ 320 millions d'euros et un effectif de 670 personnes, (juin 2009), le KARI a pour mission la mise en œuvre des programmes spatiaux d'envergure (KSLV, centre spatial, KOMPSAT). Il a des compétences en aéronautique puisqu'il développe des programmes d'UAV (drones aériens) et d'avions de transport légers. Il a signé des accords de coopération avec 19 organismes de 13 pays (déc.2007).

Le KRIBB (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology), principal institut de recherche public coréen en sciences du vivant et biotechnologies, emploie environ 900 personnes, dont 200 chercheurs permanents. Cet institut intègre dans les mêmes locaux recherche fondamentale et études appliquées en génomique, protéomique, biotechnologies à l'échelle nanométrique, biologie cellulaire, biomatériaux et pharmacie. Il est engagé dans des coopérations avec 68 institutions de 18 pays et mis en place des laboratoires conjoints avec la Chine, Israël et le Royaume-Uni.

L'ETRI (Electronic and Telecommunications Research Institute), "bras armé" public en matière de TIC pour le développement des 9 technologies stratégiques coréennes d'informatisation de la société "839" puis «New IT Strategy» est structuré en divisions correspondant à chacune d'elle. L'ETRI compte environ 2000 chercheurs, 1500 publications internationales et dépose environ 800 brevets internationaux par la voie PCT par an.

Des entreprises disposent d'instituts de recherche entièrement financés sur fonds propres, qui jouent un rôle important dans la R&D nationale coréenne. Parmi les 83 000 salariés du groupe Samsung en Corée, 38% sont employés en R&D. Le principal institut privé est le Samsung Advanced Institute of Technology¹⁴⁶ (SAIT) et emploie 1280 personnes. Au service du groupe Samsung, SAIT est l'un des plus importants instituts de recherche en Corée. En 2004, il a investi 194 millions d'euros en R&D. Samsung a lancé son projet de Nano City «Samsung Digital City», née en octobre 2009 et centrée sur les semi-conducteurs, dans les villes de Giheung, Hwasung et Onyang, considérées comme un lieu baptisé «campus». Cette initiative permet de créer un véritable environnement de travail dans ces

¹⁴⁶ Samsung Advanced Institute of Technology (SAIT) : www.sait.samsung.co.kr

villes où se regroupent plusieurs centaines de salariés du leader mondial des technologies¹⁴⁷.

Le système universitaire coréen est très compétitif et très coûteux pour les familles. Les universités sont en forte concurrence :

- KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology), université sous tutelle du MEST, implantée sur le campus de Daejeon depuis 1991,
- POSTECH (Pohang University of Science and Technology), en partie financée par la société Pohang Iron and Steel Company (POSCO), POSTECH s'est imposée comme une des plus importantes universités de Corée (classée 2^{ème} en 2008) : 3000 étudiants, 800 chercheurs et 230 professeurs permanents, 1000 publications référencées SCI par an,
- SNU (Seoul National University), 1ère National University de Corée du Sud, 22 000 étudiants, 5000 publications référencées SCI par an,
- Korea University, 30 000 étudiants, nombreux articles scientifiques avec des universités prestigieuses comme Yale et Cambridge University.

¹⁴⁷ AROSMIK, *Samsung lance son projet de Nano City*, encoreedusud.com, 8 avril 2010.

Appendice 3 : Collaboration dans le secteur la R&D

L'ossature de la coopération Science et Technologie France / Corée du Sud est le Partenariat Hubert Curien signé le 15 juin 2009 à Paris (ex PAI) « STAR ». Il permet de financer la mobilité de chercheurs d'une trentaine de projets conjointement choisis sur critères d'excellence scientifique par les deux parties. C'est un outil d'échanges destiné à la mise en réseau des scientifiques et non à la recherche collaborative en elle-même. La gestion du programme est confiée à la National Research Foundation pour la partie coréenne et à l'Ambassade de France en Corée. Les deux parties ont décidé de continuer à soutenir le partenariat STAR et d'élargir les secteurs soutenus par celui-ci. Le PHC Star va apporter un soutien par des aides aux échanges de chercheurs dans les projets les plus innovants dans les secteurs : nouveaux matériaux et nanotechnologies - sciences de la vie, de la santé et des biotechnologies - sciences et technologies de l'information et de la communication - sciences fondamentales - aéronautique et espace - sciences humaines et sociales - sciences environnementales. Il n'existe pas de mécanisme de financement direct des projets de recherche conjoints à ce jour. Le CNRS bénéficie d'une position ancienne et bien établie dans le dispositif de coopération, du fait de 2 accords signés en 1991 et 2001. L'Ecole Polytechnique est également bien implantée en Corée et a lancé, à la rentrée 2006, une chaire d'enseignement et de recherche en partenariat avec Samsung Electronics, sur le thème des nanotechnologies appliquées aux écrans plats et à l'électronique non conventionnelle. La chaire « Nanodix » est la cinquième établie par l'X avec des partenaires industriels (Thales, EDF, Renault et Dassault, Lafarge et désormais, Samsung Electronics) et la première à vocation internationale.

Deux laboratoires conjoints, dont la structure est fondée sur le concept de Laboratoire International Associé (LIA) du CNRS, ont été créés :

Le Centre de Photonique et Nanostructures (CPN) est un laboratoire conjoint créé en juin 2006. Cette opération associe 5 partenaires institutionnels majeurs français et coréens, le KIST et le KAIST d'une part, le CNRS, l'Université Joseph Fourier de Grenoble et l'Ecole Centrale de Lyon d'autre part. Cette structure, portée par deux équipes coordinatrices à Grenoble et à Séoul, rassemble des équipes coréennes et françaises de renommée mondiale et s'adosse à une plate-forme technologique nationale coréenne (un des 2 centres nationaux de soutien aux recherches en nanotechnologies), le Korea Advanced Nanofab Center (KANC). Le LIA s'est vu attribuer par le MEST un financement de l'ordre de 1,15 millions d'euros annuel, pour une période allant de 3 à 9 ans, au titre du programme Global Research Laboratory. 6 autres projets ont été financés en 2009 sur ce même programme, 4 avec les Etats-Unis, un avec le Japon et un avec la Suisse. Un exemple de succès est la mise au point d'un nano laser par une équipe de chercheurs composés de Sud-Coréens (Korea University), de Français (Institut des Nanotechnologies de Lyon) et d'Américains (Harvard University), qui permettrait à terme de mettre au point des ordinateurs optiques performants et peu consommateurs d'énergie. Un ordinateur optique est une machine qui utilise les photons à la place du courant électrique pour transporter les données. Cela présente plusieurs avantages, dont le principal est une vitesse de transmission des données 10 fois supérieure à celle de l'électricité. Un ordinateur optique

consommerait également moins d'énergie et pourrait être beaucoup plus compact grâce à la suppression d'éléments électroniques volumineux. La NRF (National Research Foundation of Korea), qui soutient financièrement les recherches, a déclaré que la création de telles machines serait envisageable d'ici une dizaine d'années¹⁴⁸.

Un autre succès de cette coopération est la miniaturisation des actuateurs¹⁴⁹. Le DNC (Digital Nanolocomotion Center, qui fait partie du National Creative Research Initiative Program et du KAIST) a ainsi conçu un actuateur de 1,2x1,3 mm² capable de réaliser 7.200 mouvements de 12,3nm par seconde. Ce composant fonctionne en reproduisant le déplacement non-linéaire des organismes vivants. En outre, il a été réalisé un détecteur de nano-déplacements capable de détecter des mouvements de 0,019nm. C'est environ 5 fois plus efficace que les détecteurs existants. Ces composants ont de nombreuses applications technologiques en détection, contrôle, et manipulation des nano-biocomposants. Le DNC a récemment mis au point des biopuces et des nano-vibrateurs pour la séparation d'ADN, un commutateur à miroir digital de 0,9x0,9 mm² pour contrôler les signaux photoniques faibles des transmissions optiques. Il permet ainsi une grande vitesse de traitement pour de très faibles pertes de signal.

Enfin, un injecteur digital capable de projeter une goutte de liquide de 5,8 microgrammes avec une vitesse de 12 m/s pour seulement 0,4 W a également été réalisé. Les applications de cet outil dans le domaine des imprimantes portables sont évidentes, mais cet injecteur pourrait également être utilisé pour le positionnement des mini-satellites.

Le «France-Korea Particule Physics Laboratory» (F-K PPL) créé à l'initiative de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3) du CNRS dans le cadre d'un accord avec KISTI, rassemble des activités de recherche conjointes dans les domaines de la physique des particules, de la bio-informatique et de l'e-science.

Avec la Chine, les thèmes de coopération retenus sont la prévision météorologique, les biotechnologies, les nouveaux matériaux, les technologies de l'environnement, les technologies laser appliquées ainsi que la commercialisation des technologies de pointe. Les deux pays ont créé 4 centres de recherche conjoints en Corée et 2 en Chine.

La Grande-Bretagne a signé un 1^{er} accord de coopération Science et Technologie avec la Corée du Sud en 1985. Les 2 pays ont fléchi les 9 thématiques prioritaires suivantes : optique, biotechnologies, TIC, hydrates gazeux, industries créatives, énergie, environnement, espace, nanotechnologies. Six centres conjoints ont été mis en place depuis 2004 dont 2 avec l'Université de Cambridge (respectivement avec le KAIST en optoélectronique et avec l'ETRI en nano-, biotechnologies et TIC). Des coopérations se développent dans le domaine des neurosciences et des nouvelles énergies.

La Corée du Sud a rejoint l'OCDE en 1996. Elle participe depuis très activement aux différentes instances, dont le Comité de la politique scientifique et technologique (CPST). Plusieurs centres régionaux ont une implantation à Séoul : International Vaccine Institute, APCIT (Asian Pacific Centre for Transfer Technology). Plusieurs équipes coréennes sont financées par les programmes multilatéraux du Ministère des Affaires Etrangères français, dans le cadre de projets de recherche franco-asiatiques dans le domaine des TIC (programme «STIC-Asie»).

¹⁴⁸ Une équipe de chercheurs met au point un nano laser, Julien Nicoletti, BE Corée numéro 52, Ambassade de France en Corée / ADIT, 27 septembre 2010.

¹⁴⁹ Recherches sur la Nano-Loocomotion en Corée, Jérôme Pinot, BE Corée 20, 14 novembre 2002.



Annexe 4 : Etats-Unis

Appendice 1 : Système national de recherche et d'innovation

Le système de recherche et d'innovation américain est un système dont les différents niveaux sont bien séparés. L'orientation des politiques scientifiques se fait de la Maison Blanche par l'Office for Science and Technology Policy (OSTP). Etabli en 1976, cet organe a comme mission de conseiller le président sur tous les aspects liés à la science et à la technologie. L'OSTP supervise et évalue les investissements fédéraux en recherche et innovation afin d'assurer une bonne orientation des politiques scientifiques. Ces orientations se traduisent par le développement des programmes de financement de la recherche au sein des agences fédérales et des différents «departments», dont les plus connus sont la National Science Foundation (NSF), le Department of Energy (DOE), le Department of Defense (DOD) ou le National Institute of Health (NIH). Ces agences ont pour objectif de traduire les orientations politiques en appel à projets permettant de financer les travaux de recherche.

Le NRC (National Research Council) est l'organisme évaluateur des actions du NNI. Il reconnaît que le programme est très jeune par rapport à l'échelle de temps nécessaire pour le développement des révolutions technologiques (20 à 40 ans), il souligne que la NNI doit s'inscrire sur le long terme et les buts et objectifs qu'elle soutient ne sont réalisables que dans la durée. Il relève que pour porter ses fruits, l'investissement dans la NNI doit être maintenu. Un objectif essentiel est de poursuivre la construction d'infrastructures nationales de pointe dans ce domaine alors que les coûts des instruments nécessaires ne peuvent être supportés par une organisation seule. Le NNI a aussi motivé les agences à établir leurs propres priorités, à créer des programmes de recherche dédiés et à lever elles même des ressources. Le programme doit continuer à articuler intelligemment les objectifs sur le long terme et ceux sur le court terme, sans sacrifier les premiers à dans une logique purement utilitariste de la recherche. Enfin, le NRC note l'apport positif stratégique que représentent les chercheurs étrangers. Il appelle à continuer à attirer les meilleurs talents aux Etats-Unis et à porter en ce sens une attention particulière sur les conditions d'immigration des étudiants et des personnels scientifiques. Les années 2007 à 2010 ont été particulièrement consacrées à consolider les programmes et les infrastructures, en leur assurant un personnel suffisant et une mise à jour des instruments utilisés, avec pour but d'obtenir une utilisation maximale des infrastructures existantes. Le changement d'administration en 2009 (Obama) a conduit à donner une nouvelle impulsion au programme¹⁵⁰. Le manque d'autorité du programme sur les agences est toujours une difficulté centrale et vu comme une faiblesse. Les Etats-Unis s'inquiètent de plus en plus de leur approvisionnement en matière grise.

¹⁵⁰ *Report to the president and congress on the third Assessment of the National Nanotechnology Initiative*, President's Council of Advisors on Science and Technology PCAST, 12 mars 2010.



Appendice 2 : Répartition géographique des activités

La carte de l'illustration 80 ainsi que la liste établie sur le site internet du NNI¹⁵¹ montrent la répartition élevée des nombreuses infrastructures sur l'ensemble du territoire. Le DoE a créé 5 centres dédiés dans ses laboratoires nationaux, les Nanoscale Science Research Centers, et vient de labelliser 46 Energy Frontiers Research Centers¹⁵². Le DoD a monté un Institut for Nanoscience dans le Naval Research Laboratory Centers¹⁵³. La National Science Foundation finance 27 Materials Research Science and Engineering Centers, 14 centres dans le réseau National Nanotechnology Infrastructure Network ou encore une dizaine de Nanoscale Science and Engineering Centers¹⁵⁴. Le National Institute of Health a par exemple mis en place 8 Nanomedicine Development Centers et le Nanotechnology Characterization Laboratory sur les questions de nanotoxicologie avec le National Institute for Standards and Technology (NIST)¹⁵⁵. Le NIST a fait construire le Center for Nanoscale Science and Technology et sa NanoFab afin de travailler sur le développement d'instruments de mesures, de normes et de standards dans le domaine. Une grande partie de ces infrastructures sont ouvertes et comportent des équipements qui peuvent être utilisés par les chercheurs et les industriels.

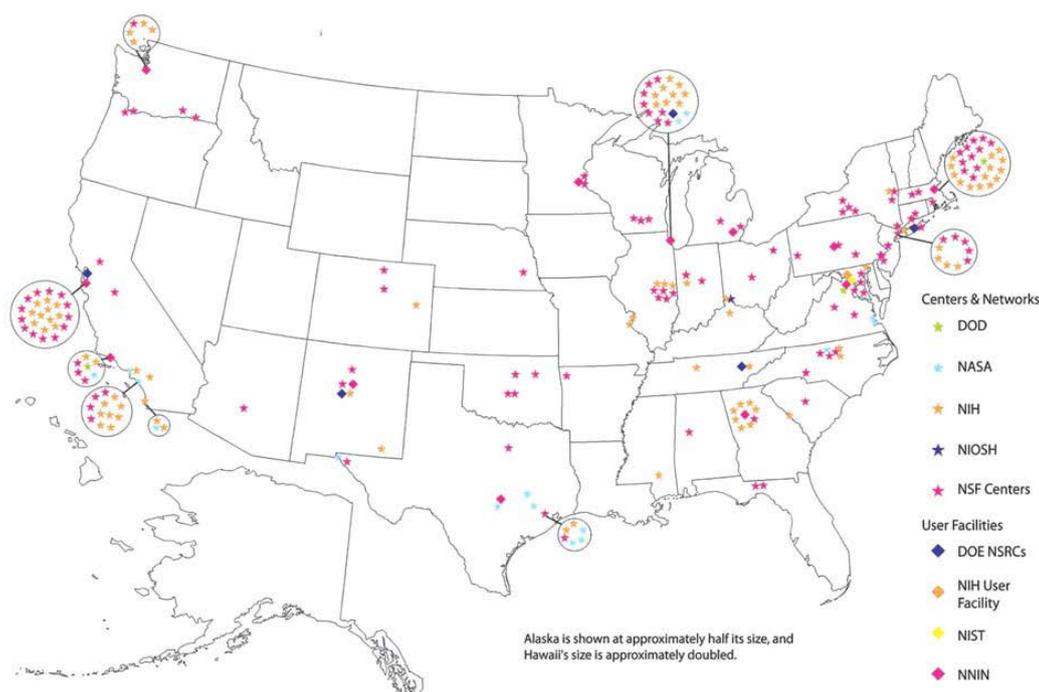


Illustration 80. Centres de recherche, réseaux et « user facilities » financés par le NNI en 2007.

¹⁵¹ Le site internet du NNI www.nano.gov

¹⁵² Le site des Energy Frontiers Research Centers www.er.doe.gov/bes/EFRC/index.html

¹⁵³ Institut for Nanoscience du Naval Research Laboratory www.nrl.navy.mil/nanoscience/

¹⁵⁴ Réseau des MSREC www.msrec.org/centers et National Nanotechnology Infrastructure Network www.nnin.org

¹⁵⁵ Liste des Nanomedicine Development Centers – <http://nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/> et Nanotechnology Characterization Laboratory – <http://ncl.cancer.gov/>

Le NNI a permis également de mettre en place une large variété de réseaux, importants pour transmettre les informations : le forum Internano du National Nanomanufacturing Network qui permet aux chercheurs d'échanger des informations concernant la fabrication des nanomatériaux, le nanoHUB, financé par la NSF qui regroupe des outils de simulation en ligne accessibles à l'ensemble de la communauté¹⁵⁶. Le NIH a mis en place un réseau autour des efforts sur le traitement du cancer, le National Cancer Institute Alliance for Nanotechnology in Cancer. En ce qui concerne la problématique santé, sécurité et environnement, l'International Council on Nanotechnologies maintient sur son site internet un certain nombre de bases de données d'articles publiés¹⁵⁷. Enfin, sur les questions d'enseignement, il est possible de citer le Nanotechnology Center for Learning and Teaching (NCLT), utile à tous les niveaux d'enseignement pour promouvoir et faire connaître les nanotechnologies¹⁵⁸. L'objectif pour les 10 années à venir est de maintenir ces infrastructures et capitaliser sur leur potentiel. Le défi des normes rappelle que la régulation peut devenir une barrière pour conquérir des marchés, et les USA vont s'impliquer sur les standards qui ouvrent la voie vers des produits innovants et de nouveaux marchés.

¹⁵⁶ Le portail Internano www.internano.org et Le nanoHUB – <http://nanohub.org/>

¹⁵⁷ National Cancer Institute Alliance for Nanotechnology in Cancer – <http://nano.cancer.gov/> et ICON – <http://icon.rice.edu/>

¹⁵⁸ NCLT Community – <http://community.nsee.us/>

Appendice 3 : Liste des investisseurs

En principe, il ya 3 types d'investisseurs :

1. Ceux qui se concentrent sur le marché final plutôt que la technologie sous-jacente/ sciences.
2. Ceux qui se concentrent sur la technologie / science plutôt que sur le marché.
3. Ceux qui ont une vision bilan.

Les investisseurs en pré-sociétés cotées peuvent être divisés en fonction du stade d'évolution de l'entreprise, c'est à dire le démarrage, dès le début, milieu ou fin. Actuellement, les conditions en Europe sont difficiles pour obtenir des investissements dans les entités en phase start-up.

Applied Ventures 3050 Bowers Ave., P.O. Box 58039, Santa Clara

Fonds de capital-risque d'Applied Materials, Inc un leader mondial en matière de nanofabrication solutions technologiques pour l'industrie électronique. Son portefeuille comprend : ActaCell Inc - prochaine génération de la technologie des batteries lithium-ion, Infinite Power Solutions Inc - ultra-mince, souple, rechargeable au lithium micro-batteries, Innolume - fabricant de lasers à points quantiques semi-conducteurs, Nanomix - société de détection nanoélectroniques, Tera-barrière films - films de haute performance barrière flexibles.

Band of Angels

Le plus ancien organisme de financement de start-up. Son portefeuille comprend eSpin Technologies Inc, fondée avec la mission de développer la technologie nécessaire pour fabriquer des nanofibres et commercialement les produits à base de nanofibres

Draper Fisher Jurvetson

DFJ réalise sa mission à travers son réseau mondial de DFJ Fonds associés avec des opérations aux Etats-Unis, Chine, Inde, Corée, Vietnam, Russie, Europe, Israël, Brésil et Japon. Au cours des 25 dernières années, DFJ et ses partenaires ont soutenu plus de 600 entreprises, et ont ouvert la voie dans des marchés technologiques émergents, y compris internet, les communications mobiles, de l'énergie propre et des soins de santé. DFJ a été fière d'appuyer les réussites de l'industrie, y compris Baidu, Skype, Overture, Hotmail, Parametric Technologies, Media Focus, AdMob, Mobile365, EnerNOC, Tesla, SolarCity, BrightSource Energy, athenahealth, Epocrates, SpaceX et Synthetic Genomics.

Harris & Harris Group 1450 Broadway, 24th Floor, New York

Elle s'est d'abord intéressé dans les nanotechnologies en 1994, avec un investissement dans Nanophase, qui par la suite devenue publique en 1997. Au début de 2002, ils étaient convaincus que la nanotechnologie avait mûri suffisamment pour fournir un flux d'affaires robuste pour un avenir indéterminé, ont commencé à se concentrer exclusivement sur les nanotechnologies et les microsystèmes. Son portefeuille comprend: ABS Materials Inc, Cambrios Technology Corp, Contour Energy Systems, Inc Innovalight, Kovio Inc, Molecular Imprints Inc, Nanosys Inc, Nantero Inc.

Hatteras Venture Partners



Venture Partners Hatteras est une société de capital risque basée à Research Triangle Park, NC, avec un accent sur les produits biopharmaceutiques, des dispositifs médicaux, les diagnostics, et les opportunités liés à la médecine humaine dont nano. Fondée en 2000. Avec quatre fonds, l'entreprise a plus de 200 millions de dollars sous gestion.

Intel Capital 2200 Mission College Blvd. Santa Clara

Depuis 1991, Intel Capital a investi plus de 9,8 milliards de dollars dans plus de 1.100 entreprises dans 48 pays. Son portefeuille comprend : FulcrumMicrosystems, Inc Nanosys, Nexplanar Corp, Xradia, Energetiq Technology Inc.

Livingston Securities, LLC Livingston Securities LLC, 825 Third Avenue, Second Floor, New York

Banque d'investissement axés sur la nanotechnologie, offre également un accès aux OPI pour les entreprises dans cet espace. Ils ont mis plusieurs conférences sur le long de l'année allant de la santé à l'énergie.

New Atlantic Ventures (NAV)

Fait des investissements précoces dans les entreprises ciblant les marchés à forte croissance massive émergentes. Son portefeuille comprend : Nantero, une technologie exclusive pour la création de circuits logiques sur des puces d'ordinateur à base de nanotubes de carbone pour «Flash»de la mémoire.

