
Opportunités et risques des nanomatériaux

Plan d'exécution du programme national de
recherche PNR 64

Berne, le 6 octobre 2009

Table des matières

Qu'est-ce qu'un programme national de recherche (PNR) ?	3
Résumé 4	
1. Introduction	4
1.1 Préambule et définition des nanomatériaux	4
1.2 La recherche au niveau national et international	6
2. Buts du programme de recherche	7
3. Principaux thèmes de recherche	8
3.1 Module 1 : Applications médicales	9
3.2 Module 2 : Environnement	10
3.3 Module 3 : Denrées alimentaires et biens de consommation	10
3.4 Module 4 : Energie et construction	11
3.5 Module 5 : Nanomatériaux innovants	11
4. Conséquences pratiques et public-cible	12
4.1 Conséquences pratiques	12
4.2 Public-cible	12
5. Procédure de dépôt des requêtes	13
5.1 Esquisses de projet	14
5.2 Requêtes de recherche	14
5.3 Critères de sélection	15
6. Calendrier et budget	15
7. Organisation	16

Qu'est-ce qu'un programme national de recherche (PNR) ?

Les projets de recherche menés dans le cadre des PNR doivent apporter une contribution à la résolution de grands problèmes actuels. Sur la base de l'article 6, alinéa 2 de la Loi sur la recherche du 7 octobre 1983 (état au 25 février 2008), le Conseil fédéral définit les problématiques et les priorités qui doivent faire l'objet de recherches dans le cadre des PNR. L'exécution des programmes relève quant à elle de la responsabilité du Fonds national suisse de la recherche mandaté pour cela par le Conseil fédéral.

L'instrument des PNR est décrit comme suit à l'article 4 de l'Ordonnance relative à la loi sur la recherche du 10 juin 1985 (état au 1er janvier 2009):

«¹ Les programmes nationaux de recherche doivent inciter à l'élaboration et à l'exécution de projets de recherche coordonnés et orientés vers un objectif commun. Ils doivent permettre de créer, si nécessaire, un potentiel de recherche supplémentaire.

² Les problèmes susceptibles de faire l'objet de programmes nationaux de recherche sont en particulier :

- a. Ceux dont l'étude scientifique est importante sur le plan national ;*
- b. Ceux à la solution desquels la recherche suisse est en mesure de contribuer de façon particulière ;*
- c. Ceux à la solution desquels la contribution de diverses disciplines est nécessaire ;*
- d. Ceux qui ne ressortissent pas exclusivement de la recherche fondamentale pure, de la recherche de l'administration (recherche du secteur public) ou de la recherche proche de l'industrie ;*
- e. Ceux dont l'étude est censée aboutir en l'espace de cinq ans environ à des résultats susceptibles d'être mis en valeur dans la pratique.*

³ Il s'agit aussi de considérer, lors du choix, si les programmes :

- a. Peuvent servir de base scientifique à des décisions du gouvernement et de l'administration ;*
- b. Pourraient être traités dans un projet international présentant lui-même un grand intérêt pour la Suisse. »*

Résumé

Le programme national de recherche « Opportunités et risques des nanomatériaux » (PNR 64) a été conçu pour identifier et favoriser des secteurs où une recherche additionnelle est nécessaire afin de mieux comprendre les opportunités principales présentées par les produits basés sur des nanomatériaux et leurs risques inhérents. La recherche effectuée dans le contexte de ce programme doit fournir une base scientifique pour formuler des recommandations et des mesures appropriées pour la fabrication, l'utilisation et l'élimination des nanomatériaux, de façon à permettre à la société de bénéficier des progrès scientifiques sous forme de produits dérivés des nanomatériaux tout en assurant la protection des consommateurs et de l'environnement.

Ce programme inclut des objets à l'échelle nanométrique et des nanocomposites susceptibles de retourner à l'état de particule à n'importe quel stade de leur cycle de vie (par migration, érosion, etc.). Le programme se concentre exclusivement sur les nanomatériaux manufacturés, c.-à-d. des composés synthétiques ayant des composants structuraux tels que fibres et particules ayant au moins une dimension à l'échelle nanométrique, typiquement ≤ 100 nm. La préférence est donnée aux nanomatériaux ayant une haute probabilité d'entrer en contact avec l'être humain ou l'environnement étant donné que l'exposition aux nanomatériaux peut comporter un risque pour la santé et l'environnement.