Annexe 5 : Royaume-Uni

Appendice 1 : Les instances impliquées dans les nanotechnologies au Royaume-Uni

Plusieurs structures ont été créées au Royaume-Uni dans le domaine des nanotechnologies :

Le **Council for Science and Technology (CST)** est le comité consultatif le plus élevé du gouvernement britannique pour la politique scientifique et technologique. Sa mission consiste à conseiller le Premier ministre et les First Ministers gallois et écossais sur les questions interministérielles d'ordre scientifique et technologique : le CST organise ses activités autour de cinq larges thèmes (recherche, science et société, éducation, science et gouvernement et innovation technologique) dans le cadre d'une approche à moyen ou long terme. Il est composé de représentants seniors du monde scientifique et technologique britannique (souvent membres de sociétés savantes, dont la Royal Society et la Royal Academy of Engineering) et est actuellement placé sous la double présidence du conseiller scientifique du Premier ministre, Sir David King, et du Professeur Janet Finch. Pour évaluer les actions du gouvernement en matière de nanosciences et de nanotechnologies, le CST a mis en place un sous-groupe composé de cinq de ses membres, d'un représentant de la Royal Society, d'un représentant de la Royal Academy of Engineering et d'un professeur de sociologie co-opté par le sous-groupe¹⁵⁹.

La stratégie gouvernementale sur les nanotechnologies est déterminée par le groupe ministériel sur les nanotechnologies (**Ministerial Group on Nanotechnologies**), établi en 2007 et incluant des représentants du Defra, des ministères de la santé (DH, Department for Health), et de l'emploi et des retraites (DWP, Department for Work and Pensions).

Le **Nanotechnology Research Co-ordination Group (NRCG)**, groupe de coordination pour la recherche en nanotechnologies) a été mis en place pour coordonner la recherche, financée sur fonds publics, dans le domaine des risques potentiels présentés par les produits et les applications des nanotechnologies. Il est également chargé d'établir des liens en Europe et à l'International pour promouvoir le dialogue et faciliter les échanges d'information.

Le Defra préside le NRCG et ses membres incluent les ministères, les agences de réglementation et les conseils de recherche.

¹⁵⁹ *Nanosciences et nanotechnologies : bilan d'étape des actions du gouvernement britannique*, René David, Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science et Technologie, avril 2007.

Le **Nanotechnology Issues Dialogue Group (NIDG)**, groupe de dialogue sur les nanotechnologies), qui est présidé par l'Office of Science and Innovation (OSI), est ouvert à la participation de tous les ministères et agences britanniques impliquées dans le programme du gouvernement pour les nanotechnologies. Il se réunit quatre fois par an pour :

- Coordonner les activités gouvernementales entreprises en réponse au rapport de la Royal Society et de la Royal Academy of Engineering.
- Proposer une plateforme pour suivre les progrès et la réalisation des engagements pris par le gouvernement et pour informer le CST.
- Assurer que le travail du NRCG s'intègre au reste du programme de travail du gouvernement.

La **Nanotechnology Industries Association (NIA)**, l'association des Industries des Nanotechnologies) rassemble un réseau d'entreprises actives dans les nanotechnologies. L'association a été créée en 2005 pour promouvoir l'utilisation responsable des nanotechnologies et pour sensibiliser, à leur potentiel et à leurs applications possibles. Le NIA coordonne la rédaction de communiqués et de documents précisant ses positions dans des domaines intéressant ses membres.

Le **Nanotechnology Engagement Group (NEG)**, groupe de participation aux nanotechnologies) a été établi pour stimuler de nouvelles méthodes et façons de penser mises en oeuvre pour impliquer le grand public dans les nanotechnologies. Il s'inspire des projets existants pour promulguer des recommandations concernant les recherches et pratiques à venir dans ce domaine. Le NEG est financé par l'OSI dans le cadre de son programme Sciencewise.

Le **TSB** est responsable de la promotion, du soutien et de l'investissement dans les recherches technologiques, le développement et la commercialisation, et fournit un mécanisme de translation de la recherche fondamentale vers de nouveaux produits et services. Un des moyens pour le TSB de promouvoir l'innovation dans ce domaine est le réseau de transfert de connaissances en nanotechnologie (**nanoKTN, Nanotechnology Knowledge Transfer Network**), entre l'industrie et le monde universitaire.

Appendice 2 : Liste des investisseurs

Aldermore

Fournisseurs de services de prêts spécialisés aux petites et moyennes entreprises au Royaume-Uni. Il a récemment fourni des finances d'installation £ 1.2m à PDA International, l'un des domaines d'intérêt est un nouveau matériau qu'il a développé avec un expert en tissu York grâce à la nanotechnologie

Amadeus Cambridge Office Mount Pleasant House, 2 Mount Pleasant, Cambridge

Amadeus Capital Partners Limited - plus de £ 470m en gestion, ils ont des investissements actifs dans près de 40 entreprises à tout moment, à travers l'Europe et de manière sélective en Israël - Investi dans Plastic Logic, DocumentPower, Puissance ID

Carbon Trust Investments Limited

Capital-risque et les investissements au stade de semences pour accélérer la commercialisation des entreprises d'énergie propre au Royaume-Uni - Depuis 2001, ils ont réalisé des investissements dans 25 entreprises du Royaume-Uni cleantech, qui ont soulevé près de £ 160 millions en capital de risque, nombreuses dans le domaine des piles à combustible et l'innovation qui pourrait bénéficier de la nanotechnologie.

Catapult Venture Managers

Spécialisé dans la fourniture Equity Capital entre £200k et £ 2M, ont investi dans plus de 50 entreprises - Portefeuille comprend, Pharmaceuticals critique (£ 939.000), les particules Promethean (montant non divulgué), Diagnostics Ltd Michelson (£ 676,000), Nanotherics (£ 600 000)

Energy Ventures

Société indépendante de capital-risque dédié à l'amont dans le domaine pétrolier et les technologies nouvelles du gaz - Portefeuille comprend: Matériaux Oxane Incfabrique des nano-structurés céramiques, PWA avec ses propriétaires réactive nano-verre

First Capital Corporation Ltd Elsinore House, 77 Fulham Palace Road, London

FirstCapital est une banque d'investissement européenne spécialisée dans l'aide à la technologie les entreprises pour qu'elles exécutent avec succès des transactions stratégiques – Oxonica réussi à lever £ 4.2mn dans une série de tour de table de financement. Le syndicat comprend un investisseur stratégique, un fonds américain de capital-risque et plusieurs fonds britanniques. –

IP Group plc 24 Cornhill, London

Le cœur de métier du Groupe IP est la création de valeur pour ses actionnaires et partenaires à travers la commercialisation de la propriété intellectuelle - en partenariat avec un certain nombre d'institutions universitaires au Royaume-Uni - Portefeuille de sociétés comprend: Chamelic, Ilika, Oxford technologies Nanopore, Oxford Surfaces avancée, Nanotecture Group Plc, Surrey nanosystèmes Ltd, Stratophase.

London Business Angels (LBA)

Investisseurs expérimentés qui financent les entreprises innovante et à croissance rapide - Portefeuille comprend, un £ 250k lrs du premier tour de table dans la



Société Électrofilage, Diagnostics Ltd Michelson développeur et fabricant de tomographie par cohérence optique (OCT) a soulevé environ £ 750k, La société Bac2 matériaux propres et des composants de piles à combustible a levé environ 3 millions de livres

MTI Partners

MTI se concentre sur les entreprises en démarrage, en particulier ceux associés à l'Universités. Basée au Royaume-Uni avec un bureau américain à Boston investissements comprend les entreprises mondiales dans la technologie des matériaux, l'ITEC et des technologies médicales - Portefeuille comprend, la production de graphène, les composites graphène, Fluorographène

Octopus Ventures

Généralistes qui ont tendance à revenir exceptionnelle des équipes d'entrepreneurs plutôt que des secteurs spécifiques. Cherchez des entreprises de capital efficace qui peut évoluer explosive de créer, de transformer ou de dominer une industrie. Axé sur le Royaume-Uni et ne peut investir à partir de £250k £ 5m, avec 100 millions de livres pour investir dans les trois prochaines années- Portefeuille inclut, dans le Surrey nanosystèmes (£ 1.75m), Diagnostic de Michelson (£ 1.58m).

Pond Ventures

Basé dans la Silicon Valley, Londres et Israël elle est dédié à la technologie du bâtiment dans les Storie succès mondial - Portefeuille comprend Nanotech Semiconductor une société britannique de puces sans usine qui a été récemment acquis par Gennum Corporation en avril 2011

QIB

QIB (RU) est la filiale britannique de Qatar Islamic Bank. Il a investi dans Nanosolutions IOTA qui développe des technologies de formulation nano

Seraphim

Fonds de capital-risque qui investit entre £ 0,5 millions et 2 millions £ en forte croissance au début entreprises britanniques scène - Portefeuille comprend: Pyreosavec leurs capteurs basés sur la technologie «couches minces», Sirigen et la technologie basée sur une nouvelle forme de polymères conducteurs

The World Gold Council

Investit dans des start-ups avec des technologies nano dans le domaine de l'or. Deux investissements à ce jour; Nanostellar (catalyseurs d'oxydation diesel) et à Oxford PV (utilisation potentielle des nanomatériaux d'or dans le photovoltaïque).

Top Technology Ventures

Top Technology Ventures - Royaume-Uni société de capital risque qui se spécialise dans le financement d'équité pour les jeunes entreprises technologiques de croissance stade de base. Se concentre sur les entreprises de haute technologie de la croissance, avec le premier investissement étant généralement compris entre £400.000 et £ 1,0 millions. En juin 2004 Technology Ventures fait partie du Top IPGroup plc Portfolio includes: Nanotecture Limited, Oxford Nanopore Technologies - developing nanopore technology, a revolutionary method of molecular detection and analysis with potential applications in DNA



sequencing, diagnostics, drug development and defence. Oxford Catalysts - specialty catalysts for the generation of clean fuels, from both conventional fossil fuels and renewable sources such as biomass.

Ventures Albion

Il a investi £ 1 à 10.000.000 dans un large éventail d'entreprises en croissance, de sociétés axées sur la technologie à des entreprises de service. Son portefeuille comprend : MEMStar, Oxonica, Oxensis, Perpetuum, Teraview ...

Wellcome Trust

Afin de combler le fossé entre recherche fondamentale et application commerciale par le financement de la recherche appliquée et les projets de développement à un stade où ils sont attrayants pour un bailleur de fonds. Critère essentiel est que le projet répond à un besoin médical ou vacants est un outil permettant la recherche et le développement des soins de santé. Ils offrent également une variété d'autres systèmes de financement.

Unilever Ventures 1st Floor, 16 Charles II Street, London

Unilever Ventures (UV) est la branche capital-risque européen d'Unilever. Nous investissons dans des entreprises en démarrage qui pourrait devenir une importance stratégique pour Unilever et peuvent bénéficier de l'accès aux actifs d'Unilever et ses capacités. UV concentre ses investissements dans: Santé et vitalité. Les soins personnels le marketing numérique nouveaux aliments Une technologie qui pourrait être déployée pour aider la mission de durabilité d'Unilever UV a investi dans IOTA Nanosolutions qui développent des technologies de formulation nano.

Wellcome Trust Wellcome Trust, Gibbs Buildingn, 215 Euston Road, London

Une zone de fonds comble le fossé entre recherche fondamentale et application commerciale par le financement de la recherche appliquée et les projets de développement à un stade où ils sont attrayants. Le critère essentiel est que le projet répond à un besoin médical ou vacants est un outil permettant la recherche et le développement des soins de santé. Ils offrent également une variété d'autres systèmes de financement.

Annexe 6 : Russie

Appendice 1 : La recherche en Russie

1. Présentation

L'organisation de la recherche en URSS est marquée par une séparation entre R&D et production, la recherche étant conduite dans des structures distinctes des unités de production : les instituts et les bureaux d'études. Les centres de recherches pouvant être rattachés, soit au complexe militaro-industriel, soit à une Académie des sciences, soit enfin à un ministère de branche cloisonnés les uns des autres. Les usines de production ne disposaient pas de véritable structure interne de R&D, hormis quelques bureaux de méthodes et de contrôle.

Dès 1992, l'Académie des Sciences de l'URSS a été remplacée par l'Académie des Sciences de Russie. Malgré son changement de nom, cette dernière a réussi à négocier son autonomie et à maintenir sa mainmise sur la distribution des financements aux instituts qui lui étaient rattachés, mais son budget a été drastiquement diminué.

Les anciens instituts ont été transformés en laboratoire de recherche public ou privé, ou bien à une entreprise d'ingénierie, de conseil ou de haute technologie. De 1992 à 1995, on observe à une évolution de certains instituts de l'Académie des Sciences vers des laboratoires industriels, une transformation des instituts de branche en entreprises ou disparition, essaimage de P.M.E. de haute technologie, créées par des chercheurs¹⁶⁰.

En novembre 1994, l'Etat réduisit encore le périmètre de son soutien actif en créant les Centres de Recherche Fédéraux, statut décerné aux meilleurs instituts de l'Académie des Sciences. Cependant, seule une petite fraction de l'ensemble des instituts de l'Académie des Sciences bénéficie de ce statut privilégié. Ces centres scientifiques d'État ont aussi permis de sauver les anciens instituts militaires (une vingtaine de sites furent concernés). Interdits de privatisation, les instituts de l'ASR eurent pour seule alternative de se transformer en laboratoires industriels publics.

¹⁶⁰ Lorsque les instituts, faute de financement, ont été contraints d'abandonner des recherches, beaucoup ont offert aux chercheurs de continuer seuls leurs propres projets. Cette solution, dans un premier temps, convenait aux deux parties : les chercheurs assurant la maintenance des équipements de l'institut dont ils avaient besoin, dans l'espoir de vendre pour leur propre compte le fruit de leurs recherches personnelles. Beaucoup avaient en effet reçu sous le socialisme des certificats d'auteur, leur attribuant nominalement la paternité des inventions. Ces certificats ayant été depuis transformés en brevets industriels, les chercheurs se sont retrouvés propriétaires des technologies qu'ils avaient développées, ce qui les a fortement incité à développer leurs propres applications lorsqu'ils n'ont plus été payés par l'institut. Cette solution à l'origine temporaire a finalement donné naissance à une myriade de P.M.E. Début 1992, plus de 300 sociétés privées émanant d'instituts étaient déjà enregistrées en Russie.

De plus, la Russie crée des structures destinées à organiser les financements sur le mode de l'appel à projet : la *Fondation russe pour la recherche fondamentale* a été créée dès 1992 et la *Fondation russe pour les sciences humaines* en 1994.

Des fondations ont été créées pour soutenir la R&D et l'innovation :

- pour la recherche appliquée, le Fonds d'Aide aux petites et Moyennes Entreprises (FASIE) donne la possibilité aux chercheurs de démarrer ou de poursuivre leurs activités de développement dans le cadre d'une start-up ou d'une PME créée même au sein de leur propre institut.
- pour la recherche fondamentale, la « Fondation Russe pour la Recherche Fondamentale » (RFFI) permet de financer les chercheurs sélectionnés sur appels d'offre afin de maintenir un bon niveau de recherche. Les nanotechnologies y percevaient environ 7 M€ en 2005. C'est un organisme d'Etat indépendant créé en 1992 sous le contrôle du MES.

La recherche scientifique n'a donc pas, au début de la période de transition, été vue comme un levier économique potentiel pour la restructuration du pays.

2. La structure de la recherche actuelle

La Russie actuelle se caractérise par un potentiel en ressources humaines énorme, mais en même temps par d'importantes faiblesses¹⁶¹.

La majorité des acteurs de la recherche russe est constituée de structures pour la plupart héritées de l'époque soviétique. On en dénombrait 3600 en 2004, que l'on peut classer en quelques groupes :

- **les instituts de recherche de l'Académie des Sciences de Russie (ASR)** : l'Académie des Sciences de Russie joue un rôle prédominant car elle participe à la fois à l'élaboration de la politique scientifique, en coordination avec le Ministère de l'Education et de la Science, et à la mise en œuvre de cette politique, à travers la tutelle exercée sur un réseau d'établissements de recherche (près de 450 instituts en 2005 et plus de 100 000 personnes). Les dépenses de l'ASR s'élèvent à en 2005 à 750 M€ (ce qui représente près de la moitié du budget fédéral pour la recherche fondamentale),

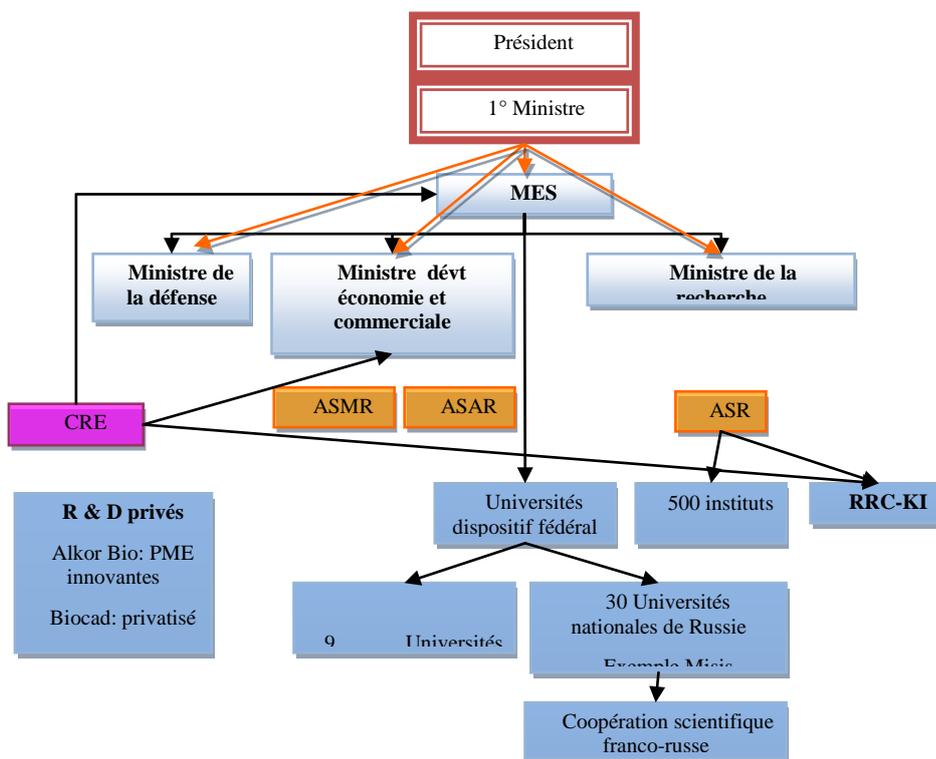
¹⁶¹Une partie importante de la population russe est allée jusqu'à l'éducation supérieure. Avec plus de 50% de sa jeune génération (25-34 ans) à avoir atteint l'enseignement supérieur, la Russie compte le plus de diplômés en sciences des pays de l'OCDE. En dépit de la réduction des effectifs, la Russie peut donc compter sur une équipe R&D d'excellence en particulier dans le domaine des sciences, hérité de l'Union Soviétique.

- les **instituts de recherche appliqué**, historiquement rattachés à des domaines sectoriels d'activités industrielles, et qui constituent environ la moitié du nombre total des instituts de recherche en Russie,

- les **Centres de Recherche d'Etat (CRE)**, issus pour la plupart de structures du complexe militaro-industriel, au nombre d'une soixantaine environ. Le label CRE est attribué par décret gouvernemental à des établissements conduisant des activités de recherche à forte composante appliquée,

- les **universités**. En fait seules les plus prestigieuses développent des activités de recherche, les autres étant essentiellement tournées vers l'enseignement,

- les **centres de R&D privés**, dépendant pour la plupart de grandes entreprises (environ un millier).



Académie des Sciences de Russie (ASR) : fondée en 1724, elle joue un rôle original car elle participe à la fois à l'élaboration de la politique scientifique, en coordination avec le Ministère de l'Education et de la Science, et à la mise en œuvre de cette politique, à travers la tutelle exercée sur un réseau d'établissements de recherche (près de 450 instituts en 2005 et plus de 100 000 personnes). Les dépenses de l'ASR s'élèvent à 750 M€ (ce qui représente près de la moitié du budget fédéral pour la recherche fondamentale).

Schéma 2 : Acteur de la Recherche et Développement en Russie

a. Le pilotage et le financement de la recherche au niveau fédéral[11]

A la différence des pays développés, où les entreprises industrielles contribuent davantage à la recherche que les étatiques, les entreprises russes n'ont toujours pas commencé à investir massivement dans la recherche. En effet, la part des entreprises industrielles dans le montant global des dépenses pour les R&D est de 22,8% en 2003.¹⁶²

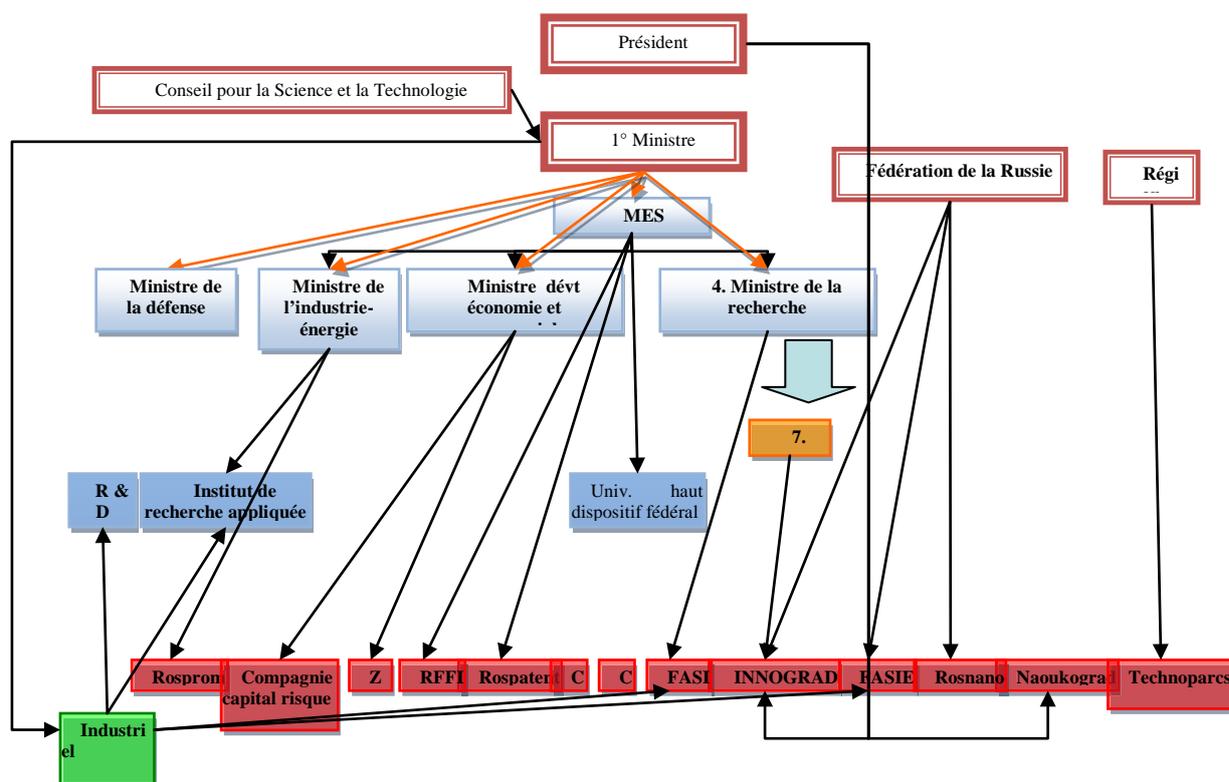
Le gouvernement continue à financer 60% de la R&D en Russie. Les financements étrangers sont de 7,5%.