Le programme met l'accent sur cinq secteurs d'applications: (1) médecine, (2) environnement, (3) denrées alimentaires et biens de consommation, (4) énergie et construction, et (5) nanomatériaux innovants. Les buts à atteindre à la fin du programme sont les suivants :

- Pourvoir les données nécessaires au développement d'outils et méthodes pour contrôler et évaluer le comportement des nanomatériaux et leur impact potentiel, pendant toutes les étapes de leur cycle de vie, sur l'être humain, l'environnement et la flore et la faune dans des environnements différents (air, sol, eau).
- Fournir les bases scientifiques pour développer des outils permettant de maximiser les bénéfices et de réduire au minimum les risques pour la santé humaine et pour l'environnement provenant de l'utilisation des nanomatériaux synthétiques durant leur cycle de vie.
- Produire les données soutenant le développement et l'implémentation de produits et technologies sûrs et efficaces, basées sur les nanomatériaux.

Ce programme procurera l'information nécessaire au gouvernement, aux fabricants et aux distributeurs pour la définition des procédures et règlements de travail.

Le programme dispose d'une enveloppe financière de CHF 12 millions pour une durée de recherche de cinq ans.

1. Introduction

1.1 Préambule et définition des nanomatériaux

Les nanomatériaux représentent une partie importante de la nanotechnologie, laquelle appartient clairement aux technologies clé du 21ème siècle. D'un point de

vue économique, les nanomatériaux qui sont prometteurs pour l'avenir incluent ceux pouvant être utilisés dans les technologies de l'information, l'électronique, les matériaux de construction, les appareils électroménagers, les textiles, les cosmétiques, les aliments, la technologie environnementale, de l'énergie et la médecine.

Les opportunités qu'offrent les nanomatériaux, ainsi que leurs risques, sont d'une importance vitale pour la Suisse non seulement du point de vue scientifique, mais également économique et social. Selon les experts, l'utilisation des technologies basées sur des nanomatériaux promet non seulement un développement économique positif, mais aussi d'importantes améliorations dans les secteurs de la santé et de la protection de l'environnement. Malgré des progrès rapides dans le développement de nanomatériaux et un nombre croissant de produits basés sur des nanomatériaux disponibles dans le commerce, il reste beaucoup à apprendre sur l'exposition de l'être humain et de l'environnement aux nanomatériaux. Au niveau international, ce sujet a déjà incité plusieurs initiatives de recherche.

La Suisse est déjà en tête en ce qui concerne la recherche dans les nanosciences et les nanomatériaux. En encourageant une recherche innovante et interdisciplinaire, le PNR 64 devrait aider la Suisse à maintenir cette position, tout en générant des bénéfices pour son économie, son industrie et son marché du travail. Il devrait également permettre que la Suisse soit le chef de file dans l'évaluation des risques et dans les aspects réglementaires.

Ce programme inclut des objets à l'échelle nanométrique et des nanocomposites susceptibles de retourner à l'état de particule à n'importe quel stade de leur cycle de vie (par migration, érosion, etc.). Le programme se concentre exclusivement sur les nanomatériaux manufacturés, c.-à-d. des composés synthétiques ayant des composants structuraux tels que fibres et particules ayant au moins une dimension à l'échelle nanométrique, typiquement 100 nm. La préférence est donnée aux nanomatériaux ayant une haute probabilité d'entrer en contact avec l'être humain ou l'environnement.

Au niveau nanométrique, le comportement des électrons d'un matériau est altéré, ce qui à son tour peut changer sa façon de conduire l'électricité et la chaleur et d'interagir avec la radiation électromagnétique. D'autre part, les matériaux modifiés à l'échelle nanométrique peuvent entrer dans des endroits inaccessibles à des matériaux plus grands, ce qui conduit à de nouvelles utilisations. Ces comportements peuvent également avoir des conséquences sur la nocivité potentielle des nanomatériaux synthétiques.

Les projets devront tenir compte de la capacité des nanomatériaux à interagir avec les systèmes biologiques de manière différente à celle d'un matériau particulaire plus grand (100 nm et plus) et molécules individuelles. La connaissance de cette différence peut s'avérer utile lors de la manipulation de nanomatériaux en général et dans un grand champ d'applications. Il peut également aider à créer des mesures de sécurité. Il est essentiel de développer des techniques modernes et innovantes ainsi que de nouveaux modèles pour étudier ces effets biologiques.