En raison de ces améliorations économiques et des prescriptions politiques, il y a eu davantage de financement dans le secteur de la R&D. Selon les statistiques officielles, les dépenses totales pour la R&D s'élèvent en 2005 à environ 6,6 G€ soit 1,07% du PIB. La structure des dépenses totales accorde une place centrale à la recherche finalisée et au développement (70%),¹⁶³ alors que seulement 15% des dépenses vont à la recherche fondamentale.

L'élaboration de la politique scientifique est le résultat d'un consensus entre différents organes politiques. Le ministère de l'Education et des Sciences (MES) y joue le premier rôle : il coordonne et intègre les propositions et les plans des autres ministères, agences et Académies des Sciences pour la politique scientifique et technologique. Il dresse une liste des priorités nationales. Toutefois depuis la création du Conseil pour la Science et la Technologie auprès du président en 2002, la Présidence a une influence directe sur la politique scientifique.

¹⁶² Irina Dezhina « Où sont ? Où vont les scientifiques russes ? Ressources humaines et politique de la recherche en Russie », ifri, Paris, Juin 2005.

¹⁶³ En raison de la prééminence des activités militaires.



Centres de transfert Technologiques : il existe 48 CTT, sur financement du ministère, ils ont une vocation régionale.

Ces ZES, à l'image des pôles de compétitivité français, doivent favoriser l'incubation entre recherche et application technologique. Ils bénéficient d'importantes exonérations.

Centres Technologiques d'Innovation (il existe 61 CTI), à vocation régionale, auto-financés, jouant un rôle d'incubateur de projets à haute valeur technologique.

Chef de l'État : Depuis 1991, le Président constitue l'acteur clé du système politique russe. Il peut notamment dissoudre la Douma.

Chef du Gouvernement : Premier ministre. Le pouvoir exécutif est exercé par le chef de gouvernement. Le pouvoir législatif est détenu à la fois par le gouvernement et les deux chambres de l'assemblée fédérale de la fédération russe.

Chambre basse : La Douma, exerce une fonction de premier plan dans l'élaboration des lois. Chambre haute : Conseil de la fédération, bien inférieure à celui de la Douma.

Compagnie russe de capital risque : créer en 2006 pour faire face à la faiblesse du capital-risque privé. Elle a reçu du Ministère du développement économique une dotation fédérale de 420 M € et continue d'agir comme un fonds de fonds.

Conseil pour la Science et la Technologie : auprès du président en 2002, la Présidence a une influence directe sur la politique scientifique.

FASI : Agence fédérale pour la Science et innovation : il gère plusieurs programmes fédéraux de Russie ciblées pertinentes pour la R & D.

Fédération de la Russie : développe des PME innovantes grâce aux revenus tirés de ressources fossiles.

INNOGRAD a Skolkov (Moscou) : développement de centre de recherche et de commercialisation des nouvelles technologies (énergie, technologies de l'information, télécommunications, biomédical, nucléaire)

Créer par l'Académie des sciences, State corporation "Bank for Development and Foreign Economic Affairs" (Vneshekonombank), Rosnanotec, Bauman Moscou State Technical University, Russian Venture Company et la FASIE.

Instituts de recherche appliquée : 3 566 organismes recensés en 2005.

Ministère de l'Education et des Sciences (MES) : créé en mars 2004, il coordonne et intègre les propositions et les plans des autres ministères, agences et Académies des Sciences pour la politique scientifique et technologique.

Naukograd : Les infrastructures physiques : villes scientifiques, technoparcs, centres de transferts et zones économiques spéciales.

Rosnauka : agence fédérale pour la science et l'innovation. Il finance de la recherche appliqué par appel à projet tous les ans : développement du savoir scientifique, développement technologique, commercialisation des technologies. Dotée d'un budget de plus de 1,15 milliards d'euros en 2006, *RosNauka* a subventionné 2 700 projets dont 134 de dimension internationale en coopération avec 25 pays différents. *Rosnauka* est sous sa tutelle le Fonds russe de développement technologique

Rosprom : Rosprom, née en février 2004 par décret du président Poutine, est issue de la fusion de plusieurs agences responsables de l'armement et de l'Agence spatiale Rosavaikomos. Rosprom doit financer des projets industriels technologiquement innovants pour 156 millions d'euros entre 2007 et 2012.

Technoparcs créés à la fin des années 1980, ont constitué le premier élément d'une politique de création d'infrastructures destinées à favoriser l'innovation et de transfert de technologie. Ils sont constitués d'un ensemble de PME.

Schéma 3 : Gestion des organismes participant à l'innovation en Russie

Orientation politique actuelle

Le pouvoir politique a pris dès 2001 le contrôle sur les fondations en les obligeant à se déclarer « organisations gouvernementales » et en s'arrogeant la propriété des droits sur les technologies développées.

De plus, depuis 2000, les choses se sont accélérées et le gouvernement a accordé une très haute priorité à la défense et à la recherche militaire par une politique incitative : il y a eu création de filières scientifiques, proposition de salaires plus élevés pour les chercheurs et les enseignants, etc.

3. Conclusion

Conscientes des difficultés de la Russie à maintenir sa place dans le contexte compétitif de la recherche et des hautes technologies mondiales, les autorités ont **depuis le début des années 2000 (en continuité avec les premiers efforts initiés vers les années 1990) entrepris une série de réformes de fond destinées à dynamiser la recherche fondamentale et à mettre en place un système d'innovation et de transfert de technologie** qui soit à la fois efficace et en prise sur les réalités économiques du pays. Cette politique générale comporte une multitude de volets: juridique, fiscal, réglementaire, normatif, financier, aide et soutien de l'Etat, etc.

Appendice 2 : Instituts d'excellence en nanotechnologies

1. Ioffe Physico-Technical Institute de l'Académie des Sciences de Russie (Saint Pétersbourg)

Description

Malgré sa taille importante, les activités de cet Institut restent toujours à la pointe de la science et il a réussi son virage vers la technologie par des applications nombreuses en électronique, nano-électronique, opto-électronique, spintronique, imagerie, détecteurs, etc. Il est aussi un vivier de création de PME innovantes.

Sujets spécialisés

Hétéro-structures en particulier dans les systèmes III-V (Nitrures de Ga, Al, In), croissance de couches minces par épitaxie, optoélectronique, semi-conducteurs cristallins et amorphes, diélectriques, électronique et nanoélectronique, Spectroscopies ...

2. Institut de Physique des Solides de Chernogolovka (ASR) (Région de Moscou)

Description

Fondé au début des années 60, cet institut reste toujours l'un des plus performants dans son domaine, surtout au niveau fondamental. Un secteur applications et valorisation se développe actuellement avec dynamisme, surtout dans le domaine des matériaux.

Cet institut a de nombreux liens avec l'extérieur, en particulier avec les théoriciens du Landau Institute. Sur le plan international, il a de nombreuses collaborations, particulièrement avec plusieurs laboratoires français depuis de nombreuses années (Paris, Orsay, Grenoble).

Sujets spécialisés

Supraconductivité, transport quantique, susceptibilités magnétiques géantes.

Croissance cristalline de cristaux technologiques, matériaux nanostructurés, nanotubes, quasi-cristaux, cristaux quantiques, semi-conducteurs, céramiques, composites, réfractaires, etc..

Surfaces, interfaces, physique des défauts, transformations de phases.

Propriétés optiques, électriques, magnétiques, mécaniques. Spectroscopies et microscopies.

3. Institut de Physique des Semi-Conducteurs de Novosibirsk (ASR)

Description

Fondé en 1964, cet institut reste le meilleur dans le domaine des semi-conducteurs tant sur le plan de la recherche fondamentale que des applications.

Sujets spécialisés

Croissance et structure des matériaux semi-conducteurs, micro-photoélectronique, physique et technologie des semi-conducteurs de basse dimensionnalité (micro et nano- structures), électronique quantique, structures des films minces pour la micro électronique et la photoélectronique, physique et engineering des structures semi-conductrices, R&D du développement du silicium monocristallin et de structures silicium. Microscopie à force atomique, nanolithographie, LIGA.

4. Institut de Physique des Microstructures (IPM) de Nizhny-Novgorod (ASR)

Description

Bien que fondé seulement en 1993, l'IPM est un des grands pôles de compétence en nanotechnologies grâce à ses recherches fondamentales en physique des surfaces et interfaces, les semi-conducteurs, la supra-conductivité à haute température, l'optique des rayons X. Son parc instrumental, bien géré par une équipe dynamique (et non pléthorique), lui permet d'attirer de bons jeunes chercheurs issus de l'Université voisine.

Sujets spécialisés

Physique et technologies des structures métalliques, des semi-conducteurs, de la supra-conductivité, des hétérostructures et des nano-systèmes.

Réalisations de sources à semi-conducteurs pour la génération de fréquences TéraHertz et celle de composants pour l'optoélectronique (photo-luminescence, diodes électroluminescentes).

Microscopies à balayage, à force atomique, effet tunnel, SNOM, Spectroscopies de haute résolution,

MOCVD, MBE, ablation laser, RIE, nombreux systèmes de caractérisation et de tests (rayons X, AES, SIMS, SEM), salles blanches de classe 1000 et 100.

5. Institut de Physique Générale Prokhorov de Moscou (IOFAN- ASR)

Description

Créé en 1983 par l'académicien A.M. Prokhorov (prix Nobel en 1964 et inventeur des lasers) à partir de la division « A » (laboratoires de physique des plasmas) de l'institut Lebedev (créé lui en 1934).

Sujets spécialisés

Au FORC : lasers à fibre Raman et dopés, effet d'électrostriction, effet de photoréfaction dans les fibres dopées, mécanismes de pertes dans les fibres dopées au germanium et au phosphore, capteurs, fibres pour l'industrie nucléaire, recherche de nouveaux dopants, cristaux non linéaires, fibres recouvertes d'une surface métallique (cuivre, nickel, etc.). Très bonne collaboration avec des équipes françaises (sur les lasers à fibres optiques avec Limoges, les nanotubes avec l'ONERA-CNRS, les surfaces métalliques avec Nancy).

Sur les nanotechnologies : production et caractérisation de nanotubes de carbone par différentes méthodes, puis transformation en film ayant des applications simples et nombreuses, hétéro-structures, élaborées sur des substrats de métaux nobles nanostructurés par réaction avec un gaz halogène.

6. Institut de Chimie Inorganique « Nikolaev » de Novosibirsk (ASR)

Description

Créé en 1957, ce laboratoire est un des premiers instituts de la nouvelle branche sibérienne de l'Académie des Sciences de Russie.

Sujets spécialisés

Synthèse (et caractérisations) des cristaux de toutes natures : cristaux de BGO (10 à 20 Kg), monocristaux dopés aux terres rares.

Céramiques transparentes nanostructurées, colorées, transparentes à l'IR, systèmes Si (ou B) $N_xC_x:H$ à composition variable. Préparation de métaux (en particulier des terres rares) par réduction de l'oxyde correspondant par l'hydrure de lithium (LiH). Synthèse de borures de lanthanides (LnB_6) presque aussi durs que le diamant. Réalisation de super-aimants par métallurgie des poudres.

Chaînes polymériques pour micro et nano-matériaux destinés au stockage et transport d'hydrocarbures gazeux.

Synthèse à basse température de films nanocristallins de CdS, Cd_xZn_{1-x} , Cu_2S et PbS en utilisant des dithiocarbonates comme source unique de précurseurs.

Synthèse par décharge à arc et CVD des nanotubes de carbone, possibilité de dopage, structure électronique (métal ou semi-conducteur), chimie, propriétés. Une optimisation des nanotubes de carbone est recherchée pour réaliser des nano-sources de rayons X et l'étude des propriétés magnétiques d'agrégats de Co-Fe (collaboration avec l'École Polytechnique : Alexandre SHARAYA, Hubert PASCARD et Olivier KLEIN). Supraconductivité.

7. L'Institut de Cristallographie "Shubnikov" de l'Académie des Sciences de Russie (ASR)

Description

L'Institut a été fondé en 1943 par l'éminent physicien, Aleksey V. SHUBNIKOV (1887-1970) sous l'égide de l'Académie des Sciences d'URSS.

Ce grand Institut, spécifiquement dédié à la Cristallographie, est unique au monde. D'essence multidisciplinaire, il est né des études géologiques et minéralogiques en intégrant les aspects chimiques, puis a évolué vers des investigations plus fondamentales sur les cristaux (structure, propriétés, etc.), grâce aux puissantes méthodes de la physique, en particulier des rayons X. Il a également mis au point de nombreux procédés **de croissance de cristaux synthétiques** de différente nature et de toute taille lui conférant le statut de fournisseur national de cristaux de qualité, non seulement en Russie, mais également sur le marché mondial (Investissement en 2005 : 40 M\$).

De nos jours, grâce à sa tradition multidisciplinaire, l'Institut s'est rapidement tourné vers des sujets modernes : croissance de cristaux spéciaux hors gravité (en orbite), cristaux liquides (dispositifs optoélectroniques), croissance de cristaux piézoélectriques (téléphones portables) ou biologiques et surtout, **nanotechnologies**. Dans ce domaine, l'Institut joue un rôle de leader et de coordonnateur national: il a été nommé "Point de contact national" pour la participation des équipes russes aux programmes du 6^{ème} PCRD européen.

Sujets spécialisés

Croissance cristalline et technologies associées (caractérisations par Rayons X, par Rayonnement Synchrotron, spectroscopies, microscopies, propriétés mécaniques, optiques, électriques, etc..), Couches Minces, Fabrication de nano-pointes, Cristaux organiques, membranes, nano-biotechnologies, ultrafiltration, Cristaux Liquides, cristaux technologiques (ferroélectriques, piézo-électriques, magnétiques, semi-conducteurs, quartz, saphirs, oxydes, etc ...)

8. Institut de Macrocinétique structurale (ISMAN) de Chernogolovka (ASR)

Description

Fondé dans les années 70 sur la base d'une découverte de son Directeur, l'Académicien Alexandre MERZHANOV, cet institut fondateur d'une nouvelle branche de la chimie des matériaux, est spécialisé dans la synthèse de nouveaux matériaux par les réactions « SHS » (*Self propagating High Temperature reactions*).

Sujets spécialisés

Synthèse de matériaux (où la plupart des éléments de la classification de Mendéléiev ont été utilisés avec succès), revêtements protecteurs, anti-corrosion, matériaux ultra-durs, résistants aux chocs thermiques, poudres abrasives, matériaux de filtration, etc.). Fabrication de céramiques par SHS sous haute pression de gaz, élaboration de nouveaux alliages par SHS mécaniquement activée, formation de nano-couches et de multicouches par le procédé SHS.

9. Institut de Chimie de Catalyse « Borekov » de Novossibirsk (ASR)

Description

Créé en 1958, c'est le plus gros institut de chimie de l'est de la Russie. Vivant largement des revenus qu'il perçoit des compagnies étrangères qui exploitent ses brevets, cet institut dispose de moyens permettant de passer de l'échelle de laboratoire à l'échelle de pilote industriel (équipements performants : XPS, ESCA...). Environ le tiers de son budget vient de contrats, surtout avec des compagnies chinoises et sud-coréennes.

Sujets spécialisés

Fabrication de TiO₂ photo-catalytique (poudres Pt modifiées), de carbone fibreux (nano-fibres et nanotubes à raison de 2,5 kg/jour), des nano-fibres de SiC recouvertes de carbone amorphe, des nano-diamants pour polissage, du carbone (graphite) poreux pour filtration, des matériaux méso-poreux à base de silice, des aérogels de SiO₂-NiO, etc. Spécialisés dans les

nanotubes de carbone (NTC), de diamètre nanométrique (5 nm), les chercheurs ont de nombreuses collaborations (« onion like carbon »).

Ils étudient aussi les procédés de réalisation de nano-pointes pour microscopes à effet tunnel.

Mise au point de nouveaux catalyseurs (Fe-Mn pour la synthèse de whiskers SiC...).

10. Institut de Chimie du Solide et de Mécano-chimie de Novossibirsk (ASR)

Description

Créé en 1944 (en tant que «Chemical Metallurgical Institute »). L'institut est organisé selon trois grands domaines d'investigations, touchant à la chimie de l'état solide, la conception de nouveaux matériaux, la mécano-chimie et l'activation chimique, l'électro-chimie de nouveaux matériaux et les bases de nouvelles technologies.

Sujets spécialisés

Travaux fondamentaux très intéressants pour comprendre les phénomènes se produisant pendant les réactions de synthèse par mécano-chimie d'oxydes nano-structurés tels Al_2O_3 et ZrO_2 . Etude de l'influence de l'activation mécanique sur l'agglomération de poudres céramiques d'oxydes à grains nanométriques: 20-25 nm (moins de 0.5% Fe) et 40-45 nm (moins de 0.02%Fe).

Etude fondamentale du procédé SHS (Self propagated High temperature Synthesis), avec des investigations sur le Synchrotron voisin, pour accéder à des mesures diffractométriques suffisamment rapides pour suivre la cinétique des réactions. Le procédé SHS, couplé à de l'activation mécanique (broyage à haute énergie) est utilisé pour synthétiser des poudres nanométriques à bas coût.

Frittage des poudres nanométriques conduisant à des céramiques bien densifiées dans lesquelles la nano-structuration est préservée, par la technologie SPS (Spark Plasma Sintering) avec des coréens.

Elaboration de dépôts nano-structurés TiB_2/Cu par électroérosion (arc électrique), pour électrode.

Bonne maîtrise du dépôt de revêtements protecteurs (Al_2O_3 , ZrO_2) sur des nano-grains de C ou de SiC.

Institut tourné vers l'extrême orient (Japon, Corée, Chine) par manque de collaborations avec les laboratoires occidentaux.

11. Institut de Physique des Lasers de Novosibirsk (ASR)

Description

Fondé en 1991, cet institut reste l'un des meilleurs dans le domaine des lasers en recherche fondamentale et développe depuis peu de nombreuses applications, en particulier dans le médical.

Sujets spécialisés

Spectroscopie à très haute résolution, stabilisation de fréquence (He-Ne / CHn), système d'horloge optique femtoseconde et de synthétiseur de fréquence, refroidissement d'atomes, etc.

En marge avec ces études fondamentales, l'Institut développe de nombreux éléments : standards de fréquence optique, synthétiseurs femtosecondes, lasers pour la médecine, la biologie et l'écologie, des lasers accordables monofréquences, des horloges optiques femtosecondes, des spectromètres à fluorescence, des instruments laser pour mesurer de petits déplacements, des lasers à excimères, etc.

Cet Institut est en cours de délocalisation vers Moscou et Saint-Pétersbourg, les orientations futures de ses recherches ne sont pas clairement visibles malgré de fortes attaches avec l'Université de Paris Nord-Villetaneuse (il fait partie d'un GDRE franco-russe) et d'autres fortes collaborations internationales, principalement avec l'Allemagne, la Grande Bretagne, le Japon et la Corée.

12. Institut de Physique de la Résistance mécanique et des Matériaux de Tomsk(ASR)

Description

Fondé en 1991, cet Institut est probablement le meilleur dans le domaine de la mécanique des matériaux, tant en recherche fondamentale que pour les nombreuses applications dans la synthèse de nouveaux matériaux à hautes caractéristiques mécaniques et fonctionnelles. Très actif, ayant d'étroites collaborations avec les autres centres de Tomsk, l'ISMAN de Chernogolovka et l'Institut de Chimie du Solide de Novosibirsk, cet Institut attire beaucoup de jeunes chercheurs de qualité.

Sujets spécialisés

Travaux fondamentaux sur les nanomatériaux : calculs thermodynamiques et mécaniques sur les joints de grains dans les nanomatériaux par comparaison avec les mêmes matériaux mais à grains micrométriques. Expérimentation et modélisation.

Elaboration de matériaux massifs nano-structurés par PSD (Plastic Severe Deformation). Application au titane: le titane pur obtenu par PSD peut être utilisé, à la place de ses alliages, pour les prothèses (pas d'éléments d'alliages toxiques)

Matériaux nano-structurés: traitements de surface, réalisation de revêtements superdurs (Ni₃Al) pour des outils de coupe ou des pièces de machines (Microduretés de 35 à 55 GPa). Traitements de surface sur les bandes de roulement de roues de chemin de fer, revêtements internes de moules.

Revêtements nano-structurés super-durs : AlTiO, ZrTiNC, AlTiON, AlTiNC, TiN, TiC, TiCN, TiBCN; jusqu'à 20 μ m. Revêtement par électroplasma en solution y compris de métaux légers (Ti, Al) pour renfort et protection (Y₂O₃ sur Al semble possible).

Synthèses de nano-poudres d'oxydes par méthode plasma (ZrO₂-Y₂O₃-Al₂O₃ de 9 nm, ZrO₂, 3% Y₂O₃ de 20 nm) et de nano-fibres d'alumine (applications pour l'ultra-filtration)



Elaboration de nano-céramiques, (ZrO_2/Al_2O_3 composites) à porosité contrôlée entre 10% et 70%

Elaboration de céramiques très denses pour des outils de coupe.

13. Autres centres de qualité ayant des activités en Nanotechnologies et en Matériaux

Moscou : Université Lomonosov, Université MISIS, Université Mendéléiev, Université MIPHY, General Physics Institute (RAS) et son Fiber Optics Research Center (FORC)

Région de Moscou : Zélénograd : Société NT-MDT, Chernogolovka : Institut des Problèmes de Chimie Physique et Institut de la Technologie Microélectronique et des Matériaux de Haute Pureté, Troïtsk : Institut de Physique des Hautes Pressions, Institut de spectroscopie

Saint-Pétersbourg : Université Technologique d'Etat : Matériaux inorganiques, céramiques et vitreux, hybrides métaux/céramiques, monocristaux fibreux.

Centre Svetlana-Optoelectronics : Diodes électroluminescentes

Ekaterinbourg : Institut des Métaux, Institut d'Electrophysique

Nizhny-Novgorod : Université « Lobatchevski » : Nanostructures semi-conductrices, épitaxie d'îlots de GeSi sur monocristaux de Silicium, Nano-cristaux de Si inclus dans une matrice de silice amorphe sur Silicium (luminescence).

Appendice 3 : Valorisation de la Recherche Russe par Rosnanotech

1

Jusqu'à récemment, Rosnanotech (Russian Corporation of nanotechnology : CRNT ou russnanotekh, juillet 2007) communiquait peu sur ses activités. C'est lors du Forum économique international de Saint Pétersbourg en Juin 2011, qu'Anatoli Tchoubais, Président Directeur Général et président du conseil exécutif, s'est exprimé pour apporter plus d'éclaircissement :

C'est une société qui investit dans la nanotechnologie innovante, elle aide aussi les entreprises lors de la commercialisation.