En conséquence, les projets doivent être multidisciplinaires, proposer une collaboration étroite entre les sciences des matériaux et la recherche relative aux risques et être orientés vers la pratique. Les projets interdisciplinaires et transdisciplinaires sont encouragés. La nature clairement orientée vers la pratique du programme doit également encourager les écoles techniques ("Fachhochschulen") et des établissements fédéraux de recherche ("eidgenössischen orschungsanstalten") à soumettre leurs propres projets de façon indépendante ou en collaboration avec d'autres écoles techniques, établissements fédéraux de recherche ou universités. Il est possible de déposer des esquisses individuelles dans le cadre d'un consortium (ensemble de projets). Il faut toutefois veiller à ce que les esquisses individuelles faisant partie d'un ensemble de projets puissent être évaluées et jugées en tant qu'esquisses individuelles.

Le 28 novembre 2007, le Conseil fédéral a mandaté le Fonds national suisse (FNS) pour la réalisation du programme national de recherche «Opportunités et risques des nanomatériaux» (PNR 64). Une enveloppe financière de CHF 12 million a été approuvée pour ce programme. Le Conseil national de la recherche du FNS a élu un comité de direction pour l'administration stratégique du programme. Le plan d'exécution a été approuvé par le chef du Département fédéral de l'intérieur (DFI) le 24 septembre 2009.

1.2 La recherche au niveau national et international

Un nombre significatif d'institutions et organisations suisses internationalement reconnues sont actives dans le domaine des nanomatériaux.

- PRN Matériaux aux propriétés électroniques exceptionnelles (MaNEP), leading house à l'Université de Genève
- PRN Nanosciences (NCCR Nanoscale Science), leading house à l'Université de Bâle
- PNR 62 Matériaux intelligents
- nano-tera.ch - l'initiative suisse pour les systèmes santé-sécurité-environnement
- Centre de compétence Science des matériaux et technologie (CCMX) du domaine des EPF
- Plateforme microsciences et nanosciences (MNSP), ETH Zürich
- Materials Research Centre (MRC), ETH Zürich
- Science et génie des matériaux, EPF Lausanne
- Institut de microtechnique, EPF Lausanne
- Nanoscale material science, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)
- Nanotech@surfaces, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)
- Fribourg Centre for Nanomaterials (FriMat) Université de Fribourg
- Adolphe Merkle Institute (AMI) Université de Fribourg
- Swiss Nanoscience Institute (SNI) Université de Bâle
- Plan d'action « Nanomatériaux synthétiques » (OFSP, OFEV et SECO)
- ERA-Net Nanomedicine, leading house à l'Université de Bâle

En particulier, le pôle de recherche national (PRN) Nanosciences est axé sur les aspects fondamentaux et quantitatifs de l'échelle « nano » comme discipline des

sciences naturelles. Le plan d'action « Nanomatériaux synthétiques » a été établi par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et le Secrétariat d'État à l'économie (SECO). L'un des objectifs du plan d'action est de créer des conditions-cadres réglementaires pour une utilisation responsable des nanoparticules synthétiques pendant leur production, leur utilisation et leur élimination. L'ERA-Net Nanomedicine est un réseau lancé par CLINAM (Clinical NanoMedicine, www.clinam.org), pour établir un centre européen de recherche en nanomédecine clinique à Bâle.

À l'échelle internationale, la recherche de nouveaux nanomatériaux innovants et leurs applications ainsi que des plans d'action pour établir des recommandations et des règlements spécifiques aux nanomatériaux s'accroissent en Europe et dans d'autres pays, par exemple : le SPP 1313 "Biological responses to nanoscale particles" du DFG,¹ les projets de nanotechnologies d'ERA-Net,² la National Nanotechnology Initiative aux États-Unis,³ l'initiative IMPART – Nanotox du Sixième programme-cadre de la Commission européenne,⁴ le Groupe de travail sur les nanomatériaux manufacturés de l'OCDE (GTNM)⁵ et sa base de données de recherche pour une coopération internationale,⁶ le comité scientifique pour les risques sanitaires émergents et nouvellement identifiés SCENIHR,⁷ les initiatives nationales sur les implications éthiques, légales et sociales (ELSI) des nanomatériaux et le NanoImpactNet Programme de la CE.⁸

Beaucoup de nouveaux projets européens débutent en 2009 mais peu de détails sont encore disponibles. L'UE essaye également de grouper de tels projets pour coordonner les activités et pour permettre le partage de ressources et d'expertise entre eux; toutefois leurs structures n'ont pas encore été établies.

Le PNR 64 bénéficierait clairement des connections internationales et son intégration dans un réseau international au niveau de projet, aussi bien que de programme, est donc encouragée.

Le PNR 64 est conçu pour compléter les programmes mentionnés ci-dessus, en particulier le plan d'action « Nanomatériaux synthétiques », PRN Nanosciences, et le PNR 62 Matériaux intelligents.

2. Buts du programme de recherche

Le PNR 64 devrait favoriser l'identification d'opportunités surgissant de l'utilisation des nanomatériaux dans les domaines de la santé, de l'environnement et des ressources naturelles et en même temps aider à identifier les risques possibles sur la santé et l'environnement liés aux nanomatériaux. Les buts à atteindre à la fin du programme sont les suivants :

¹ http://www.uni-due.de/~hb0082/website/homepage/univer/startseite_83/de/de_startseite_univer_1.php

² http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/pressroom_projects_nmp7.htm

³ <http://www.nano.gov/>

⁴ <http://www.impart-nanotox.org/>

⁵ http://www.oecd.org/departement/0,3355,en_2649_37015404_1_1_1_1_1,00.html

⁶ http://www.oecd.org/document/26/0,3343,en_2649_37015404_42464730_1_1_1_1,00.html

⁷ http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/scenihr_opinions_en.htm#nano

⁸ http://www.nanoimpactnet.eu/object_class/nano_men_home.html

- Pourvoir les données nécessaires au développement d'outils et méthodes pour contrôler et évaluer le comportement des nanomatériaux et leur impact potentiel, pendant toutes les étapes de leur cycle de vie, sur l'être humain, l'environnement et la flore et la faune dans des environnements différents (air, sol, eau).
- Fournir les bases scientifiques pour développer des outils permettant de maximiser les bénéfices et de réduire au minimum les risques pour la santé humaine et pour l'environnement provenant de l'utilisation des nanomatériaux synthétiques durant leur cycle de vie.
- Produire les données soutenant le développement et l'implémentation de produits et technologies sûrs et efficaces, basées sur les nanomatériaux.
- Procurer l'information nécessaire au gouvernement, aux fabricants et aux distributeurs afin qu'ils puissent définir des procédures et règlements de travail.

Un autre but de ce programme est d'améliorer et de renforcer l'expertise et les compétences suisses dans le développement de nanomatériaux innovants aussi bien que dans l'évaluation des risques. A la fin du PNR 64, les projets ayant abouti dans le cadre de ce programme sont encouragés à chercher d'autres outils de soutien, y compris ceux offerts par le FNS (www.snf.ch), pour la continuation de leur projet.

3. Principaux thèmes de recherche

Les projets soumis dans le contexte de ce programme doivent étudier les opportunités et les risques concomitants des nanomatériaux durant les différentes étapes de leur cycle de vie. Ils doivent être intégrateurs (investigation des risques et des bénéfices), proposer une étude de risques pour des applications pratiques commercialement pertinentes ou adopter une approche de cycle de vie pour l'identification et l'évaluation des risques. La recherche relative aux risques peut inclure des études d'exposition et/ou de risque (toxicité) pour l'être humain et l'environnement. Les projets ayant une collaboration évidente entre les sciences des nanomatériaux et la recherche relative aux risques, par exemple en établissant un lien avec des projets de développement de matériaux existants, seront favorisés.