Rosnanotech projets par catégorie

- Nanomatériaux: 44%
- les technologies de l'énergie efficace: 15%
- Produits pharmaceutiques: 17%
- Les Nano-revêtements: 10%
- Optique et électronique: 10%
- Autres: 4%

Rosnanotecha un rôle important dans différentes étapes de la R&D. Notamment, dans le secteur privé, Russe ou étrangers, si une partie de la production se fait en Russe. Elle intervient aussi dans le domaine public à travers la formation de spécialistes, des partenariats avec des investisseurs privés, le financement de projets innovants pouvant déboucher sur des start-up. En tant que capital risque, il favorise le transfert de technologie. Dans les phases d'industrialisation, il peut financer des infrastructures, des certifications et l'évaluation des risques, mais elle fournit rarement plus de la moitié de la part de l'investissement. Elle accepte en moyenne 1 dossier sur 20 candidats.

Quelques chiffres :

- Les demandes de financement: 1,967
- Les demandes approuvées: 113
- Budget total: 381,6 milliards de roubles
- Nombre de demandes présentées par les sociétés: 30
- Nombre de régions impliquées dans les projets de Rosnanotech: 30

[NIKITA DULNEV, Rosnanotech's big nanotechnology secrets revealed, *Russian Beyond the headlines*, 3 août 2011]

Rosnanotecha été fondée en Mars 2011 comme société par actions, ouverte par la réorganisation de la société d'Etat Corporation russe des nanotechnologies. Le Gouvernement de la Fédération de Russie détient 100 pour cent des actions de Rosnanotech. Anatoli Tchoubais est le directeur exécutif de Rosnanotech.

[Rosnanotech and NEARMEDIC PLUS to Create New Nanomedicine Production Facility, Rosnanotech, 17 octobre 2011]

	Unit	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. The Corporation financing of the projects on nanoindustry products manufacturing development, establishment of nanoproductions markets (investment projects)	billion rub	8	10	12	12	12	12	12	14
2. The Corporation financing of the infrastructure projects and programs in the field of nanotechnology and nanoindustry, scientific foresighting and roadmaps development, information activity, works on standardization, certification and metrological provision, nanoindustry security provision	billion rub	3	3,5	5	3,5	2	2	2	2
3. The Corporation financing of the projects in the sphere of education, science popularization, promotion of Russia's public image as one of the world nanoindustry centers	billion rub	3	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4. Investments attracted in the Corporation projects at the expense of non-budget sources	billion rub	0,5	3	6	9	11	12	14,5	18
5. Besides, investments at the expense of the Corporation activity profits	billion rub	6	5	4	3	3	4	5	6
6. Investments—total (sum of lines 1 to 5)	billion rub	20,5	24	29	29	29,5	31,5	35	41,5
7. Sales volume of Russian nanoindustry products/ including as the result of the projects implementation with participation of the Corporation	billion rub	20	80	155	240	340 / 10	470 / 50	650 / 100	900 / 300
8. Specific weight of the domestic nanoindustry products in the overall volume of nanoindustry products, realized on the world high-tech market / including as the result of the projects implementation with participation of the Corporation	%	0,07	0,25	0,45	0,80	1,35 / 0,04	1,85 / 0,2	2,4 / 0,38	3,0 / 1,0
9. Volume of nanoindustry products export / including as the result of the projects implementation with participation of the Corporation	billion rub	4	11	19	31	52 / 2	81 / 10	124 / 20	180 / 60

“Russian Corporation of Nanotechnologies” activity until the year 2015

[Business strategy of State Corporation “Russian Corporation of Nanotechnologies” until the year 2020, Rosnanotech, mai 2008]

Equipe : Leonid Melamed 1° Directeur général, M. Anatoly Tchoubais¹⁶⁴ (sept 2008) 2° DG

M. Malyshev directeur adjoint

M. Mostinsky/S. Motsinskiy directeur des relations internationales

Rosnanotech announces the incorporation of investment management company RosnanotechCapital AG, June 30, 2010

Rosnanotech announces the completion of the incorporation and registration procedure for the investment management company RosnanotechCapital AG. RosnanotechCapital AG will be involved in attracting global investors for financing promising Russian innovative projects as well as investing in existing international technologies with the aim of implementing them in Russia.

RosnanotechCapital AG is registered in Switzerland and will monitor and maintain control over the establishment and activities of funds invested in specialized innovative technologies.

¹⁶⁴ Premier vice premier ministre (1992-1996 et 1997-1998) construit le programme de privatisation. Nommé en 1998 à la tête de rao united system (ues), monopole public produisant 70% de l'électricité russe, il a mené la réforme du secteur électrique, achevé officiellement avec la disparition de rao ues le 1° juillet 2008. Actuellement chargé du développement des nano-industries en Russie.



Andreas Kazutt, a partner in the law firm “Niederer Kraft & Frey”, has been appointed as the Local Director of RosnanotechCapital AG in Zurich.

Rosnanotech is the exclusive shareholder of RosnanotechCapital AG and for the purpose of conducting consulting activities in Russia a subsidiary company called RosnanotechCapital LLC has been incorporated. RosnanotechCapital LLC is headed by Irina Rapoport.

“Our intention is to render integral support to our partners as per issues concerning gaining access to investments in Russian research activities and challenging projects,” - Irina Rapoport said. “We are already aware of global players’ interest in different research and development activities, including such areas as: alternative power-engineering, innovative materials, biotechnologies and pharmacology. We trust that we’ll be able to considerably increase the volume of foreign investments in leading Russian research and development activities as well as make our contribution to world innovative technologies transfer to Russia.”

Source: Rosnanotech(press release)

Rosnanotech Signs Investment Agreement for the SynBio Innovative Pharmaceuticals Project, 5 août 2011.

Rosnanotech, the Human Stem Cells Institute, Pharmsynthez, Cryonix, FDS Pharma LLP (United Kingdom), and private investor Dmitry Genkin have signed an investment agreement for the SynBio project. The project’s purpose is to develop innovative medicines and biobetter pharmaceuticals. Lipoxen PLC, a British pharmaceuticals developer for leaders in the global pharmaceuticals industry, and German company SymbioTec GmbH will be the principal R&D partners for the project.

The partners have established limited liability company SynBio to carry out the project, which has a total budget of 3.2 billion rubles. Of that sum, Rosnanotech will co-invest up to 1.3 billion rubles. The other founders will co-invest up to 1.9 billion rubles in the form of monetary resources, intellectual property rights, and shareholding in their own and subsidiary companies. The investment period will be four years, and the project is slated to run seven.

The SynBio project will develop and launch nine pharmaceutical products for Russian and international markets. The medicines are based on three technological platforms:

- stem cell technologies for treatment of chronic diffuse liver disease (the Gemacell platform)
- intranuclear human protein histone H1 for treatment of cancers and other diseases (the Histone platform)
- sustained-release drugs using polysialic acid-biobetters for treatment of diabetes mellitus, Alzheimer’s disease, chronic kidney disease, and other illnesses (the PolyXen[®] platform).

Biobetters resemble biotech pharmaceuticals that already exist in the market, and they differ in that they surpass the biotech preparations by certain characteristics, such as effectiveness.



All the medicines in the project are currently undergoing pre-clinical tests or clinical trials in research laboratories in Russia and Europe. All the pharmaceuticals developed within the project are expected to be sold in the Russian and international markets. Sales of SynBio's drugs in 2015 are forecasted at 700 million rubles.

"Two facilities will be established for commercial production of the innovative medicines, one each in Leningrad and Moscow oblasts," explained **Olga Shpichko**, Rosnanotech managing director. "Manufacturing will be set up jointly with our German and British partners. We regard this as a step toward entering the international pharmaceuticals market."

Artur Isaev, general director of the Human Stem Cells Institute: "It would be difficult to over-estimate the importance of today's events for us and our partners. This is the first time that a Russian company has initiated a M&A in the biotechnology sector to serve the Russian and global markets. The project intends to introduce a number of innovative drugs that will bring real progress in the treatment of socially significant diseases. Our project is an excellent example of how the government's program for innovative development of the Russian pharmaceutical sector can be implemented."

An R&D center for composite materials will be opened at Skolkovo 10/26/2011

As part of the 4th International Nanotechnology Forum, the Skolkovo fund and the Composite Holding Company signed an agreement to organize an R&D center for carbon fiber based polymer composite materials which will be located at Skolkovo. The document was signed by **Viktor Vekselberg**, president of the Skolkovo Fund and **Leonid Melamed**, president of the Composite Holding Company in the presence of **Sergei Kirenko** head of Rosatom State Corporation and Rosnanotech chairman of the board **Anatoly Chubais**.

The signed agreement established primary target parameters up to 2015 for the R&D composite materials center which will become part of Skolkovo Innovation Center. The new center will employ 25 people, including 2 foreign specialists.

The total investment planned for the R&D center until 2014 will be around 600 million rubles, including 300 million that Composite Holding Company plans to attract from the Skolkovo fund. The annual budget of the R&D center, will be approximately 200 million rubles starting from 2015.

The Composite research and development center (hereafter Composite RDC) will conduct research as part of Skolkovo's nuclear technology program supported by the Skolkovo Fund. The primary mission of the R&D center is to conduct research aimed at perfecting carbon fiber production technologies. This research will be focused on development of new methods for production of polyacrylonitrile precursors and carbon fibers, and on creation of new products made of high-test polymer composite materials. The main goal is to substantially raise the quality of Russian-manufactured carbon fiber and provide lower prices for such material. Carbon fiber is extremely light, durable, and highly weather-light and penetrating radiation resistant. These fibers are used to reinforce composite, insulation, chemo-resistant and other types of materials and as addition to various carbon plastics.



“In our program of polymer composites usage in the atomic industry products, which makes projections up to 2020, we have a separate section dedicated to scientific research in this field. We are prepared to test solutions which will be brought out by this R&D center at our production facilities, and successful ideas can be applied not only at our own facilities, but also in other branches of atomic industry.” **Sergey Kirienko** said.

Viktor Vekselberg noted: “It is gratifying, that more and more Russian companies are showing interest in finding practical forms of cooperation with the Skolkovo fund. We are already supporting creation of research structure at Skolkovo for such Russian companies as Sberbank, Information Satellite Systems named after academic Reshetnyov, and Rocket and Space Corporation “Energiya”. Working with the Composite company will make it possible to support development of Russian skills and technology in the field of composite polymer materials, which, in many ways, is significantly less developed in Russia than in the leading countries. Scientific research dedicated to perfecting technologies for the production of carbon fiber is of extreme importance; after all, this is a unique material, the material of the future. Its characteristics have tremendous potential for use in various branches of industry, which makes it possible to truly consider it as one of the materials of the 21st century. This R&D center is created in order to significantly raise the quality of Russian manufactured carbon fiber, and reach the level of skill and technological development that exists in the rest of the world.” “Until quite recently, corporate science in the field of polymer composite materials based on carbon fiber in Russia existed on an isolated basis. Using this composite materials R&D center, we plan to bring pure science, universities and business together. Our goal is to organize the process in a way that science will solve problems important to business.” Said **Leonid Melamed**.

Information. The Skolkovo Fund

The development fund for the Skolkovo center for the development and commercialization of new technologies is a nonprofit organization, created by an initiative of the president of the Russian Federation, Dmitry Medvedev, in September of 2010. The Fund’s mission is to mobilize Russia’s resources in the field of modern applied research, the creation of an encouraging environment for new developments in five significant fields of science and technology: energy and energy efficiency, space, biomedicine, nuclear and computer technology. This project involves the creation of the Skolkovo institute of Science and Technology (SIST), research institutes, a business-incubator, a center for the exchange of technology and commercialization, representative offices of foreign companies and R&D centers, living facilities and social infrastructure, as well as establishing an effective system for the distribution of Russia’s investment resources. The activities of the Skolkovo innovation center are regulated by a special law, which guarantees special economic conditions to its residents. www.i-gorod.com

The Composite Holding Company was created in order to form a market for composite materials in Russia in 2009. This vertically integrated holding company includes enterprises involved in producing highly durable and highly modular carbon fibers (JSC Argon, LLC Composite-Volokno, LLC ZUKM), fabrics based on those fibers and high quality preregs (CJSC Prepreg-SKM), which are used in the aviation industry, construction, the automotive industry, shipbuilding, etc. Among the Holding’s tasks are the creation of highly efficient, environmentally friendly production of carbon fiber and carbon fiber products on the basis of

innovative technologies for the production of continuous and discrete fibers. The CompositeHolding Company plans to occupy a leading position in the engineering, production and sale of next-generation composite materials and satisfy the demands of the aforementioned industries for domestically made next generation composite materials.

The Rosnanotechforum is a place to discuss and demonstrate innovate technology in machine building and metal processing, optical electronics and nano-electronics, solar energy and energy efficiency, medicine and biotechnology, the new branch of industry devoted to producing nano-patterned materials, and infrastructure projects.

The Forum's mission is to give participants an opportunity to discuss the primary tendencies of global scientific and technical development and key trends in the investment process in the hi-tech sphere, and encourage the practical commercialization of new projects inside Russia:

- present concepts to potential investors and partners,
- select promising investment opportunities,
- find suppliers of innovative products,
- create a network for the completion of projects,
- establish new contacts on various levels.

The international nanotechnology prize, ROSNANOPRIZE, is proudly awarded at the Forum. The Forum program includes an award ceremony for recipients of the Russian youth nanotechnology prize and the winners of the international scientific papers contest for young scientists working in the field of nanotechnology.

Rosnanotech2010 brought together more than 10 thousand participants from 50 countries. During the Business and Science and Technology programs of the Forum, more than 400 presenters spoke. These speakers include Nobel Prize winners Academic Zhores Alferov, Professor Konstantin Novoselov, provost of the Massachusetts Institute of Technology Rafael Reif, and General Director of Microsoft Steve Ballmer. The plenary session of the Forum was opened by the president of the Russian Federation, Dmitry Medvedev. Hundreds of Russian and foreign companies have presented their designs at the Forum's exhibition. More detailed information about the Rosnanotech2011 forum is available on the website: www.rusnanoforum.ru

[An R&D center for composite materials will be opened at Skolkovo, Rosnanotech, 26 octobre 2011]

2 Nanotechnology in the service of medicine, co-investisseur rosnanotech, 19 juillet 2010

Russian nuclear physicists at the "Alpha" Research and Production Facility in Dubna have developed an advanced apparatus for plasmapheresis. There is no analogous apparatus elsewhere in the world. According to the developers, the purification of blood using nanotechnology saves the lives of Russians from atherosclerosis and many other serious illnesses.



There is a need to remove toxins from blood to treat atherosclerosis. The plasmapheresis removes cholesterol and lipoproteins that forms plaques in the inner lining of the arteries. Russians use only imported equipment to follow this procedure, and it costs about 1, 000 U.S. dollars per patient. The development by the scientists in Dubna makes the treatment accessible for a large number of patients since it is several times cheaper than the foreign technology.

The Russian scientists suggested using a nano-filter for plasmapheresis. It is made out of a film similar to one which is used in the food industry. The film is placed in a cyclotron where it is subjected to the bombardments of argon atoms. Then it is placed in alkaline to create nano-holes at the places where atoms hit it. In the end, we get a punched film with 200 nanometer diameter holes. In fact, the diameter of a hole is 250 times less than that of a hair.

When blood passes through such a membrane filter, it is separated into parts, erythrocytes settle on the membrane and plasma, the basic bearer of viruses and antibodies, is removed, says an expert at the “Alpha” Centre, Yuri Prytkov.

“Plasma passes through the membrane, and blood bodies are separated and return to the patient,” says Yuri Prytkov. “The “Alpha” Research and Production Facility has started producing these apparatuses, which are quite compact. In this case, a centrifuge is not used to separate blood, and consequently the apparatus can be used also in field conditions. This is portable equipment and experts can carry it to a patient and do plasmapheresis at his home. It can be used by the military, rescuers and services for disaster medicine.”

The state-run “Rosnanotech” is the co-investor of the project that has already allocated 1.3 billion rubles or 43 million U.S. dollars to implement it. This sum will be used to build a facility to start the production of the apparatuses for cascade plasmapheresis. According to estimates, this sum will be paid off in 4-5 years. According to “Rosnanotech” the development by Dubna scientists is an example that Russia’s scientific potential is being turned onto the commercial track.

<http://english.ruvr.ru/2010/07/19/12759176.html>

3 T-Platforms Group Chosen to Manage \$6 Million Nanotechnology and Supercomputing Enablement Program, 31 st 2010

Applicants selected by a RosnanotechExpert Council will receive 75% funding for approved projects.

T-Platforms Group, a leading provider of HPC systems, software, services and solutions, was chosen by the Russian Corporation of Nanotechnologies, Rosnanotech, to lead the program management and execution for a competitive solicitation that will provide collaborative funding and development support for at least 20 nanotechnology-related computational tasks and 20 computational tasks from industrial production organizations. The industrial production tasks will be selected from specific industries targeted by this program to include engineering in areas such as shipbuilding, aerospace, automotive, oil and gas, chemistry, pharmaceuticals, energy and construction.



As part of this program, worth \$6 million over a ten-month period, T-Services, a T-Platforms Group company acting as program manager, will evaluate applicants based on criteria such as potential importance, practicality, possible ROI, and applicability to spawning commercially sound results or products. Organizations will go through a two-stage process, and those selected for this program by the Expert Council under the leadership of Rosnanotech will receive 75% of the funding of the total computational project costs. T-Platforms, another T-Platforms Group company, will provide T-Services with a dedicated cluster for this project.

The Nanotechnology and Supercomputing Enablement Program has been designed to create a supercomputing service infrastructure based on end-to-end guidance, support and professional services. This is a significant effort on behalf of the Russian government to establish a robust commercial market for supercomputer simulations – an approach that could have a significant impact on improved production and productivity for many industrial / commercial market segments.

“The vision and leadership of Rosnanotech demonstrates this country’s keen understanding of the vital importance of supercomputing and the impact scientific and engineering discovery will have on the future of this planet,” said Vsevolod Opanasenko, CEO of T-Platforms Group. “We are pleased to have been selected for this very important project and look forward to our collaboration with Rosnanotech and our other program partners as we strive to eliminate many of the barriers to widespread HPC adoption.”

T-Services will work in close collaboration with the Joint Supercomputer Center of the Russian Academy of Science, the Computational Center of Moscow State University (MSU), Vladimir University, and Tomsk University to provide needed supercomputing resources.

Evgeny Evdokimov, Managing Director of Rosnanotech, said: “This program allocates funding to help organizations developing products or technologies that are deemed important for future productivity. Advancing the use of supercomputing for modeling and simulations has been identified as a vital competitive element to advancing scientific and engineering discovery, and we are pleased to partner with T-Services on this leading edge program.”

“The Rosnanotech program is seeding the scientific discovery efforts within Russia, but more importantly, it can be seen as a potential forerunner for a new way of funding and managing large-scale HPC projects,” said Addison Snell, CEO of InterSect360 Research, a market research and consulting company dedicated to the worldwide HPC industry. “Rosnanotech recognizes HPC as the enabling technology for scientific and engineering progress, and it matches the responsibility of HPC stewardship with the expertise of T-Platforms. This takes us a step closer to HPC as a service for large-scale deployments, which could have long-term benefits for scientific and commercial productivity.”

About T-Platforms:

Established in 2002, T-Platforms Group is rapidly emerging as one of the leading global HPC companies, providing comprehensive supercomputing systems, software and services,



with customer installations consistently included on the TOP500 worldwide list of the most powerful supercomputers.

T-Platforms Group consists of T-Platforms, T-Services, T-Massive Computing, and T-Design, with locations in Hannover, Moscow, Kiev and Taipei.

About Rosnanotech:

The Russian Corporation of Nanotechnologies (Rosnanotech) was established in 2007 by the Russian government as a state corporation that co-invests in nanotechnology industry projects that have high commercial potential or social benefit.

Grand Prix of the Federal Russian Competition “Russian Innovations”, 9 juillet 2010

The Scanning Probe Microscope SOLVER NEXT – the Product of NT-MDT Co. – got the Grand Prix of the Federal Russian Competition “Russian Innovations”

The Competition “Russian Innovations” is 9 years old. It is held by authoritative Russian media holding “Expert”. The partners of the event are the main nano-organizations in the country “Rosnanotech” and “ROSATOM”. The competition is an essential part of Russian innovation and nanotechnology development program. It plays a very important role in launching and promoting new high-tech developments in Russia and worldwide. Getting publicity to nanodevelopers and producers, the event increases investing rate in nano-sector. Moreover, the competition helps to expertise new tools and ideas and to select only perspective ones. So, it raises the confidence rate to nano-sector in Russia.

The Scanning Probe Microscope SOLVER NEXT has managed to receive Grand Prix of the “Russian Innovations-2010”. Its producer NT-MDT Co. names it “the state-of-the-art company’s development”. This tool offers both atomic force (AFM) and scanning tunnelling microscopy (STM) under one hood. This enables researchers to gain the fastest time to results, excellent performance, increased accuracy, high reliability and unprecedented ease-of-use with no loss in resolution. The flexible, sleek and functional system incorporates smart software, automated head exchange, and motorized sample positioning under video monitored control. This allows for high quality images without the need for specially trained operators.

The system has closed-loop sensors to compensate for inherent piezoelectric imperfections such as scan nonlinearity, creep and hysteresis. With two additional removable heads for operating in liquid environments and nano-indentation one has the freedom to work with a variety of samples, measuring modes and conditions. The SOLVER NEXT has an advanced controller with a vast library of scripts and both Mac® and Windows® compatibilities. The result is an image-friendly operating system well-suited to large file, 3-dimensional mathematics and manipulation.

So, the tool is designed to meet a researcher’s current and future needs. This innovative device at the forefront of scientific research opens up new paths of study in different fields of nanotechnology, providing all user levels with a full range of conventional SPM measuring techniques (such as topography, phase imaging, nanolithography and more). SOLVER NEXT



provides a robust, diverse, and economic solution for universities, industrial, routine biological and pharmaceutical labs. It makes AFM and STM accessible to a broader audience, even offering a special iPhone™ applet for simple image analysis and image sharing.

Innovation Lift at Work: Rosnanotech Support Production of Anti-aging Nanocosmetics 28.10.2011

Rosnanotech is joining a project that will produce cosmetics based on double encapsulation technology. Earlier, the project attracted financing from Russian Venture Company's Seed Investment Fund. The project has a total budget of 65 million rubles. Rosnanotech will receive an 18% interest in Nanoderm-Profi, the project company.

The project will produce anti-aging cosmetics, skin cleansing agents, and professional agents for cosmetic salons. The technology underlying production was developed in Ufa, Republic of Bashkortostan, by Zhespar-Bios and the Ufa Science Centre's institutes of Biology and Biochemistry and Genetics, both affiliates of the Russian Academy of Sciences.

The cosmetics are non-toxic and highly effective, thanks to the technology of double encapsulation. The active ingredient—uronic acid—is embedded in nanoparticles of cyclodextrin of less than two nanometers. Those particles are, in turn, surrounded by a spherical capsule of beta-cyclodextrin and plant-based lipids with diameters of 80 nanometers. When the nanostructures are applied to the skin, the external capsule dissolves and the nanoparticles of cyclodextrin transport the active ingredient through the transdermal barrier to the skin's deep layers.

Project company Nanoderm-Profi is already producing and selling the first series of its nano-cosmetics. Earlier, the agent passed organoleptic, physicochemical, microbiological, clinical-laboratory, and toxicological testing by Rospotrebnadzor, Russia's Federal Service for Supervision of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. As this project develops, Nanoderm-Profi plans to expand its assortment of active components.