La priorité sera également accordée aux projets portant sur l'étude et la conception de manières de minimiser l'exposition; aux projets portant sur le développement de nouveaux nanomatériaux ou la modification de nanomatériaux existants, pour autant qu'ils intègrent une évaluation de risques; aux projets étudiant l'interaction de nanomatériaux avec les systèmes biologiques ; aux projets proposant la caractérisation physico-chimique de nanomatériaux; aux projets traitant de nanomatériaux dans les denrées alimentaires, les emballages d'aliments et les compléments alimentaires; aux projets étudiant des nanomatériaux aux propriétés nouvelles ou considérablement altérées (améliorées ou empirées) suite à leur diminution de taille, sous réserve que le plan d'étude inclue des contrôles de taille plus grande que les matériaux de taille nanométrique étudiés ; aux projets examinant la sensibilité aux risques de l'être humain ou d'autres organismes (avec attention particulière aux groupes vulnérables) ; aux projets explorant le cycle de vie, l'exposition et les risques liés aux nanomatériaux et aux projets étudiant l'utilisation de nanomatériaux dans les produits cosmétiques. Dans tous les cas, il

est fortement recommandé d'effectuer des analyses comparatives du comportement et des propriétés du matériau nanométrique sous sa forme non-nanométrique.

De même, les projets proposant des applications multiples pour un nanomatériau, les projets examinant l'utilisation de nanomatériaux pour des applications environnementales ou les projets déterminant l'impact des nanomatériaux sur l'homme et l'environnement ou étudiant le sort et le comportement des nanomatériaux dans l'environnement sont encouragés.

Par ailleurs, la priorité est également accordée aux projets proposant des approches intégratives et multidisciplinaires incluant le développement d'un matériau et ses applications pratiques, ainsi qu'aux projets de recherche ciblée qui comportent simultanément une approche de recherche fondamentale et appliquée.

Les projets traitant exclusivement du développement d'outils de criblage, de mesure ou d'applications matérielles classiques ne seront pas pris en compte. De même, les projets centrés sur des nanomatériaux fortuits, en particulier les nanomatériaux résultant de processus de combustion, par exemple les particules diesel (à l'exception des additifs pour carburants) ; les projets sans caractérisation physico-chimique appropriée et les projets se concentrant sur des nanotechnologies ne seront pas pris en compte.

Les applications peuvent faire partie d'un seul module ou s'étendre sur plusieurs.

3.1 Module 1 : Applications médicales

De nouveaux nanomatériaux conduisent à des percées dans le développement de nouveaux médicaments et appareils médicaux et commencent à estomper la distinction entre les deux. L'apparition d'agents médicaux synthétiques à base de nanoparticules engendre une nouvelle génération de médicaments multifonctionnels et ciblés. Ces médicaments combinent les caractéristiques des médicaments conventionnels et des dispositifs pour diagnostiquer et traiter des maladies in situ, créant des traitements localisés utilisant moins d'agents actifs pour un plus grand effet. Cependant, la nature peu usuelle de ces médicaments synthétiques à base de nanomatériaux soulève des questions au sujet de leur impact possible sur la santé, qui ne peut pas être identifié à l'aide de techniques conventionnelles. Le transport, la bioaccumulation, les mécanismes d'action, les voies métaboliques peu usuelles (ou même absentes) et les voies d'excrétion de ces nouveaux médicaments soulèvent des nouveaux défis quant à l'évaluation de leur sécurité. Là où les agents sont biopersistants, de nouvelles approches pourraient être nécessaires pour évaluer l'impact à long terme sur la santé humaine et sur l'environnement, après l'excrétion.

Ceci inclut la détermination du potentiel d'exposition pouvant se produire à toutes les étapes du cycle de vie d'un nanomatériau ; le développement d'approches appropriées à la caractérisation d'un matériau, à l'estimation de l'exposition et à la caractérisation des doses ; l'exploration de la transformation d'un matériau et son impact sur l'exposition, le transport et la toxicité ; l'étude des mécanismes d'action biologiques ; et l'établissement d'analyses de toxicité spécifiques aux nanomatériaux. En outre, étant donné que le développement de nouveaux nanomatériaux synthétiques dépasse la capacité d'effectuer en parallèle des

évaluations quantitatives de risques, de nouvelles approches à l'évaluation et à la gestion des risques sont nécessaires, permettant ainsi la prise de décisions à partir d'un nombre limité de données.

Ce module inclut des études concernant le mécanisme d'absorption (à différents niveaux, y compris les organes, les tissus et les cellules) et l'influence des particules sur les fonctions cellulaires indépendamment de l'application (administration de médicaments, imagerie, etc.). D'autres applications incluent l'utilisation de nanomatériaux dans des implants. Il est important d'estimer la réaction du corps à ces implants et leur stabilité. Il faut également évaluer l'usure de l'implant, qui pourrait avoir comme conséquence le dégagement de nanomatériaux particuliers, ainsi que leur sort.