“The project to produce anti-aging cosmetic agents won investment from the Seed Investment Fund of Russian Venture Company at the early stage of development. Today we have signed documents for a new large round of investment with Rosnanotech. In our view, this demonstrates two important things,” said Yan Ryazantsev, director of the Department for Investment and Expertise, Russian Venture Company. “First, that cooperation among Russian institutions for development is in a healthy spot. And second, that an important element in technical entrepreneurship—innovation lift—is fulfilling the goal set for it. We are confident that Nanoderm-Profi, with the entry of Rosnanotech as an investor, will develop more rapidly and with greater success.”

“Nanocosmetics is one of Rosnanotech’s project areas where production directly serves the consumer. We are interested in ramping up the project and participating in the next stages of its development,” Rosnanotech managing director Konstantin Demetriou explained.

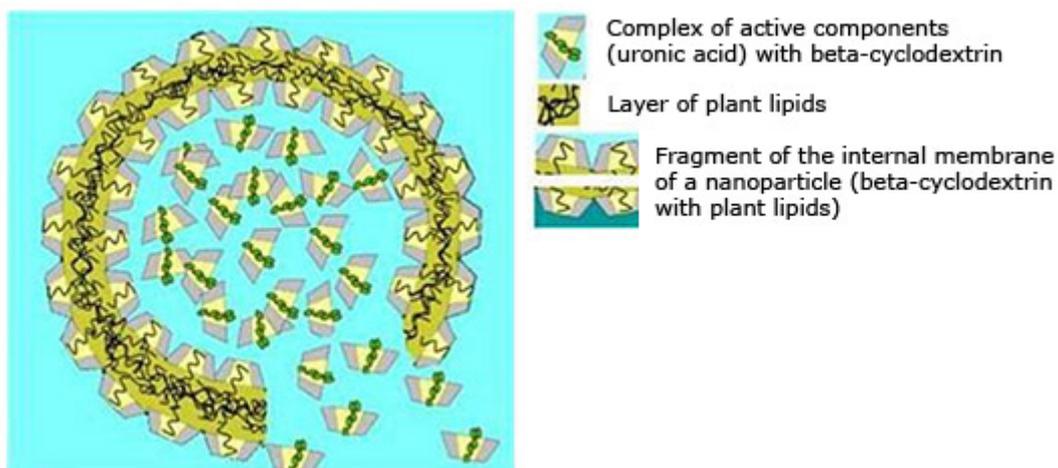


Diagram of double encapsulation of the active component of a nanoparticle of cyclodextrin and an outer cyclodextrin nanoparticle capsule with a layer of plant-based lipids

[Innovation Lift at Work: Rosnanotech Support Production of Anti-aging Nanocosmetics, Rosnanotech, 28 octobre 2011]

Appendice 4 : Russia building its own “Silicon Valley”

4 23 juin 2010

Russian president **Dmitry Medvedev** flew to California this week to drum up support for his country’s attempt to build an entrepreneurial enclave just outside Moscow.

He met with California governor **Arnold Schwarzenegger** on Tuesday, and plans to meet with the founders of Twitter, as well as Google CEO **Eric Schmidt**, before meeting US President **Barack Obama** in Washington D.C.



Over the past four months, Russia has been building it’s own version of California’s Silicon Valley, called the Skolkovo ‘innovation city.’

“I want to see how things work on Silicon Valley. We would like to create something similar in the Russian Federation – adjusted to suit our views, of course,” Medvedev said in a Wall Street Journal interview.

To reduce its economic dependence on natural resources such as oil and natural gas, Russia has been pouring its efforts into high tech development. The government created a company called Rosnanotechto invest in nanotechnology, and has been supporting regional venture funds to invest in tech companies.

Medvedev also plans to meet with representatives with Cisco Systems, **Yuri Milner**, CEO of Russian investment firm Digital Sky Technologies, and **Arkady Volozh**, CEO of Yandex, Russia’s largest search engine.



Social Times par Kenneth Musante

Appendice 5 : Moyens financiers très importants pour la R&D, les Programmes Fédéraux Ciblés

Le Programme ciblé fédéral « Recherches et Développements selon les directions prioritaires de croissance du complexe scientifique et technique russe 2007-2012 », basé sur l'ordonnance du Gouvernement de la Fédération de Russie du 6 juillet 2006, est principalement coordonné par le Ministère de l'Éducation et de la Science. Les autres organismes publics concernés sont RosNauka (Agence Fédérale pour la Science et l'Innovation), RosObrazovanie (Agence fédérale pour l'Éducation) et le MGOu (Université d'État de Moscou Lomonossov).

Il peut être présenté suivant cinq orientations thématiques prioritaires : systèmes vivants, nanotechnologies et nanomatériaux, NTIC, exploitation rationnelle des ressources naturelles et efficacité énergétique.

Le Programme se décompose en deux étapes. Entre 2007 et 2009 les efforts doivent se porter sur l'accélération de la commercialisation des technologies jugées prioritaires par le Président russe, en attirant des ressources supplémentaires. Entre 2010 et 2012, les efforts porteront sur le développement de structures et mécanismes permettant à long terme de soutenir l'innovation.

Les nanotechnologies représentent 40% des financements de R&D planifiés suivant le Programme Fédéral Ciblé pour la période 2007-2012, soit près de 1,25 G€ sur 6 ans, de manière croissante (143 M€ en 2007, puis une croissance annuelle de 25%). En outre, les recherches menées dans le domaine des nanotechnologies ne sont pas menées uniquement dans le cadre de ce programme fédéral ciblé, mais selon des demandes « hors budget », pour des travaux accomplis par les Instituts de l'Académie des Sciences d'Etat et par les établissements d'enseignement supérieur, dans le cadre de financement par devis. Ainsi, au sein du Praesidium de l'Académie, 2 programmes concernent les nanosciences, sur les matériaux et sur les équipements électroniques.

Le Programme s'est fixé un certain nombre d'objectifs prioritaires pour la R&D (2007-2012) :

- développement accéléré du potentiel scientifico-technique,
- réalisation des orientations prioritaires à travers des grands projets de commercialisation de la technologie,
- consolidation et concentration des ressources à travers une extension des mécanismes de partenariat public-privé, par exemple en stimulant les commandes de R&D provenant du secteur privé,

- incitation à l'afflux de jeunes spécialistes vers la R&D, développement des principales écoles scientifiques,
- développement de l'activité de recherche dans les universités et établissements de second cycle,
- soutien du développement des PME innovantes et leur intégration dans le système de coopération scientifique et technologique,
- développement d'une base d'organisations scientifiques concurrentielles, menant des recherches fondamentales et appliquées,
- développement des éléments efficaces de l'infrastructure du système d'innovation.

Ces objectifs qualitatifs sont assortis d'objectifs quantitatifs (sur l'ensemble de la durée du programme) :

- production supplémentaire de produits de haute technologie: 4,3 G€ pour la commercialisation des technologies développées,
- supplément d'exportation de produits de haute technologie : 1,1 G€
- attraction de moyens non-budgétaires : 1,7 G€
- augmentation des dépenses intérieures en R&D, y compris hors budget: 4,9 G€
- développement de 127 à 136 technologies concurrentielles destinées à la commercialisation,
- mise en application de 8 à 10 technologies commerciales d'avant-garde,
- mise en application de 5 à 8 technologies critiques, dans lesquelles la Fédération de Russie possèdera la primauté mondiale,
- création de 6 à 12 nouvelles organisations, fournissant une base d'équipements scientifiques de niveau mondial,
- création de 36 500 à 41 000 nouveaux postes hautement qualifiés,
- attraction de 20 000 à 23 500 jeunes spécialistes en recherche et développement,
- et l'amélioration d'une série d'indicateurs : accroissement annuel du PIB de 0,018 -0,023 points ; accroissement annuel de la part des dépenses intérieures en R&D du PIB de 0,05-0,09 points ; accroissement annuel de la part des moyens non-budgétaires dans les dépenses intérieures en R&D de 0,7-1,3 points ; accroissement annuel de la part des entreprises innovantes parmi les entreprises industrielles de 1,1-3,6 points ; accroissement annuel de la part de la production de haute technologie dans le volume de la production industrielle de 0,04 - 0,12 points ; accroissement de la proportion de chercheurs ayant moins de 39 ans de 1,8 points ; passage du coefficient d'efficacité budgétaire du Programme à 45-50%.

Le Programme a été pensé comme un compromis entre trois variantes :

- évolution : application directe de mesures et de mécanismes mis en œuvre le Programme précédent (2002-2006),



- investissement : formation de centres d'excellence et développement de la base scientifique et technique,
- partenariat : développement des mécanismes de partenariat public-privé, attraction de nouveaux investisseurs.

Le budget total (en valeur des années respectives) du Programme est de **5,6 G€** 69% sur le budget fédéral.

Les montants sont révisés annuellement.

Le Programme s'articule en cinq blocs de mesures :

- Génération du savoir,
- Développement des technologies,
- Commercialisation des technologies,
- Base institutionnelle de recherches et développement,
- Infrastructures de systèmes d'innovation.

Appendice 6 : Le programme ARCUS et le séminaire

Le Programme ARCUS en Lorraine avec le MISIS de Moscou

Le projet Lorraine/Russie s'inscrit dans le cadre d'actions de coopération scientifique lancées depuis quelques années entre des laboratoires des universités de la Région Lorraine et des laboratoires de la Fédération de Russie dans le domaine de la science des matériaux. S'ajoute une dimension thématique sur la physique des plasmas et les risques environnementaux avec une collaboration avec la Région PACA, qui accueillera le projet ITER.

Le partenaire principal russe est le MISIS (Institut des alliages et des métaux de Moscou), mais plus d'une dizaine d'autres instituts sont également très impliqués, parmi lesquels :

- Université de technologie chimique de Russie D.I. Mendeleïev (RKhTU),
- Institut de physique de l'ingénieur de Moscou (Université d'État) (MIFI),
- Institut de technique électronique de Moscou (Université technique) (MIÈT),
- Université technique d'État d'Irkoutsk (IrGTU),
- Université d'État de l'Oural A.M. Gorki (UrGU),
- Université d'État de radiotechnique de Taganrog (TGRU),
- Institut de métallurgie et de génie des matériaux A.A. Baïkov de l'ASR (IMET),
- Institut de géologie des gisements, de pétrographie, de minéralogie et de géochimie de l'ASR (IGEM),
- Institut des problèmes de mise en valeur complexe du sous-sol de l'ASR (IPKON),
- Institut de physique du solide de l'ASR (IFTT),
- Institut de mécanique des milieux continus de la branche ouralienne de l'ASR,
- Institut de recherche et d'ingénierie « Technologies d'enrichissement des matières premières minérales » (TOMS), Irkoutsk.

L'ensemble du projet disposera ainsi d'un budget total de 0.6 M€ pour 3 ans (2006-2008), répartis de la façon suivante : 0,35 M€ du MAE ; 0,25 M€ de la région Lorraine.

Le projet est divisé en cinq sous-projets, dont deux concernent les nanomatériaux :

- sous-projet n°2 « **Matériaux, surfaces, interfaces** », avec deux axes de recherche : les relations entre microstructure et performance et les traitements de surface à fonctionnalités avancées,

- sous-projet n°3 « **Nanomatériaux et nano-technologies** », avec deux axes de recherche : l'élaboration de nouveaux composites nanotubes de carbone et leur caractérisation et l'élaboration de matériaux pour l'optique et l'optoélectronique.

Ces deux actions couvrent environ huit coopérations assez actives, et susceptibles de déboucher sur des applications technologiques.

SHS ("Selfpropagating High temperature Synthesis") avec Chernogolovka

L'Institut de Macrocinétique structurale (ISMAN) de Chernogolovka (ASR) a récemment démarré de fortes collaborations avec la France (Dijon, Nancy, Montpellier, Poitiers, Limoges, Villetaneuse, qui formaient un GDR « Autocombustion » jusqu'en 2004) sur le procédé SHS (*"Selfpropagating High temperature Synthesis"*) qui permet de fabriquer des matériaux originaux et dont les Russes ont une excellente maîtrise. La complémentarité avec la partie française réside dans ses capacités de caractérisation et d'utilisation de ces matériaux. Les applications industrielles sont nombreuses (réfractaires, dépôts durcissants, matériaux ultradurs, boucliers thermiques, etc.). Ces différentes collaborations, soutenues par l'Ambassade de France, ont fait l'objet dans un premier temps d'une demande de Programme International PICS auprès du CNRS, avec l'objectif de réaliser à terme un laboratoire commun « sans murs » avec Dijon, où se tiendra en 2007 un symposium international sur les SHS.

La mise en place d'un séminaire annuel à vocation exploratoire

Le SSTE, en liaison avec le Ministère de l'Éducation et de la Science de Russie a organisé en 2004 un premier « Séminaire Franco-Russe en Nanotechnologies » d'un niveau remarquable, avec plus de vingt participants français et destiné à établir des partenariats concrets ou à lier des "binômes" de recherches technologiques franco-russe. L'Institut de Cristallographie "Shubnikov" (ASR) a joué un rôle important pour ce 1er Séminaire en coordonnant avec l'Ambassade son organisation et en accueillant les délégués du séminaire bilatéral. Deux autres séminaires ont suivi, respectivement à Lille (2005, coordonné par l'IEMN) et à Saint-Pétersbourg (2006, coordonné par l'Institut Ioffe), autour de trois thèmes identifiés conjointement : **spintronique, nanotubes de carbones et ondes TéraHertz**. Pour 2007, un nouvel axe sur la **photonique** devrait être développé lors du séminaire qui se tiendra à Grenoble.

VI. Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ADN	Acide DesoxyriboNucléique
ANVAR	Agence National de Valorisation de la Recherche
ARCUS	Action en région de coopération Universitaire et scientifique
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CNES	Centre national d'études spatiales
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CNUCED	Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement
CRE	Centres de Recherche d'Etat
CRNT	Russian Corporation of nanotechnologie (Rosnano)
CTI	Centres Technologiques d'Innovation
CTT	Centres de Transfert Technologiques
DIRD	Dépense Intérieure de Recherche et Développement
EHS	Environmental, Health, Safety
FASIE	Fonds de Soutien aux Petites Entreprises Innovantes
FASI	Agence Fédérale pour la Science et Innovation
FP	Framework Program (=PCRDT)
FR2F	Fondation Russe pour la Recherche Fondamentale (=RRFI)
FSB	Service Fédéral de sécurité de la Fédération de Russie
Ifremer	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
INRA	Institut National de la recherche Agronomique
IN2P3	Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules
ITEP	Institute of Theoretical and Experimental Physics
JINR	Joint Institute for Nuclear Research
KGB	Komitet Gossoudarstvennoï Bezopasnosti (organe d'espionnage et contre-espionnage soviétique)
km ²	Kilomètre carré
M	Millions
Md	Milliards

MES	Ministère de l'Education et des Sciences
MISIS	Institut National de Science et Technologie
nbr	nombre
nm	nanomètre
OCDE	Organisation de Coopération et Développement Economique
R&D	Recherche et Développement
RFBR	Fondation Russe pour la Recherche Fondamentale
RTTN	Russie Technology Transfer Network
PCR	Polymerase Chain Reaction
PCRDT	Programme Cadre pour la Recherche et le Développement Technologique
PDG	Président Directeur Général
PIB	Produit Intérieur Brut
PME	Petites et Moyennes Entreprises
ppa	Parité de pouvoir d'achat
UE	Union Européenne
UMR	Unité Mixte de Recherche
URSS	Union des républiques sociales soviétiques
ZES	Zones Economiques Spéciales
%	Pourcent
€	Euros
\$	Dollars

Bibliographie

Les documents sont classés dans deux bibliographies :

- Une **bibliographie conventionnelle** contenant les sous chapitres : ouvrage, rapport, article, note de synthèse, thèse, Workshop, vidéo.
- Une **bibliographie thématique** qui reprend les documents cités dans la bibliographie conventionnelle afin de les présenter en deux thèmes généraux :
 - Documents classées par pays
 - Documents rappelant l'apport des nanotechnologies dans les dernières innovations. Si les publications présentent des applications civiles, elles ont été sélectionnées pour leur dualité.

Tous les documents cités ci-dessous seront fournis sur CD-Rom et classés par dossier : ouvrage, rapport, article, note de synthèse, thèse, Workshop, vidéo.

Bibliographie conventionnel

Ouvrage

MIHAIL C. ROCO, *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020*, Spinger, octobre 2010.

JOHN CUPPOLETTI, *Nanocomposites and polymers with analytical methods*, InTech, Croatia, juillet 2011.

Rapport

Enjeux croisés de sécurité, de défense et de responsabilité internationale dans le domaine des technologies convergentes de type NBIC, Tome I : Eléments de synthèse – Premières recommandations, CGARM/EG/AE, Patrice Cardot et Bertrand De Montluc, Paris, septembre 2009.

Enjeux croisés de sécurité, de défense et de responsabilité internationale dans le domaine des technologies convergentes de type NBIC, Tome II : Eléments d'analyse, CGARM/EG/AE, Patrice Cardot, Bertrand De Montluc, Paris, septembre 2009.

A Review of Selected Nanotechnology Topics and Their Potential Military Applications, DSTO Systems Sciences Laboratory, Jun Wang and Peter Dortmans, Australie, janvier 2004.

Nanotechnology : national strategy for Israel, The nanotechnology committee, septembre 2002.

Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s, Foresight Horizon Scanning Centre, Government Office for Science, Angleterre, 2010.

Nanotechnology: a UK Industry View, Mini Innovation & Growth Team, Angleterre, 2010.

Five Steps to Save America's Defense Industrial Base, James Jay Carafano, WebMem No. 3286, juin 2011.

Bionanotechnology and Iran, Margaret E. Kosal and Nikita Basandra, Georgia Institute of technology, DRAFT.

Nanotechnology and U.S. Competitiveness: Issues and Options, John F. Sargent, Congressional research service, mai 2008.

National nanotechnology initiative: Leading to the Next Industrial Revolution, Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology Committee on Technology National Science and Technology Council, Washington D.C., février 2000.

National security strategy, Seal of the president of the United States, mai 2010.

Quadrennial defense review Report, Washington D.C., février 2010.

The impact of nanotechnology energetics on the Departement of Defense by 2035, Ancel B. Yarbrough, Air University, février 2010.

Wordwide emerging environmental issues affecting the U.S. military, The Millennium Project, février 2011.

Mapping the global future, National intelligence council's 2020 project, Washington D.C., décembre 2004.

Global Trends 2025: A Transformed World, National intelligence council, novembre 2008.

New world coming :American security in the 21ST century, The United States Commission on National Security/21st Century, septembre 1999.

Market Report Catalog Energy, Global Information, juillet 2011.

Nanotechnologies : prospective sur la menace et les opportunités au service du combattant, ALCIMED – CEA, Ministère de la Défense/DAS, avril 2004.

Study on the industrial implications in Europe of the blurring of dividing lines between security and defense, IRIS, Istituto Affari Internazionali, juin 2010.

Future Technologies, Today's Choices Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies, Alexander Huw Arnall, Greenpeace Environmental Trust, juillet 2003.

The US reponse to China's ASAT Test an international security space alliance for the future, Antony J. Mastalir, Air University Air Force Research Institute, août 2009.

Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology, Jürgen Altmann and Mark A. Gubrud, Institut für Experimentalphysik, Universität Dortmund, 2004.

Nanotechnology: A Policy Primer, John F. Sargent, Congressional research service, janvier 2011.

Politique et Objectifs Scientifiques, Edition 2010, Orientations 2011-2012.

Global funding of nanotechnologies and ITS impacts, Tim Harper, Cientifica, Londres, juillet 2011.



L'avenir des nanotechnologies en Israël, Ambassade de France en Israël, Service de Coopération et d'Action Culturelle, mai 2003.

La R&D israélienne dans les nanotechnologies, Pierre-André L'Hôte, Ambassade de France en Israël, Mission pour la Science et la Technologie, septembre 2004.

Les NanoSciences et NanoTechnologies en Inde, M. Erwan Robic, Ambassade de France en Inde, Service de Coopération et d'Action Culturelle, New Delhi, avril 2005.

Le secteur des nanotechnologies en Israël, Céline Reverseau, Ambassade de France en Israël, Service de Coopération et d'Action Culturelle, août 2005.

La Politique Fédérale de R&D en Nanotechnologies aux Etats Unis, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la science et la technologie, septembre 2005.

Les nanotechnologies en Allemagne, Domaines des nanomatériaux et de la nanoélectronique, Ambassade de France en Allemagne, Service pour la Science et la Technologie, octobre 2005.

Sciences Physiques, Nanoscience, Microelectronique, Matériau, Michel Israël, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la Science et la Technologie, N°23, novembre 2005.

Premier rapport gouvernemental sur les risques liés aux nanoparticules, René David, Ambassade de France au Royaume-Uni, Service Science et Technologie, février 2006.

Les Nanotechnologies, Analyse comparative de l'état actuel des efforts institutionnels en Allemagne, en Europe et dans le reste du monde, Ambassade de France en Allemagne, Service pour la science et la technologie, Berlin, avril 2006.

La nanophotonique aux Etats-Unis, Michel Israel, Sciences Physiques Etats Unis, février 2007.

Nanosciences et nanotechnologies : bilan d'étape des actions du gouvernement britannique, René David, Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science et Technologie, avril 2007.

Nanotechnologie et cancer : le plan du national cancer institute, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la Science et la Technologie, juillet 2006.

Dix ans de Nanotechnologies aux Etats-Unis – Histoire, bilan et perspectives du programme National Nanotechnology Initiative, Vincent Reillon, Ambassade de France à Washington, Mission pour la Science et la Technologie, avril 2011.

Extrait de l'étude « Positionnement du CEA dans le domaine des Technologies de Traitement de Surface », Kris LEBLANCS et Yukiko FUJIMOTO, CEA, Direction de l'Energie Nucléaire / Direction Transverse Matériaux, Bureau d'études Marketing, juin 2008.

MicroNanoGraphics New Data Preparation & Design for Manufacturing platform for nano scale 32, 22, 16nm...nodes, Market survey, CEA, Technology Transfer Office, avril 2009.

Etude Marketing Institut Eiffel, Sylvie JOLY, CEA/CEM, juin 2007.

Les nanotechnologies, Capitaine Yves-Marie Giraud, 18 sciences.

Enjeux et Perspectives Economiques des Nano-Matériaux, Gilles Le Marois DiGITI, janvier 2004.

Décret n° [] du [] relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire mises sur le marché (progés), Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, décembre 2010.

UK Nanotechnologies Strategy: Small Technologies, Great Opportunities, UK nanotechnologies Strategy, mars 2010.

Nanotechnology innovation opportunities for tomorrow's defence, TNO Science & Industry, Frank Simonis & Steven Schilthuisen, mars 2006.

Evolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies, Tome I, M. Claude SAUNIER, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, janvier 2003.

Evolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies, Tome I, M. Claude SAUNIER, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, avril 2003.

Tenth Nanoforum Report: Nanotechnology and Civil Security, Mark Morrison, nanoforum, juin 2007.

Plan stratégique de recherche et technologie de défense et de sécurité, DGA, 2009.

EU nanotechnology R&D in the field of health and environmental impact of nanoparticles, Pilar Aguar and José Juan Murcia Nicolás European Commission, Research DG, janvier 2008.

Small sizes that matter: Opportunities and risks of Nanotechnologies, Allianz AG, Christoph Lauterwasser, OECD International Futures Programme.

Les nanotechnologies, Avis du Conseil économique et social, M. Alain Obadia, juillet 2008.

Evaluation de l'industrie des semi-conducteurs, Louis Mexandeau, Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, 1990.

Evaluation du secteur des semi-conducteurs et de la micro-électronique, Charles Descours, Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, 1995.

L'armement du futur : pression sur la recherche présence militaire dans le secteur des nanotechnologies, Antonin Reigneaud, Observatoire des transferts d'armements, Lyon, juin 2006.

Nanotechnology Conquers Markets German Innovation Initiative for Nanotechnology, Volker Rieke Dr. Gerd Bachmann, Federal Ministry of education and research, Berlin, 2004.

Israel Nanotechnology Survey, d&a hi-tech information, 2005.

Business strategy of State Corporation "Russian Corporation of Nanotechnologies" until the year 2020, Rusnano, mai 2008.

Report of the Nanotechnology Strategy Group, Engineering Physical sciences Research Council, Angleterre, octobre 2006.

The Initiative and its Implementation Plan, National Science and Technology Council, Washington D.C., Juillet 2000.

An overview for recent developments in nanotechnology, M. Meyyappan, Center for Nanotechnology NASA Ames Research Center Moffett Field.



Nano air vehicules a technology forecast, William A. Davis, Center for Strategy and Technology Air War College, avril 2007.

Nanotechnology Innovation for Chemical, Biological, Radiological, and Explosive (CBRE): Detection and Protection, Grand Challenge Workshop Series, novembre 2002.

Accuracy of Data on Federally Funded Environmental, Health, and Safety Research Could Be Improved, Robert A. Robinson, Government Accountability Office, Etats-Unies, avril 2008.

Nanomaterials Are Widely Used in Commerce, but EPA Faces Challenges in Regulating Risk, Government Accountability Office, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate, mai 2010.

Funding Opportunities Through the Department of Defense: Current Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) Initiatives, Carr and Ferrell, juin 2009.

DARPA's Potential Space Weapons Programs, Victoria Samson, Center for Defense Information, 2008.

Defense Nanotechnology Research and Development Programs, Department of Defense, mai 2005.

Defense Nanotechnology Research and Development Program, Department of Defense, avril 2007.

Defense Nanotechnology Research and Development Program, Department of Defense, décembre 2009.

Symetry, space, stars and C60, Harold W. Kroto, Angleterre, décembre 1996.

Nano and BioTechnology Research at NASA Ames, M. Meyyappan and Harry Partridge, NASA Ames Research Center, Moffett Field, février 2006.

The National Nanotechnology Initiative, Strategic Plan, National science and technology council, Etats-Unies, décembre 2007.

Direct laser writing of micro-supercapacitors on hydrated graphite oxide films, Wei Gao and Neelam Singh, Nature Nanotechnology, 2011.

To ensure the development and responsible stewardship of nanotechnology, In the House of representatives, AUGUST 1, Authenticated U.S. government information, 2011.

Ultra-portable explosives sensor based on a CMOS fluorescence lifetime analysis micro-system, Yue Wang and Bruce R. Rae, American Institute of Physics, juillet 2011.

Nanomaterials, European Commission.

Environemental, health, and safety reaseach strategy, National Nanotechnology initiative, octobre 2011.

Military Uses of Nanotechnology : Trends in Investments,Expected Outcomes and Potential Impacts on Arms Control Regimes, World Politics Background Papers, Defense peace our priority, Alain De Neve, april 2009.

Sure Bet or Scientometric Mirage? An Assessment of Chinese Progress in Nanotechnology, United Nations University - Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, Can Huang and Yilin Wu, 2010.

Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, Annual report to congress, Office of the Secretary of Defense, U.S.A., 2011.

Military Uses of Nanotechnology and Converging Technologies: Trends and Future Impacts, Focus Paper 8, Royal High Institute for Defence, Center for Security and Defence Studies, Belgique, Alain de Neve.

SCENARIO #1: Secret Military Development, CRN Scenario Working Group, Center for Responsible Nanotechnology, 2007.

China's Program for Science and Technology Modernization: Implications for American Competitiveness, U.S.-China economic and security review commission, CENTRA Technology, Inc, Micah Springut, Stephen Schlaikjer, janvier 2011.

Next generation nanotechnology assembly fabrication methods : a trend forecast, Occasional Paper No. 64, Center for Strategy and Technology Air War College Vincent T. Jovene Jr, Lt Col, USAF, janvier 2008.

State of the Art Reviews and Related Papers, European Communities, juin 2004.

A Look Inside Nanotechnology, AMPTIAC Newsletter, Volume 6, Number 1.

L'environnement de la sécurité future 2008-2030, Partie 1 : Tendances actuelles et émergentes, Défense nationale du Canada, janvier 2009.

On India's plunge in Nanotechnology : What are good ways to catch-up?, Shyama V.Ramani, Nupur Chowdhury, juillet 2010.

Où sont? Où vont les scientifiques russes? Ressources humaines et politique de la recherche en Russie, ifri, Irina Dezhina, Paris, Juin 2005.

Russian Nanotechnology R&D: Thinking big about small scale science, FOI Swedish Defence Research Agency, Fredrik West erlund, juin 2011.

Review of international nanotechnology developments and policy concerns, Manish Anand, Project Report No. 2006ST21:D1, The Energy and Resources Institute (TERI), New Delhi, 2009.

Research Programs on Nanotechnology in the World (Americas, Asia/Pacific, and Europe), Chapitre 8, M.C. Roco, National Science Foundation.

Nanotechnology and the Millennium Development Goals: Water, Energy, and Agri-food, SPRING 2012 WOPR PAPER, Susan Cozzens, U.S. National Science Foundation.

Asia Nano Forum NEWSLETTER (Issue No. 11), Hongfang JIN, ANF Secretariat, Singapore, October 2010.

Brazilian Scientists Embrace Nanotechnologies, Invernizzi, Noela, RELANS, 2007.

Environmental, Health, and Safety Research Needs for Engineered Nanoscale Materials, NNI, National science and technology council, septembre 2006.

Report to the president and congress on the third Assessment of the National Nanotechnology Initiative, President's Council of Advisors on Science and Technology PCAST, 12 mars 2010.

Nano Air Vehicles, a Technology Forecast, William A. Davis, Major, USAF, Center for Strategy and Technology, Air War College, avril 2007.

National Nanotechnology Investment in the FY 2010 Budget, M. C. Roco, American Society of Mechanical Engineers.

Israel's technology sector, Report Prepared by the Federal Research Division, Library of Congress, Washington D.C., novembre 2008.

L'innovation dans les entreprises moteurs, moyens et enjeux, DGCIS Analyses, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mai 2011.

Bulletin économique Chine, Publications des Services économiques, Trésor D G, N°41 novembre 2011.

Vers une stratégie Européenne en faveur des nanotechnologies, Philippe BUSQUIN, Communication sur la nanotechnologie, ISBN 92-894-0747-6, © Communautés européennes, 2004.

Etat de l'art en nanosciences et nanotechnologies à Singapour, Section scientifique de l'Ambassade de France à Singapour, octobre 2010.

Status of the Nano-technology and Applications in Taiwan, Department of Investment Services, MOEA, 2012.

International Nanotechnology Policy and Regulation, case study India, Nico Jaspers, The London school of economics and political science, 21 juin 2010.

Recherche et Technologie en Corée du Sud, Section scientifique de l'Ambassade de France, septembre 2009.

Clusters mondiaux, Regards croisés sur la théorie et la réalité des clusters. Identification et cartographies des principaux clusters internationaux, Arnaud Largier, IAURIF, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, janvier 2008.

Nanotechnology and the Millennium Development Goals : Water, Energy, and Agri-food, Susan Cozzens, U.S. National Science Foundation, Center for Nanotechnology and Society at Arizona State, University under Grant No. 0531194, 10 juin 2010.

Korean Experience in Nanotechnology Industrialization, Hanjo Lim, Ajou University, Suwon 443-749, Korea, janvier 2010.

South Korea Major Business Sectors, Okjeong Monica Baik, Ref.: 22082011, OSEC + Business Network Switzerland, 22 août 2011.

Annual report to congress, Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2011, Office of the Secretary of Defense, 2011.

Science et technologie au Royaume-Uni, nanotechnologie et alimentation, Ambassade de France au Royaume-Uni, août 2010.

Article

New £18 million investment will support innovation and growth in key technologies, Technology strategy board, Angleterre, 1 Avril 2011.

20million pound funding to turn research into commercial enterprises - Funding announced for two new research centres, Swansea University, octobre 2010.

\$50 million for nanotechnology research and development, Empirestatenews, 20 juin 2011.



ECHA Preparing Nano Inventory from REACH and CLP Submissions, Brussels News Update, juin 2011.

SARAH HOULTON, *EU ministers call for nanomaterial ban*, Royal Society of Chemistry, 14 juin 2010.

New diagnostic tool uses nanotechnology to help improve the fitness of the country's top athletes, UK Sport, 13 décembre 2010. 20 décembre 2010.

VINCENT SMENTKOWSKI, *Nano detector for deadly anthrax*, Inderscience Publishers, 6 juillet 2011.

Identifying small quantities of hazardous material with StreetLab Mobile, Chemistry & Chemical Engineering, Global Research, 10 janvier 2011.

Flexible, Printable Sensors Detect Underwater Hazards, Doug Ramsey, UC SanDiego news center, 7 juillet 2011.

MIKE RODEWALD, *Energy-Storage Capacity Of Ancient Microorganism Could Lead To Power Source For Synthetic Cells*, UCLA news room, 15 juillet 2011.

LISA MADELON CAMPBELL, *Nanotechnology and the United States National Plan for Research and Development In Support of Critical Infrastructure Protection*, Canadian Journal of Law and Technology.

JOHN L. PETERSEN AND DENNIS M. EGAN, *Small Security: Nanotechnology and Future Defense*, Center for Technology and National Security Policy National Defense University, mars 2002.

RICHARD JONES, *Why has the UK given up on nanotechnology?*, Soft Machines, 17 juillet 2011.

ALEXANDRA OZORIO DE ALMEIDA, *"Responses to questionnaire on nanotechnology; Brazil"*, Science & Technology Officer, British Consulate-General São Paulo, 22 septembre 2004.

SAM SHU HUI, *A*STAR Musters Global Leaders and Local Stakeholders of Automotive Industry in R&D Consortium for Next-Generation Vehicles*, Agence for Science, Technologie and Research, 2011.

Nanostart subsidiary MagForce Nanotechnologies AG announces establishment of NanoTherm therapy treatment center at Charité-Universitätsmedizin Berlin, Nanostart AG, Berlin, 8 juillet 2011.

ANDREW MAYNARD, *Nanotechnology – has the UK dropped the nano-ball?*, 2020 science (blog), 8 juillet 2011.

Dr. AMIT LAL, *DARPA Tech, DARPA's 25th Systems and Technology Symposium*, California, 7 août 2007.

JAN WALKER, *DARPA Nano air vehicle program*, Defense Advanced Research Projects Agency, Arlington, décembre 2008.

ROBERT LEE, *Scientists Design Nano-Sized Drug Transporter to Fight Disease*, ScienceDaily, 26 juillet 2011.

Graphene Nanocomposite a Bridge to Better Batteries, ScienceDaily, 27 juillet 2011.

DAVID L. CHANDLER, *Research update: Improving batteries' energy storage, New method allows a dramatic boost in capacity for a given weight*, MIT news, 25 juillet 2011

MEGAN FELLMAN, *Nanostructure Promotes Growth of New Blood Vessels, Mimics Natural Protein*, McCormick News Article, 1 août 2011.

ANDREAS STAMPFL, *Artificial nanoparticles influence the heart rate*, Technische Universität Munchen, 1 août 2011.

WHITNEY HOLMES, *UT Research Inspires Robotics Design for Medicine and Military*, The University of Tennessee Knoxville, 2 août 2011.

TIM DEAN, *Vaxxas gets \$15m injection to develop needle-free vaccine*, Australian Life Scientist, 2 août 2011.

CAROLINE PERRY, *Watermark Ink device identifies unknown liquids instantly*, 3 août 2011.

ABIGAIL KLEIN LEICHMAN, *Israeli-Arab Scientist Develops Artificial Nose for Detecting Cancer and Kidney Disease*, Israel21c, 29 mai 2011.

NIKITA DULNEV, *Rusnano's big nanotechnology secrets revealed, Russian Beyond the headlines*, 3 août 2011.

JILL COLVIN, *Scientist Wants to Bring Nanotechnology to Garment District*, DNAinfo, 2 août 2011.

PRANAV KULKARNI, *Nanotech centre at DIAT by year-end*, Indian presse, 5 août 2011.

DAVID SALISBURY, *Designing diamond circuits for extreme environments*, Vanderbilt University, 4 août 2011.

JENNIFER CHU, *Tiny stamps for tiny sensors*, MIT News, 19 octobre 2011.

Brazil and China to set up nanotechnology centre in Sao Paulo, Macauhub, 4 août 2011.

ERCI SMALLEY, *Viagra patch gets lift from nanotech*, CNET News, 29 juillet 2011.

Nanoscale Secret to Stronger Alloys: Scientists Find Nanoparticle Size Is Readily Controlled to Make Stronger Aluminum Alloys, Science daily, 7 août, 2011.

A New Line of Defense Against Sexual Assault, Tel Aviv University, 9 août 2011.

RUSNANO Signs Investment Agreement for the SynBio Innovative Pharmaceuticals Project, Rusnano, 5 août 2011.

RUSNANO and VNIINM Launch Project to Produce High-Strength and High-Conductivity Wires, Rusnano, 9 août 2011.

Sun-free photovoltaics, Nancy W. Stauffer, MITEI, 28 juillet 2011.

Tattoo you: the stick-on medical revolution, the conversation BETA, 12 août 2011.

Spray-on solar panels developed at U of A, CBC News, 12 août 2011.

New nanostructured glass for imaging and recording, University of Southampton, 15 août 2011.

Nano bundles pack a powerful punch, David Ruth, Rice Unconventional Wisdom, 22 août 2011.



KATHERINE BOURZAC, *Power-Scavenging Batteries*, *Technology review published by MIT*, 25 août 2011.

LAUREN GRAVITZ, *The Petri Dish Gets a Makeover*, *Technology review published by MIT*, 23 août 2011.

ARTURAS VAILIONIS, *Researchers discover superdense aluminium* *Swinburn University of technology*, 24 août 2004.

RUSNANO and Celtic Pharma Holdings (Great Britain) *Establish International Pharmaceutical Company Pro Bono Bio*, Rusnano, 12 septembre 2011.

ALAIN PEREZ, *Les nanotechnologies, superstars contestées*, *Les échos*, 3 octobre 2011.

ERIC BESSON, *Eric BESSON appelle la Commission européenne à miser sur les « technologies clés génériques » pour renforcer la compétitivité à long terme de l'industrie française et européenne*, *Communiqué de presse*, 12 juillet 2011.

GRAINNE ROTHERY, *New Tyndall nanosensor up to 1,000 times more sensitive*, *Business and leadership*, 12 septembre 2011.

ZHONG LIN WANG, *Cancer detection from an implantable, flexible LED*, *Nano Energy Elsevier Journal*, 16 septembre 2011.

JOHN TOON, *Controlling silicon evaporation improves quality of graphene*, *Georgia Institute of Technology*, 22 septembre 2011.

MRUDUL BOSE, *Nanotechnology creates new business opportunities in India*, *Commodityonline*, 23 septembre 2011.

A faster, cheaper method for making transistors and chips, *Newsmedia.com*, 26 septembre 2011.

CHAD BOUTIN, *NIST Polishes Method for Creating Tiny Diamond Machines*, *NIST*, 27 septembre 2011.

NASA Ames Scientist Develops Cell Phone Chemical Sensor, *NASA*, 30 septembre 2009.

MARK DWORTZAN, *Boston University Wins \$5M Grant to Develop Point-of-Care Viral Diagnostic Chip*, *Electronical and computer engineering*, 3 octobre 2011.

COMMISSION RECOMMENDATION of XXX on the definition of nanomaterial (draft), *European commission*, Brussels, 18 octobre 2011.

VIJAY K.VARADAN, *An EKG in Your Underwear*, *Mechanical Engineering Magazine Online*, octobre 2011.

RUSNANO and NEARMEDIC PLUS to Create New Nanomedicine Production Facility, *RUSNANO*, 17 octobre 2011.

Scientists in Singapore and Europe to collaborate, *A*STAR*, 13 octobre 2011.

MONIKA LANDGRAF, *Fluoride Shuttle Increases Storage Capacity*, *Karlsruhe institute of technology*, 19 octobre 2011.

GREGOR VON KURSELL, *EADS and RUSNANO to join forces in the Nanotechnology field*, *EADS*, 27 octobre 2011.

RACHAEL WILSON, *Air-purifying church windows early nanotechnology*, QUT media officer, 21 août 2008.

DARLEEN HARTLEY, *Silicon Valleys Popping Up Here, There, Everywhere*, Bright Side Of News*, 5 octobre 2011.

ROBERT WEATHERUP, *Golden touch makes low-temperature graphene production a reality*, University of Cambridge, octobre 2011.

MARK PRYOR, *Pryor: Arkansas Facility Ideal Candidate for Nanotechnology Studies*, United States senator for Arkansas, 6 octobre 2011.

RUSNANO and Daewoo Sign Memorandum of Understanding, Rusnano, 27 octobre 2011.

RUSNANO and UralPlastic-N launched a factory for production of flexible polymer packaging, modified with self-produced nanocompo, Rusnano, 1 novembre 2011.

An R&D center for composite materials will be opened at Skolkovo, Rusnano, 26 octobre 2011.

China announces science funding program, United Press International, 2 septembre 2011.

Paper-based wireless sensor could help detect explosive devices, Georgia Institute of Technology, 26 octobre 2011.

Researchers Ink Nanostructures With Tiny 'Soldering Iron', ScienceDaily, 7 Novembre 2011.

NASA Develops Super-Black Material That Absorbs Light Across Multiple Wavelength Bands, Goddard Release No. 11-070, 11 août 2011.

Innovation Lift at Work: RUSNANO to Support Production of Anti-aging Nanocosmetics, RUSNANO, 28 octobre 2011.

Hand-held drug testing prototype launched, Univeristy of East Anglia, United Kingdom, 10 novembre 2011.

KATIE DRUMMOND, *Darpa: Do Away With Antibiotics, Then Destroy All Pathogens*, Danger Room, 21 novembre 2011.

JOE KULLMAN, *Engineers aim to make technology work better in extreme environs*, Arizona State University, 15 novembre 2011.

United States Department of Defense Taps Nanocomp Technologies as Nanomanufacturing Partner, Business wire, 16 novembre 2011.

Russia, Korea and Singapore Announce Launch of the Asia Nanotechnology Fund, Rusnano, 16 juin 2011.

FIONA BREWER, *NanoKTN Announces Success of UK Nanotechnology Mission to Russia*, Institute of nanotechnology, 2010.

Crocus Technology Strikes \$300 Million Financing Deal with RUSNANO to Build Advanced MRAM Manufacturing Facility in Russia, Crocus technology, 17 mai 2011.

RUSNANO Finalizes Investment in Plastic Logic: \$700 Million Total Investment Project Will Include Building World's Largest Commercial Plastic Electronics Factory in Zelenograd, Rusnano, 18 janvier 2011.

- US Venture Capitalists Discover Nanotechnology in Russia*, Nanowerk News, 24 avril 2010.
- Finland and Russia to cooperate in nanotechnology investment*, industry investment, 27 mai 2010.
- Nanotechnology helps UK athletes reach peak performance*, Nanowerk News, 9 décembre 2010.
- VIVEK RAGHUVANSHI, *Indian Defense Budgets Shift Focus*, Defense News, 20 septembre 2010.
- DFI implements first industrial nano coating system in Brazil*, WORLDWIDE CORPORATE OFFICES- USA, 7 juillet 2008.
- ALAIN DE NEVE, *Panoramas des programmes et investissements en faveur des nanotechnologies*, Agora vox, 20 octobre 2009.
- JIM WANG, *Le développement de la nanotechnologie en Chine*, association China Nanotech.
- Boom des nanotechnologies en Chine*, contrepoints, 13 janvier 2011.
- ZOE LOMBARD, *Bilan du XIème plan quinquennal en matière de nanosciences, la Chine développe son propre dispositif de standardisation de nano-objet*, BE Chine, 28 janvier 2011.
- Accord entre Russie et Chine sur nanotechnologies, les biotechnologies ou les TIC*, French innovation, 15 octobre 2011.
- China Accomplishes International Evaluation on Science Funding and Management Performance*, SCIENCE FOUNDATION IN CHINA, IOPscience, 27 avril 2012.
- Indonesia nanotechnology current status*, Asian Pacific nanotech weekly, Vol. 3, article #41, 2005.
- CECILIA JAMASMIE, *\$8.4 billion rare earth deposit discovered in Brazil*, Mining, 9 avril 2012. Article
- PRIYA SHETTY, *Nanotechnologies pour la santé : Faits et chiffres*, ScidevNet, Réseau Sciences et Développement, 24 novembre 2010.
- China & Brazil To Set Up Joint Nanotechnology hub in Sao Paulo*, Asian scientist newsroom, 6 août 2011.
- Brazil: Embrapa opens virtual lab in South Korea to act in China and Japan*, macauhub, 21 novembre 2008.
- 1st Brazil-Portugal International Cooperation in Nanotechnology Workshop*, UMIC, Ministry of education and science, 17 juillet 2010.
- Costa Rica & Brazil Cooperate in Nanotechnology & Aerospace Engineering*, MICITI, Ministerio de ciencia y tecnologia, 23 novembre 2010.
- PETER MARSH, *Nano-tech company pushes for public cash*, Financial times, 3 juillet 2011.
- ARNOLD BLACK, *ES KTN secures funding for Renewable Energy Mission to Israel*, 7 Septembre 2010.

LUCY STONE, *UK and Korea stand together for the future of science*, STFC Rutherford Appleton Laboratory, 27 octobre 2010.

5 DEL STARK, *UK Nanotechnology SMEs take to Japan for business*, Institute of Nanotechnology, 22 février 2011.

Novel Technologies for Complex Weapons, Ministry of Defence dstl, 27 janvier 2011.

TOBY GILL, *Novel technologies for complex weapons*, 6 janvier 2011.

V. REILLON, *Les nanotechnologies pourraient assurer un séquençage de l'ADN rapide et économique*, BE Etats-Unis 217, septembre 2010.

DAVID HWANG, *Ranking the nations on Nanotech*, Lux Research, 27 août 2010.

ZOE LOMBARD, *Bilan du XIème plan quinquennal en matière de nanosciences, la Chine développe son propre dispositif de standardisation de nano-objet*, BE Chine n°100, 28 janvier 2011.

On india'plunge into nanotechnology: what are good ways to catch-up?, Shyama V.Ramani, Nupur Chowdhury, juillet 2010.

AROSMIK, *Samsung lance son projet de Nano City*, encoreedusud.com, 8 avril 2010.