Les projets centrés sur l'application de nanomatériaux ou de nanotechnologies dans des appareils médicaux, des implants ou dans l'imagerie ne seront pas pris en compte s'ils ne sont pas liés aux investigations décrites ci-dessus.

3.2 Module 2 : Environnement

Les nanomatériaux synthétiques peuvent survenir dans l'environnement par leur dissémination intentionnelle pour des applications dans l'assainissement ou le contrôle de l'environnement. En outre, ils peuvent être libérés en tant que composants de l'effluent de fabrication, par l'utilisation (et la dégradation) des produits contenant des nanomatériaux, ainsi que par l'élimination de ces derniers. Bien qu'il y existe une base de connaissances sur les particules nanométriques dans l'environnement, ceci ne permet pas d'estimer avec précision la dissémination, le transport, la transformation, l'accumulation et l'impact éventuel sur l'environnement des nanomatériaux synthétiques.

La transformation des nanomatériaux pendant leur cycle de vie, y compris l'agglomération, la désagglomération et l'interaction avec d'autres substances dans l'environnement, constitue un défi particulier à la compréhension des impacts potentiels.

De nouvelles recherches sont nécessaires pour permettre l'évaluation et la gestion de l'impact des nanomatériaux synthétiques sur l'environnement pendant l'intégralité de leur cycle de vie - depuis leur création jusqu'à leur élimination et leur recyclage.

3.3 Module 3 : Denrées alimentaires et biens de consommation

Fournir de la nourriture abondante, accessible, attirante, saine et inoffensive à une population croissante dépendra du développement et de l'implémentation de nouvelles technologies. Les nanomatériaux synthétiques ont le potentiel d'améliorer l'efficacité de la production, d'augmenter la sécurité des aliments, de prolonger la durée de conservation, d'accroître la valeur nutritive et d'améliorer l'aspect esthétique des aliments. Cependant, il existe des barrières scientifiques et perceptuelles de grande portée concernant la sécurité des nanomatériaux qui doivent être surmontées si l'on veut trouver une utilisation durable pour les nanomatériaux synthétiques dans les denrées alimentaires. Par exemple, peu de choses sont connues actuellement sur l'impact des taux de dosage améliorés

résultant des composants nutritionnels nanométriques, ou sur le transport biologique des matériaux attachés aux nanoparticules modifiées. Là où des nanomatériaux synthétiques sont incorporés aux procédés alimentaires ou à l'emballage, ou sont introduits en tant qu'additifs alimentaires, il est peu clair si les contrôles courants évaluent correctement leurs impacts potentiels sur la santé. De plus, peu de choses sont connues sur la façon dont le profil de risque d'ingrédients conventionnels synthétisés à l'échelle nanométrique est modifié, et sur la façon d'assurer leur utilisation en toute sécurité.

Des nanomatériaux synthétiques simples sont déjà incorporés à une gamme de produits de consommation, allant des textiles et des plastiques incorporant des nanoparticules d'argent, aux articles de sport construits à partir de composites à base de nanotubes de carbone, et aux cosmétiques basés sur des ingrédients nano-encapsulés. Actuellement peu de choses sont connues quant à la nature et l'ampleur des nanomatériaux utilisés dans des produits de consommation, si ces matériaux présentent plus de risques pour le consommateur, ou comment leur utilisation peut être assurée de façon à ne présenter aucun danger. Les défis pour la recherche incluent l'estimation des caractéristiques des nanomatériaux synthétiques dans les produits de consommation, l'évaluation de leur potentiel d'exposition et de dissémination dans l'environnement et leur impact sur l'homme et l'environnement. L'élimination en toute sécurité et la réutilisation efficace des produits de consommation contenant des nanomatériaux synthétiques posent des défis particuliers à la recherche.

3.4 Module 4 : Energie et construction

Les applications dans les domaines de l'énergie et de la construction incluent souvent des nanomatériaux incorporés à une matrice. Ces applications sont très variées, ayant le potentiel de maintenir et d'améliorer considérablement la qualité de la vie humaine, de soutenir l'utilisation durable et efficace des ressources naturelles et d'améliorer la protection de l'environnement. Il est possible d'imaginer de telles technologies pouvant permettre une conversion, un stockage et un transport plus efficaces de l'énergie. De même, dans la construction, ceci pourrait inclure une meilleure utilisation des ressources naturelles et des matériaux, où les matériaux de construction possèderaient des propriétés améliorées. Néanmoins, les nouveaux nanomatériaux développés à l'heure actuelle pour des applications dans les domaines de l'énergie et de la construction devront subir une évaluation de risques sur l'ensemble de leur cycle de vie pour garantir une utilisation sans risques pour l'homme et l'environnement.