Une équipe de chercheurs met au point un nano laser, Julien Nicoletti, BE Corée numéro 52, Ambassade de France en Corée / ADIT, 27 septembre 2010.

Recherches sur la Nano-Locomotion en Corée, Jérôme Pinot, BE Corée 20, 14 novembre 2002.

RUSNANO Opens Office in Silicon Valley, Rusnano, 24 mars 2011.

I2BF And RUSNANO Capital Announce Strategic Nanotechnology Resources Fund, Rusnano Capital, 18 juillet 2012.)

RUSNANO and Domain Associates Announce First Joint Investment, Rusnanotech, 25 juillet 2012.

RUSNANO Leads Investment in Lilliputian Systems' \$60 Million Equity Financing, Rusnano, 14 septembre 2012 .

RUSNANO Invests in MAPPER Lithography, Developer of Groundbreaking Maskless Lithography Equipment, Rusnano, 23 août 2012.

RUSNANO Invests in Beneq , Rusnano, 12 avril 2012.

NeoPhotonics Receives Strategic Investment from RUSNANO, NeoPhotonics, 30 août 2012.

RUSNANO and France's Magnisense to Produce Diagnostic Systems in Russia, Rusnano, 6 février 2012.

EADS and RUSNANO to Join Forces in the Nanotechnology Field , Rusnano, 27 octobre 2011.

Rusnano creates 'Nanotechnology International Prize' award, Rusnano, 25 mars 2009.

Webographie

www.wikipedia.com
www.nanowerk.com
www.made-in-china.com
www.manufacturer.com
www.azonano.com
www.nanoktn.com
www.nanotechwire.com
www.nanoforum.org
www.ebiz.kapid.org
www.infogreff.fr
www.nanotechnology.org.il
www.investing.businessweek.com
www.nanoarchive.org
www.cii.in
www.macauhub.com.mo
www.asia-anf.org
www.nano.gov
www.er.doe.gov/bes/EFRC/index.html
www.nrl.navy.mil/nanoscience
www.nnin.org
www.mrsec.org/centers
www.nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/
www.ncl.cancer.gov
www.nanohub.org
www.internano.org
www.community.nsee.us
www.nano.cancer.gov
www.icon.rice.edu

Note de synthèse

Cours de Christian Harbulot, *Les nanotechnologies : nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Fédération de Russie*, 11 novembre 2008.

Workshop

Foresight Nanotech Institute, *Nanotechnology & Global Security Defense Applications & Challenges in the 21st Century*, Philippe Van Nederveelde, *Military Nanotechnology Conference*, Londres, 31 octobre 2005.

European and International Forum on Nanotechnology, *Nanotechnology for Sustainable Economy*, Proceedings, Prague, 2-5 Juin 2009.

European and International Forum on Nanotechnology, *Nanotechnology for Sustainable Economy*, Conclusion, Prague, 2-5 juin 2009.

CnanoPaca Conference, Porquerolles, mai 2011.

Institut d'Electronique Fondamentale, *Fabrication et applications des nanofils et des NEMS*, Alain BOSSEBOEUF et Vy YAM, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Laboratoire de Chimie de Coordination, *Les dendrimères: utilisation de l'effet de multivalence pour la catalyse, les matériaux et la biologie*, Anne-Marie Caminade, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

CETCOPRA Université Paris 1, *Nano Design entre nature & artifice*, Bernadette Bensaude Vincent, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Université Paris Sud 11 *Tout ce qu'un microscope électronique peut vous apprendre aujourd'hui sur vos nano-objets individuels*, Christian Colliex, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Université Paris-Sud 11, *Vectorisation des médicaments : quel cahier des charges pour des nanoparticules efficaces ?*, Catherine Dubertnet, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Institut Lavoisier de Versailles, *Fabrication de nano-objets poreux pour des applications en biomédecine*, Christian Serre, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Laboratoire Ingénierie des Protéines Membranaires CNRS, *DNA framework based hybrid nano-objects*, Denis Pompon & Aude Laisne, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux CNRS, *Magnetic nanoparticle design for in vivo applications*, Prof. Etienne Duguet, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Laboratoire de Photophysique et de Photochimie Supra- et Macromoléculaires, *Systèmes moléculaires photochromes pour la commutation à l'état solide*, Keitaro Nakatani, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

IBBMC Modélisation et Ingénierie des Protéines Université Paris-Sud 11, *Evolution dirigée de biomolécules appliquée aux nanosciences*, Philippe Minard, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Inserm U955, *Toxicité respiratoire des nanoparticules* Sophie Lanone, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire Ecole Normale Supérieure de Cachan, *Towards scanning-probe magnetometry using NV defects in diamond*, Vincent Jacques, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

CNRS UMR 6226, Sciences Chimiques de Rennes, *Chimie des nano-objets: des sondes biologiques à l'auto-assemblage*, Valérie Marchi-Artzner, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris, *Bioinspired Nanochemistry at the Biopolymer-Inorganic Colloid Interface*, Carole Aimé, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011.

Electrochemistry of Materials Research Group Laboratoire Chimie Provence, *Electrochemical fabrication of nanostructured electrodes for Li-ion Microbatteries*, N. A. Kyeremateng, CnanoPaca Conference, Porquerolles, mai 2011.

Les nanotechnologies posent des problèmes nouveaux, vers une évolution des modes de gouvernance des activités à risque, Débat national sur le développement et la régulation des nanotechnologies, Contribution du nanoforum du CNAM, octobre 2009.

Commercializing Nanotechnology: Setting Expectations in Haze of Hype, Chris Hartshorn, Ph.D., 23 avril 2009.

Nanotechnology research networks in Brazil, structure, evolution, and policy concerns, Luciano Kay, Workshop on Original Policy Research (WOPR), School of Public Policy, Georgia Institute of Technology.

OECD/NNI International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology Background Paper 1: Challenges for Governments in Evaluating Return on Investment from Nanotechnology and its broader Economic Impact, 16 Mars 2012.

International Workshop on NANOTECHNOLOGY In the Edge of Convergence Malaysia, 24-27 November 2011.

Nanoscience & Nanotechnology Research Program in Taiwan, Maw-Kuen Wu Director, Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan and NNNP, TWAS 10th General Conference, 6 septembre 2006.

Thèse



Conception et Analyse Aéro-propulsive d'un Nanodrone, LIU Zhen, Ecole Doctorale Aéronautique et Astronautique, 23 avril 2009.

Vidéo

5.1.1 Hearings

6 National Nanotechnology Investment: Manufacturing, Commercialization & Job Creation
Democratic Press Office - (202) 224-8374

6.1.1.1 Jul 14 2011 10:00 AM

Russell Senate Office Building – 253

http://www.linkedin.com/news?viewArticle=&articleID=611871519&gid=3287601&type=member&item=60335493&articleURL=http://nanotech.lawbc.com/2011/07/articles/unit-ed-states/federal/senate-subcommittee-will-hold-hearing-on-nanotechnology-investment/index.html&urlhash=JbrK&goback=.gde_3287601_member_60335493

Bibliographie thématique

Classement par Pays

Corée du sud

Etat de l'art en nanosciences et nanotechnologies à Singapour, Section scientifique de l'Ambassade de France à Singapour, octobre 2010. Rapport

Recherche et Technologie en Corée du Sud, Section scientifique de l'Ambassade de France, septembre 2009. Rapport

Clusters mondiaux, Regards croisés sur la théorie et la réalité des clusters. Identification et cartographies des principaux clusters internationaux, Arnaud Largier, IAURIF, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, janvier 2008. Rapport

AROSMIK, Samsung lance son projet de Nano City, encoreedusud.com, 8 avril 2010. Article

Nanotechnology and the Millennium Development Goals : Water, Energy, and Agri-food, Susan Cozzens, U.S. National Science Foundation, Center for Nanotechnology and Society at Arizona State, University under Grant No. 0531194, 10 juin 2010. Rapport

Korean Experience in Nanotechnology Industrialization, Hanjo Lim, Ajou University, Suwon 443-749, Korea, janvier 2010. Rapport

South Korea Major Business Sectors, Okjeong Monica Baik, Ref.: 22082011, OSEC + Business Network Switzerland, 22 août 2011. Rapport

Une équipe de chercheurs met au point un nano laser, Julien Nicoletti, BE Corée numéro 52, Ambassade de France en Corée / ADIT, 27 septembre 2010. Article

Recherches sur la Nano-Locomotion en Corée, Jérôme Pinot, BE Corée 20, 14 novembre 2002. Article

Annual report to congress, Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2011, Office of the Secretary of Defense, 2011. Rapport

Taiwan

Bulletin économique Chine, Publications des Services économiques, Trésor D G, N°41 novembre 2011. Rapport

Vers une stratégie Européenne en faveur des nanotechnologies, Philippe BUSQUIN, Communication sur la nanotechnologie, ISBN 92-894-0747-6, © Communautés européennes, 2004. Rapport



Nanoscience & Nanotechnology Research Program in Taiwan, Maw-Kuen Wu Director, Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan and NNNP, TWAS 10th General Conference, 6 septembre 2006. Workshop

Global funding of nanotechnologies and ITS impacts, Tim Harper, Cientifica, Londres, juillet 2011. Rapport

DAVID HWANG, *Ranking the nations on Nanotech*, Lux Research, 27 août 2010. Article

Status of the Nano-technology and Applications in Taiwan, Department of Investment Services, MOEA, 2012. Rapport

Indonésie

Asia Nano Forum NEWSLETTER (Issue No. 11), Hongfang JIN, ANF Secretariat, Singapore, October 2010. Rapport

International Workshop on NANOTECHNOLOGY In the Edge of Convergence Malaysia, 24-27 November 2011. Workshop

Indonesia nanotechnology current status, *Asian Pacific nanotech weekly*, Vol. 3, article #41, 2005. Article

Japon

Research Programs on Nanotechnology in the World (Americas, Asia/Pacific, and Europe), Chapitre 8, M.C. Roco, National Science Foundation. Rapport

Allemagne

Les nanotechnologies en Allemagne, Domaines des nanomatériaux et de la nanoélectronique, Ambassade de France en Allemagne, Service pour la Science et la Technologie, octobre 2005. Rapport

Les Nanotechnologies, Analyse comparative de l'état actuel des efforts institutionnels en Allemagne, en Europe et dans le reste du monde, Ambassade de France en Allemagne, Service pour la science et la technologie, Berlin, avril 2006. Rapport

Nanotechnology Conquers Markets German Innovation Initiative for Nanotechnology, Volker Rieke Dr. Gerd Bachmann, Federal Ministry of education and research, Berlin, 2004. Rapport

Nanostart subsidiary MagForce Nanotechnologies AG announces establishment of NanoTherm therapy treatment center at Charité-Universitätsmedizin Berlin, Nanostart AG, Berlin, 8 juillet 2011. Article

L'innovation dans les entreprises moteurs, moyens et enjeux, DGCIS Analyses, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mai 2011. Rapport

Chine

The US response to China's ASAT Test an international security space alliance for the future, Antony J. Mastalir, Air University Air Force Research Institute, août 2009. Rapport

Sure Bet or Scientometric Mirage? An Assessment of Chinese Progress in Nanotechnology, United Nations University - Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, Can Huang and Yilin Wu, 2010. Rapport

Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, Annual report to congress, Office of the Secretary of Defense, U.S.A., 2011. Rapport

China's Program for Science and Technology Modernization: Implications for American Competitiveness, U.S.-China economic and security review commission, CENTRA Technology, Inc, Micah Springut, Stephen Schlaikjer, janvier 2011. Rapport

China announces science funding program, United Press International, 2 septembre 2011. Article

JIM WANG, *Le développement de la nanotechnologie en Chine*, association China Nanotech. Article

Boom des nanotechnologies en Chine, contrepoin, 13 janvier 2011. Article

ZOE LOMBARD, *Bilan du XIème plan quinquennal en matière de nanosciences, la Chine développe son propre dispositif de standardisation de nano-objet*, BE Chine, 28 janvier 2011. Article

Accord entre Russie et Chine sur nanotechnologies, les biotechnologies ou les TIC, French innovation, 15octobre 2011.

China Accomplishes International Evaluation on Science Funding and Management Performance, SCIENCE FOUNDATION IN CHINA, IOPscience, 27 avril 2012.

ZOE LOMBARD, *Bilan du XIème plan quinquennal en matière de nanosciences, la Chine développe son propre dispositif de standardisation de nano-objet*, BE Chine n°100, 28 janvier 2011. Article

Etats-Unis

Five Steps to Save America's Defense Industrial Base, James Jay Carafano, WebMem No. 3286, juin 2011. Rapport

Nanotechnology and U.S. Competitiveness: Issues and Options, John F. Sargent, Congressional research service, mai 2008. Rapport

National security strategy, Seal of the president of the United States, mai 2010. Rapport
Quadrennial defense review Report, Washington D.C., février 2010. Rapport

Wordwide emerging environmental issues affecting the U.S. military, The Millennium Project, février 2011. Rapport

New world coming :American security in the 21ST century, The United States Commission on National Security/21st Century, septembre 1999. Rapport

La Politique Fédérale de R&D en Nanotechnologies aux Etats Unis, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la science et la technologie, septembre 2005. Rapport

La nanophotonique aux Etats-Unis, Michel Israel, Sciences Physiques Etats Unis, février 2007. Rapport

Dix ans de Nanotechnologies aux Etats-Unis – Histoire, bilan et perspectives du programme National Nanotechnology Initiative, Vincent Reillon, Ambassade de France à Washington, Mission pour la Science et la Technologie, avril 2011. Rapport

The Initiative and its Implementation Plan, National Science and Technology Council, Washington D.C., Juillet 2000. Rapport

Funding Opportunities Through the Department of Defense: Current Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) Initiatives, Carr and Ferrell, juin 2009. Rapport

DARPA's Potential Space Weapons Programs, Victoria Samson, Center for Defense Information, 2008. Rapport

Defense Nanotechnology Research and Development Programs, Department of Defense, mai 2005. Rapport

Defense Nanotechnology Research and Development Program, Department of Defense, décembre 2009. Rapport

Nano and BioTechnology Research at NASA Ames, M. Meyyappan and Harry Partridge, NASA Ames Research Center, Moffett Field, février 2006. Rapport

The National Nanotechnology Initiative, Strategic Plan, National science and technology council, Etats-Unies, décembre 2007. Rapport

\$50 million for nanotechnology research and development, Empirestatenews, 20 juin 2011. Article

LISA MADELON CAMPBELL, *Nanotechnology and the United States National Plan for Research and Development In Support of Critical Infrastructure Protection*, Canadian Journal of Law and Technology. Article

Dr. AMIT LAL, *DARPA Tech, DARPA's 25th Systems and Technology Symposium*, California, 7 août 2007. Article

JAN WALKER, *DARPA Nano air vehicle program*, Defense Advanced Research Projects Agency, Arlington, décembre 2008. Article

United States Department of Defense Taps Nanocomp Technologies as Nanomanufacturing Partner, Business wire, 16 novembre 2011. Article

Environmental, Health, and Safety Research Needs for Engineered Nanoscale Materials, NNI, National science and technology council, septembre 2006. Rapport

Report to the president and congress on the third Assessment of the National Nanotechnology Initiative, President's Council of Advisors on Science and Technology PCAST, 12 mars 2010. Rapport

Nano Air Vehicles, a Technology Forecast, William A. Davis, Major, USAF, Center for Strategy and Technology, Air War College, avril 2007. Rapport

V. REILLON, *Les nanotechnologies pourraient assurer un séquençage de l'ADN rapide et économique*, BE Etats-Unis 217, septembre 2010. Article

National Nanotechnology Investment in the FY 2010 Budget, M. C. Roco, American Society of Mechanical Engineers. Rapport

RUSNANO Opens Office in Silicon Valley, Rusnano, 24 mars 2011.

I2BF And RUSNANO Capital Announce Strategic Nanotechnology Resources Fund, Rusnano Capital, 18 juillet 2012

RUSNANO and Domain Associates Announce First Joint Investment, Rusnanotech, 25 juillet 2012.

RUSNANO Leads Investment in Lilliputian Systems' \$60 Million Equity Financing, Rusnano, 14 septembre 2012 .

NeoPhotonics Receives Strategic Investment from RUSNANO, NeoPhotonics, 30 août 2012.

Inde

Les NanoSciences et NanoTechnologies en Inde, M. Erwan Robic, Ambassade de France en Inde, Service de Coopération et d'Action Culturelle, New Delhi, avril 2005. Rapport

On India's plunge in Nanotechnology : What are good ways to catch-up?, Shyama V.Ramani, Nupur Chowdhury, juillet 2010. Rapport

Review of international nanotechnology developments and policy concerns, Manish Anand, Project Report No. 2006ST21:D1, The Energy and Resources Institute (TERI), New Delhi, 2009. Rapport

PRANAV KULKARNI, *Nanotech centre at DIAT by year-end*, Indian presse, 5 août 2011. Article

MRUDUL BOSE, *Nanotechnology creates new business opportunities in India*, Commodityonline, 23 septembre 2011. Article

7 VIVEK RAGHUVANSHI, *Indian Defense Budgets Shift Focus*, Defense News, 20 septembre 2010. Article

On india's plunge into nanotechnology: what are good ways to catch-up?, Shyama V.Ramani, Nupur Chowdhury, juillet 2010. Rapport

International Nanotechnology Policy and Regulation, case study India, Nico Jaspers, The London school of economics and political science, 21 juin 2010. Rapport

Royaume-Uni

Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s, Foresight Horizon Scanning Centre, Government Office for Science, Angleterre, 2010. Rapport

Nanotechnology: a UK Industry View, Mini Innovation & Growth Team, Angleterre, 2010. Rapport

Nanosciences et nanotechnologies : bilan d'étape des actions du gouvernement britannique, René David, Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science et Technologie, avril 2007. Rapport

UK Nanotechnologies Strategy : Small Technologies, Great Opportunities, UK nanotechnologies Strategy, mars 2010. Rapport

Report of the Nanotechnology Strategy Group, Engineering Physical sciences Research Council, Angleterre, octobre 2006. Rapport

New £18 million investment will support innovation and growth in key technologies, Technology strategy board, Angleterre, 1 Avril 2011. Article

20million pound funding to turn research into commercial enterprises - Funding announced for two new research centres, Swansea University, octobre 2010. Article

RICHARD JONES, *Why has the UK given up on nanotechnology?*, Soft Machines, 17 juillet 2011. Article

8 ANDREW MAYNARD, *Nanotechnology – has the UK dropped the nano-ball?*, 2020 science (blog), 8 juillet 2011. Article

9 PETER MARSH, *Nano-tech company pushes for public cash*, Financial times, 3 juillet 2011. Article

ARNOLD BLACK, *ES KTN secures funding for Renewable Energy Mission to Israel*, 7 Septembre 2010. Article

LUCY STONE, *UK and Korea stand together for the future of science*, STFC Rutherford Appleton Laboratory, 27 octobre 2010. Article

10 DEL STARK, *UK Nanotechnology SMEs take to Japan for business*, Institute of Nanotechnology, 22 février 2011. Article

Novel Technologies for Complex Weapons, Ministry of Defence dstl, 27 janvier 2011. Article

TOBY GILL, *Novel technologies for complex weapons*, 6 janvier 2011. Article

Science et technologie au Royaume-Uni, nanotechnologie et alimentation, Ambassade de France au Royaume-Uni, août 2010. Rapport

Bresil

ALEXANDRA OZORIO DE ALMEIDA, *"Responses to questionnaire on nanotechnology; Brazil"*, Science & Technology Officer, British Consulate-General São Paulo, 22 septembre 2004. Article

11 *Brazil and China to set up nanotechnology centre in Sao Paulo*, Macauhub, 4 août 2011. ARTICLE

DFI implements first industrial nano coating system in Brazil, WORLDWIDE CORPORATE OFFICES- USA, 7 juillet 2008. ARTICLE

Nanotechnology research networks in Brazil, structure, evolution, and policy concerns, Luciano Kay, Workshop on Original Policy Research (WOPR), School of Public Policy, Georgia Institute of Technology. Workshop

Nanotechnology and the Millennium Development Goals: Water, Energy, and Agri-food, SPRING 2012 WOPR PAPER, Susan Cozzens, U.S. National Science Foundation. Rapport

OECD/NNI International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology Background Paper 1: Challenges for Governments in Evaluating Return on Investment from Nanotechnology and its broader Economic Impact, 16 Mars 2012. Workshop

CECILIA JAMASMIE, *\$8.4 billion rare earth deposit discovered in Brazil*, Mining, 9 avril 2012. Article

Brazilian Scientists Embrace Nanotechnologies, Invernizzi, Noela, RELANS, 2007. Rapport

PRIYA SHETTY, *Nanotechnologies pour la santé : Faits et chiffres*, ScidevNet, Réseau Sciences et Développement, 24 novembre 2010. Article

China & Brazil To Set Up Joint Nanotechnology hub in Sao Paulo, Asian scientist newsroom, 6 août 2011. Article

Brazil: Embrapa opens virtual lab in South Korea to act in China and Japan, macauhub, 21 novembre 2008. Article

12 1st Brazil-Portugal International Cooperation in Nanotechnology Workshop, UMIC, Ministry of education and science, 17 juillet 2010. Article

Costa Rica & Brazil Cooperate in Nanotechnology & Aerospace Engineering, MICITI, Ministerio de ciencia y tecnologia, 23 novembre 2010. Article

Israel

Nanotechnology : national strategy for Israel, The nanotechnology committee, septembre 2002. Rapport

L'avenir des nanotechnologies en Israël, Ambassade de France en Israël, Service de Coopération et d'Action Culturelle, mai 2003. Rapport

La R&D israélienne dans les nanotechnologies, Pierre-André L'Hote, Ambassade de France en Israël, Mission pour la Science et la Technologie, septembre 2004. Rapport

Le secteur des nanotechnologies en Israël, Céline Reverseau, Ambassade de France en Israël, Service de Coopération et d'Action Culturelle, août 2005. Rapport

Israel Nanotechnology Survey, d&a hi-tech information, 2005. Rapport

Israel's technology sector, Report Prepared by the Federal Research Division, Library of Congress, Washington D.C., novembre 2008. Rapport

Russie

Business strategy of State Corporation "Russian Corporation of Nanotechnologies" until the year 2020, Rusnano, mai 2008. Rapport

Où sont? Où vont les scientifiques russes? Ressources humaines et politique de la recherche en Russie, ifri, Irina Dezhina, Paris, Juin 2005. Rapport

Russian Nanotechnology R&D: Thinking big about small scale science, FOI Swedish Defence Research Agency, Fredrik West erlund, juin 2011. Rapport

NIKITA DULNEV, *Rusnano's big nanotechnology secrets revealed*, Russian Beyond the headlines, 3 août 2011. Article



RUSNANO Signs Investment Agreement for the SynBio Innovative Pharmaceuticals Project, Rusnano, 5 août 2011. Article

RUSNANO and VNIINM Launch Project to Produce High-Strength and High-Conductivity Wires, Rusnano, 9 août 2011. Article

RUSNANO and Celtic Pharma Holdings (Great Britain) Establish International Pharmaceutical Company Pro Bono Bio, Rusnano, 12 septembre 2011. Article

RUSNANO and NEARMEDIC PLUS to Create New Nanomedicine Production Facility, RUSNANO, 17 octobre 2011. Article

GREGOR VON KURSELL, EADS and RUSNANO to join forces in the Nanotechnology field, EADS, 27 octobre 2011. Article

RUSNANO and Daewoo Sign Memorandum of Understanding, Rusnano, 27 octobre 2011. Article

RUSNANO and UralPlastic-N launched a factory for production of flexible polymer packaging, modified with self-produced nanocompo, Rusnano, 1 novembre 2011. Article

An R&D center for composite materials will be opened at Skolkovo, Rusnano, 26 octobre 2011. Article

Innovation Lift at Work: RUSNANO to Support Production of Anti-aging Nanocosmetics, RUSNANO, 28 octobre 2011. Article

Russia, Korea and Singapore Announce Launch of the Asia Nanotechnology Fund, Rusnano, 16 juin 2011. Article

FIONA BREWER, NanoKTN Announces Success of UK Nanotechnology Mission to Russia, Institute of nanotechnology, 2010. Article

RUSNANO Finalizes Investment in Plastic Logic: \$700 Million Total Investment Project Will Include Building World's Largest Commercial Plastic Electronics Factory in Zelenograd, Rusnano, 18 janvier 2011. Article

13 *US Venture Capitalists Discover Nanotechnology in Russia*, Nanowerk News, 24 avril 2010. Article

Finland and Russia to cooperate in nanotechnology investment, industry investment, 27 mai 2010. Article

Cours de Christian Harbulot, *Les nanotechnologies : nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Fédération de Russie*, 11 novembre 2008. Note de synthèse

US Venture Capitalists Discover Nanotechnology in Russia, Nanowerk News, 24 avril 2010

I2BF And RUSNANO Capital Announce Strategic Nanotechnology Resources Fund, Rusnano Capital, 18 juillet 2012.)

RUSNANO and Domain Associates Announce First Joint Investment, Rusnanotech, 25 juillet 2012.

RUSNANO Leads Investment in Lilliputian Systems' \$60 Million Equity Financing, Rusnano, 14 septembre 2012 .



RUSNANO Invests in MAPPER Lithography, Developer of Groundbreaking Maskless Lithography Equipment, Rusnano, 23 août 2012.

RUSNANO Invests in Beneq, Rusnano, 12 avril 2012.

NeoPhotonics Receives Strategic Investment from RUSNANO, NeoPhotonics, 30 août 2012.

RUSNANO and France's Magnisense to Produce Diagnostic Systems in Russia, Rusnano, 6 février 2012.

EADS and RUSNANO to Join Forces in the Nanotechnology Field, Rusnano, 27 octobre 2011.

Rusnano creates 'Nanotechnology International Prize' award, Rusnano, 25 mars 2009.

France

Plan stratégique de recherche et technologie de défense et de sécurité, DGA, 2009. Rapport

Crocus Technology Strikes \$300 Million Financing Deal with RUSNANO to Build Advanced MRAM Manufacturing Facility in Russia, Crocus technology, 17 mai 2011. Article

RUSNANO and France's Magnisense to Produce Diagnostic Systems in Russia, Rusnano, 6 février 2012.

EADS and RUSNANO to Join Forces in the Nanotechnology Field, Rusnano, 27 octobre 2011.

UE

Study on the industrial implications in Europe of the blurring of dividing lines between security and defense, IRIS, Istituto Affari Internazionali, juin 2010. Rapport

ERIC BESSON, *Eric BESSON appelle la Commission européenne à miser sur les « technologies clés génériques » pour renforcer la compétitivité à long terme de l'industrie française et européenne*, Communiqué de presse, 12 juillet 2011. Article

Scientists in Singapore and Europe to collaborate, A*STAR, 13 octobre 2011. Article

Autres

Enjeux croisés de sécurité, de défense et de responsabilité internationale dans le domaine des technologies convergentes de type NBIC, Tome I : Eléments de synthèse – Premières recommandations, CGARM/EG/AE, Patrice Cardot et Bertrand De Montluc, Paris, septembre 2009. Rapport

Enjeux croisés de sécurité, de défense et de responsabilité internationale dans le domaine des technologies convergentes de type NBIC, Tome II : Eléments d'analyse, CGARM/EG/AE, Patrice Cardot, Bertrand De Montluc, Paris, septembre 2009. Rapport

Bionanotechnology and Iran, Margaret E. Kosal and Nikita Basandra, Georgia Institute of technology, DRAFT. Rapport

National nanotechnology initiative: Leading to the Next Industrial Revolution, Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology Committee on Technology National Science and Technology Council, Washington D.C., février 2000. Rapport

Mapping the global future, National intelligence council's 2020 project, Washington D.C., décembre 2004. Rapport

Global Trends 2025: A Transformed World, National intelligence council, novembre 2008. Rapport

Future Technologies, Today's Choices Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies, Alexander Huw Arnall, Greenpeace Environmental Trust, juillet 2003. Rapport

Nanotechnology: A Policy Primer, John F. Sargent, Congressional research service, janvier 2011. Rapport

Politique et Objectifs Scientifiques, Edition 2010, Orientations 2011-2012. Rapport

Premier rapport gouvernemental sur les risques liés aux nanoparticules, René David, Ambassade de France au Royaume-Uni, Service Science et Technologie, février 2006. Rapport

Military Uses of Nanotechnology and Converging Technologies: Trends and Future Impacts, Focus Paper 8, Royal High Institute for Defence, Center for Security and Defence Studies, Belgique, Alain de Neve. Rapport

SAM SHU HUI, *A*STAR Musters Global Leaders and Local Stakeholders of Automotive Industry in R&D Consortium for Next-Generation Vehicles*, Agence for Science, Technologie and Research, 2011. Article

DARLEEN HARTLEY, *Silicon Valleys Popping Up Here, There, Everywhere*, Bright Side Of News*, 5 octobre 2011. Article

European and International Forum on Nanotechnology, *Nanotechnology for Sustainable Economy*, Proceedings, Prague, 2-5 Juin 2009. Workshop

European and International Forum on Nanotechnology, *Nanotechnology for Sustainable Economy*, Conclusion, Prague, 2-5 juin 2009. Workshop

ALAIN DE NEVE, *Panoramas des programmes et investissements en faveur des nanotechnologies*, Agora vox, 20 octobre 2009. Article

Liste document sur les nanotechnologies innovantes

Généralités et autres

MIHAIL C. ROCO, *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020*, Spinger, octobre 2010. Ouvrage

A Review of Selected Nanotechnology Topics and Their Potential Military Applications, DSTO Systems Sciences Laboratory, Jun Wang and Peter Dortmans, Australie, janvier 2004. Rapport

Nanotechnologies : prospective sur la menace et les opportunités au service du combattant, ALCIMED – CEA, Ministère de la Défense/DAS, avril 2004. Rapport

Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology, Jürgen Altmann and Mark A. Gubrud, Institut für Experimentalphysik, Universität Dortmund, 2004. Rapport

Sciences Physiques, Nanoscience, Microelectronique, Materiau, Michel Israël, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la Science et la Technologie, N°23, novembre 2005. Rapport

Etude Marketing Institut Eiffel, Sylvie JOLY, CEA/CEM, juin 2007. Rapport

Les nanotechnologies, Capitaine Yves-Marie Giraud, 18 sciences. Rapport

Nanotechnology innovation opportunities for tomorrow's defence, TNO Science & Industry, Frank Simonis & Steven Schilthuisen, mars 2006. Rapport

Tenth Nanoforum Report: Nanotechnology and Civil Security, Mark Morrison, nanoforum, juin 2007. Rapport

EU nanotechnology R&D in the field of health and environmental impact of nanoparticles, Pilar Aguar and José Juan Murcia Nicolás European Commission, Research DG, janvier 2008. Rapport

Small sizes that matter: Opportunities and risks of Nanotechnologies, Allianz AG, Christoph Lauterwasser, OECD International Futures Programme. Rapport

Les nanotechnologies, Avis du Conseil économique et social, M. Alain Obadia, juillet 2008. Rapport

L'armement du futur : pression sur la recherche présence militaire dans le secteur des nanotechnologies, Antonin Reigneaud, Observatoire des transferts d'armements, Lyon, juin 2006. Rapport

An overview for recent developments in nanotechnology, M. Meyyappan, Center for Nanotechnology NASA Ames Research Center Moffett Field. Rapport

Nano air vehicles a technology forecast, William A. Davis, Center for Strategy and Technology Air War College, avril 2007. Rapport

Accuracy of Data on Federally Funded Environmental, Health, and Safety Research Could Be Improved, Robert A. Robinson, Government Accountability Office, Etats-Unies, avril 2008. Rapport

Environnemental, health, and safety reaseach strategy, National Nanotechnology initiative, octobre 2011. Rapport

Military Uses of Nanotechnology : Trends in Investments,Expected Outcomes and Potential Impacts on Arms Control Regimes, World Politics Background Papers, Defense peace our priority, Alain De Neve, april 2009. Rapport

SCENARIO #1: Secret Military Development, CRN Scenario Working Group, Center for Responsible Nanotechnology, 2007. Rapport

State of the Art Reviews and Related Papers, European Communities, juin 2004. Rapport

A Look Inside Nanotechnology, AMPTIAC Newsletter, Volume 6, Number 1. Rapport

L'environnement de la sécurité future 2008-2030, Partie 1 : Tendances actuelles et émergentes, Défense nationale du Canada, janvier 2009. Rapport

JOHN L. PETERSEN AND DENNIS M. EGAN, Small Security: Nanotechnology and Future Defense, Center for Technology and National Security Policy National Defense University, mars 2002. Article

ALAIN PEREZ, Les nanotechnologies, superstars contestées, Les échos, 3 octobre 2011. Article

Foresight Nanotech Institute, Nanotechnology & Global Security Defense Applications & Challenges in the 21st Century, Philippe Van Nederveelde, Military Nanotechnology Conference, Londres, 31 octobre 2005. Workshop

CnanoPaca Conference, Porquerolles, mai 2011. Workshop

Commercializing Nanotechnology: Setting Expectations in Haze of Hype, Chris Hartshorn, Ph.D., 23 avril 2009. Workshop

Protection du combattant

Vêtement :

JILL COLVIN, Scientist Wants to Bring Nanotechnology to Garment District, DNAinfo, 2 août 2011. Article

Spray-on solar panels developed at U of A, CBC News, 12 août 2011. Article

Miniaturisation des outils de détection :

Nanotechnology Innovation for Chemical, Biological, Radiological, and Explosive (CBRE): Detection and Protection, Grand Challenge Workshop Series, novembre 2002. Rapport

Ultra-portable explosives sensor based on a CMOS fluorescence lifetime analysis micro-system, Yue Wang and Bruce R. Rae, American Institute of Physics, juillet 2011. Rapport

VINCENT SMENTKOWSKI, Nano detector for deadly anthrax, Inderscience Publishers, 6 juillet 2011. Article

Identifying small quantities of hazardous material with StreetLab Mobile, Chemistry & Chemical Engineering, Global Research, 10 janvier 2011. Article

Flexible, Printable Sensors Detect Underwater Hazards, Doug Ramsey, UC SanDiego news center, 7 juillet 2011. Article

CAROLINE PERRY, Watermark Ink device identifies unknown liquids instantly, 3 août 2011. Article

A New Line of Defense Against Sexual Assault, Tel Aviv University, 9 août 2011. Article

NASA Ames Scientist Develops Cell Phone Chemical Sensor, NASA, 30 septembre 2009. Article

MARK DWORTZAN, Boston University Wins \$5M Grant to Develop Point-of-Care Viral Diagnostic Chip, Electronical and computer engineering, 3 octobre 2011. Article

Paper-based wireless sensor could help detect explosive devices, Georgia Institute of Technology, 26 octobre 2011. Article

Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire Ecole Normale Supérieure de Cachan, *Towards scanning-probe magnetometry using NV defects in diamond*, Vincent Jacques, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

CNRS UMR 6226, Sciences Chimiques de Rennes, *Chimie des nano-objets: des sondes biologiques à l'auto-assemblage*, Valérie Marchi-Artzner, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris, *Bioinspired Nanochemistry at the Biopolymer-Inorganic Colloid Interface*, Carole Aimé, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

SBRI & MOD Competition: Innovative Approaches to Detection of Biological Agents, Technology Strategy Board

Traitement :

WHITNEY HOLMES, UT Research Inspires Robotics Design for Medicine and Military, *The University of Tennessee Knoxville*, 2 août 2011. Article

TIM DEAN, *Vaxxas gets \$15m injection to develop needle-free vaccine*, Australian Life Scientist, 2 août 2011. Article

14 ERIC SMALLEY, *Viagra patch gets lift from nanotech*, CNET News, 29 juillet 2011. Article

15 KATIE DRUMMOND, *Darpa: Do Away With Antibiotics, Then Destroy All Pathogens*, Danger Room, 21 novembre 2011. Article

Purification de l'air ambiant:

RACHAEL WILSON, *Air-purifying church windows early nanotechnology*, QUT media officer, 21 août 2008. Article

Santé du combattant

Outils non invasif de diagnostic :

New diagnostic tool uses nanotechnology to help improve the fitness of the country's top athletes, UK Sport, 13 décembre 2010. 20 décembre 2010. Article

ABIGAIL KLEIN LEICHMAN, *Israeli-Arab Scientist Develops Artificial Nose for Detecting Cancer and Kidney Disease*, Israel21c, 29 mai 2011. Article

JENNIFER CHU, *Tiny stamps for tiny sensors*, MIT News, 19 octobre 2011. Article

16 *Tattoo you: the stick-on-medical revolution*, the conversation BETA, 12 août 2011. Article

LAUREN GRAVITZ, *The Petri Dish Gets a Makeover*, Technology review published by MIT, 23 août 2011. Article

GRAINNE ROTHERY, *New Tyndall nanosensor up to 1,000 times more sensitive*, Business and leadership, 12 septembre 2011. Article

ZHONG LIN WANG, *Cancer detection from an implantable, flexible LED*, Nano Energy Elsevier Journal, 16 septembre 2011. Article

VIJAY K.VARADAN, *An EKG in Your Underwear*, Mechanical Engineering Magazine Online, octobre 2011. Article

17 *Hand-held drug testing prototype launched*, Univeristy of East Anglia, United Kingdom, 10 novembre 2011. Article

Amélioration des performances du combattant :

MEGAN FELLMAN, *Nanostructure Promotes Growth of New Blood Vessels, Mimics Natural Protein*, McCormick News Article, 1 août 2011. Article

Nanotechnology helps UK athletes reach peak performance, Nanowerk News, 9 décembre 2010. Article

Amélioration des performances des TIC

Evolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies, Tome I, M. Claude SAUNIER, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, janvier 2003. Rapport

Evolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies, Tome I, M. Claude SAUNIER, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, avril 2003. Rapport

Evaluation de l'industrie des semi-conducteurs, Louis Mexandeau, Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, 1990. Rapport

Evaluation du secteur des semi-conducteurs et de la micro-électronique, Charles Descours, Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, 1995. Rapport

Direct laser writing of micro-supercapacitors on hydrated graphite oxide films, Wei Gao and Neelam Singh, Nature Nanotechnology, 2011. Rapport

Electrochemistry of Materials Research Group Laboratoire Chimie Provence, *Electrochemical fabrication of nanostructured electrodes for Li-ion Microbatteries*, N. A. Kyeremateng, CnanoPaca Conference, Porquerolles, mai 2011. Workshop

Puces d'ordinateur et circuits électroniques résistants aux irradiations et à la température :

DAVID SALISBURY, *Designing diamond circuits for extreme environments*, Vanderbilt University, 4 août 2011. Article

Support mémoire:

New nanostructured glass for imaging and recording, University of Southampton, 15 août 2011. Article

Energie

The impact of nanotechnology enegetics on the Departement of Defense by 2035, Ancel B. Yarbrough, Air University, février 2010. Rapport

Market Report Catalog Energy, Global Information, juillet 2011. Rapport

Recharge rapide de batteries :

Graphene Nanocomposite a Bridge to Better Batteries, ScienceDaily, 27 juillet 2011. Article

MONIKA LANDGRAF, *Fluoride Shuttle Increases Storage Capacity*, Karlsruhe institute of technology, 19 octobre 2011. Article

Réduction du poids des batteries:

DAVID L. CHANDLER, *Research update: Improving batteries' energy storage, New method allows a dramatic boost in capacity for a given weight*, MIT news, 25 juillet 2011. Article

Nano bundles pack a powerful punch, David Ruth, Rice Unconventional Wisdom, 22 août 2011. Article

Convertisseur d'énergie des vibrations en électricité pour charger une petite batterie (dispositif piézo électrique) :

17.1.1 KATHERINE BOURZAC, *Power-Scavenging Batteries*, Technology review published by MIT, 25 août 2011. ARTICLE

Photovoltaïcs :

MIKE RODEWALD, *Energy-Storage Capacity Of Ancient Microorganism Could Lead To Power Source For Synthetic Cells*, UCLA news room, 15 juillet 2011. Article

Sun-free photovoltaïcs, Nancy W. Stauffer, MITEI, 28 juillet 2011. Article

Matériaux

Alliage d'aluminium:

Nanoscale Secret to Stronger Alloys: Scientists Find Nanoparticle Size Is Readily Controlled to Make Stronger Aluminum Alloys, Science daily, 7 août, 2011. Article

Matériaux superdenses :

ARTURAS VAILIONIS, *Researchers discover superdense aluminium* Swinburn University of technology, 24 août 2004. Article

Furtivité:

NASA Develops Super-Black Material That Absorbs Light Across Multiple Wavelength Bands, Goddard Release No. 11-070, 11 août 2011. Article

JOE KULLMAN, *Engineers aim to make technology work better in extreme environs*, Arizona State University, 15 novembre 2011. Article

Autres :

JOHN CUPPOLETTI, *Nanocomposites and polymers with analytical methods*, InTech, Croatia, juillet 2011. Ouvrage

Enjeux et Perspectives Economiques des Nano-Matériaux, Gilles Le Marois DiGITI, janvier 2004. Rapport

Symetry, space, stars and C60, Harold W. Kroto, Angleterre, décembre 1996. Rapport

Armement

Conception et Analyse Aéro-propulsive d'un Nanodrone, LIU Zhen, Ecole Doctorale Aéronautique et Astronautique, 23 avril 2009. Workshop

Nanoparticules toxiques :

18 ANDREAS STAMPFL, *Artificial nanoparticles influence the heart rate*, Technische Universität Munchen, 1 août 2011. Article

IBBMC Modélisation et Ingénierie des Protéines Université Paris-Sud 11, *Evolution dirigée de biomolécules appliquée aux nanosciences*, Philippe Minard, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Inserm U955, *Toxicité respiratoire des nanoparticules* Sophie Lanone, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Vectorisation :

ROBERT LEE, *Scientists Design Nano-Sized Drug Transporter to Fight Disease*, *ScienceDaily*, 26 juillet 2011. Article

Laboratoire de Chimie de Coordination, *Les dendrimères: utilisation de l'effet de multivalence pour la catalyse, les matériaux et la biologie*, Anne-Marie Caminade, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

CETCOPRA Université Paris 1, *Nano Design entre nature & artifice*, Bernadette Bensaude Vincent, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Nanotechnologie et cancer : le plan du national cancer institute, Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la Science et la Technologie, juillet 2006. Rapport

Université Paris-Sud 11, *Vectorisation des médicaments : quel cahier des charges pour des nanoparticules efficaces ?*, Catherine Dubertnet, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Institut Lavoisier de Versailles, *Fabrication de nano-objets poreux pour des applications en biomédecine*, Christian Serre, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Laboratoire Ingénierie des Protéines Membranaires CNRS, *DNA framework based hybrid nano-objects*, Denis Pompon & Aude Laisne, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux CNRS, *Magnetic nanoparticle design for in vivo applications*, Prof. Etienne Duguet, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Laboratoire de Photophysique et de Photochimie Supra- et Macromoléculaires, *Systèmes moléculaires photochromes pour la commutation à l'état solide*, Keitaro Nakatani, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Processus de fabrication des nanoparticules

Extrait de l'étude « Positionnement du CEA dans le domaine des Technologies de Traitement de Surface », Kris LEBLANCS et Yukiko FUJIMOTO, CEA, Direction de l'Energie Nucléaire / Direction Transverse Matériaux, Bureau d'études Marketing, juin 2008. Rapport

MicroNanoGraphics New Data Preparation & Design for Manufacturing platform for nano scale 32, 22, 16nm...nodes, Market survey, CEA, Technology Transfer Office, avril 2009. Rapport

Next generation nanotechnology assembly fabrication methods : a trend forecast, Occasional Paper No. 64, Center for Strategy and Technology Air War College Vincent T. Jovene Jr, Lt Col, USAF, janvier 2008. Rapport

JOHN TOON, Controlling silicon evaporation improves quality of graphene, Georgia Institute of Technology, 22 septembre 2011. Article

A faster, cheaper method for making transistors and chips, Newsmedia.com, 26 septembre 2011. Article

CHAD BOUTIN, NIST Polishes Method for Creating Tiny Diamond Machines, NIST, 27 septembre 2011. Article

ROBERT WEATHERUP, Golden touch makes low-temperature graphene production a reality, University of Cambridge, octobre 2011. Article

Researchers Ink Nanostructures With Tiny 'Soldering Iron', ScienceDaily, 7 Novembre 2011. Article

Institut d'Electronique Fondamentale, Fabrication et applications des nanofils et des NEMS, Alain BOSSEBOEUF et Vy YAM, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Université Paris Sud 11 Tout ce qu'un microscope électronique peut vous apprendre aujourd'hui sur vos nano-objets individuels, Christian Colliex, Workshop « nano-objets synthétiques et bio-inspirés », Université Paris-Sud, Orsay, 20-21 janvier 2011. Workshop

Législation

Décret n° [] du [] relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire mises sur le marché (progés), Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, décembre 2010. Rapport

Nanomaterials Are Widely Used in Commerce, but EPA Faces Challenges in Regulating Risk, Government Accountability Office, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate, mai 2010. Rapport

To ensure the development and responsible stewardship of nanotechnology, In the House of representatives, AUGUST 1, Authenticated U.S. government information, 2011. Rapport

Nanomaterials, European Commission. Rapport

ECHA Preparing Nano Inventory from REACH and CLP Submissions, Brussels News Update, juin 2011. Article

SARAH HOULTON, EU ministers call for nanomaterial ban, Royal Society of Chemistry, 14 juin 2010. Article



COMMISSION RECOMMENDATION of XXX on the definition of nanomaterial (draft), European commission, Brussels, 18 octobre 2011. Article

MARK PRYOR, *Pryor: Arkansas Facility Ideal Candidate for Nanotechnology Studies*, United States senator for Arkansas, 6 octobre 2011. Article

Les nanotechnologies posent des problèmes nouveaux, vers une évolution des modes de gouvernance des activités à risque, Débat national sur le développement et la régulation des nanotechnologies, Contribution du nanoforum du CNAM, octobre 2009.

Decret France :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025377246&dateTexte=&categorieLien=id>

Hearings

National Nanotechnology Investment: Manufacturing, Commercialization & Job Creation
Democratic Press Office - (202) 224-8374

Jul 14 2011 10:00 AM

Russell Senate Office Building