3.5 Module 5 : Nanomatériaux innovants

Les modules précédents se rapportent à des applications clairement établies, dans des domaines bien définis, tandis que ce module permet de tenir compte de matériaux complètement nouveaux et précédemment non définis et de leurs applications. Les nanomatériaux innovants sont ceux conduisant à des percées imprévues dans les capacités technologiques et qui sont non-évidentes c.-à-d. qui ne peuvent pas être prédites à partir de l'état des connaissances. Ils ont le potentiel de mener à des nanomatériaux nouveaux plutôt que d'ajouter tout simplement de la valeur aux technologies existantes.

Un exemple d'un nanomatériau innovant menant à de nouvelles technologies est l'utilisation de fluides complexes dans les vêtements de protection, lesquels durcissent au moment de l'impact. Un autre exemple : les nanoparticules d'or avec un comportement paramagnétique pouvant être utilisées comme agent de contraste pour les IRM.

Les nanomatériaux innovants constituent des défis uniques à l'évaluation scientifique des risques, puisque très souvent il existe peu de matériaux semblables et donc peu d'information sur les risques pour l'homme et l'environnement.

4. Conséquences pratiques et public-cible

4.1 Conséquences pratiques

Les conséquences pratiques des nanomatériaux sont clairement démontrées par l'existence de plusieurs produits disponibles sur le marché et de compagnies industrielles florissantes. Une visibilité de la Suisse au niveau international est de la plus grande importance. En plus de promouvoir le progrès scientifique, ce programme renforcera la position de la Suisse comme centre d'innovation en haute technologie. La recherche interdisciplinaire sera améliorée et de nouvelles compétences seront établies.

Le PNR 64 ne devrait en principe pas générer de produits directement commercialisables. Cependant, les données recueillies dans le cadre de recherches intensives et intégrées explorant les risques possibles des produits basés sur des nanomatériaux devraient servir de base au développement de produits durables. Elles devraient également permettre une meilleure compréhension du domaine en partant de faits scientifiques, d'améliorer les connaissances générales sur le sujet et, de ce fait, promouvoir un débat public éclairé. Finalement, elles devraient constituer le fondement permettant aux autorités et organismes régulateurs d'établir des recommandations et des réglementations portant sur l'ensemble du cycle de vie des produits basés sur des nanomatériaux.

4.2 Public-cible

Il devient pratique courante de construire des structures de plus en plus petites, à partir d'atomes et de molécules. Les propriétés des matériaux résultants commencent à diverger de celles associées aux versions macroscopiques de ces matériaux. Le comportement de ces matériaux est dominé par la chimie de surface du fait de l'augmentation significative du rapport entre atomes de surface et atomes à l'intérieur du matériau. Ces caractéristiques créent de nouvelles opportunités d'un grand intérêt économique, public et scientifique, mais ont également des conséquences sur la nocivité potentielle des nanomatériaux synthétiques pour l'homme et l'environnement.

Lorsque les paramètres de risques et d'opportunités seront mieux compris, le marché potentiel pour des produits à haute performance basés sur des nanomatériaux est énorme. D'un point de vue économique, les nanomatériaux prometteurs pour l'avenir incluent ceux pouvant être utilisés dans les technologies de l'information, l'électronique, les matériaux de construction, les appareils

électroménagers, les textiles, les cosmétiques, les aliments, la technologie environnementale et la médecine.

Le savoir-faire nécessaire existe dans la communauté scientifique suisse. Elle couvre un large éventail de disciplines et emploie des scientifiques provenant de domaines très différents, tels que les sciences naturelles, la chimie, la physique, la médecine, la biologie, la pharmacie, les sciences et technologies de l'environnement, l'ingénierie, les sciences des matériaux et les mathématiques. Ces scientifiques se trouvent dans de différentes institutions du domaine des EPF (ETHZ, EPFL, PSI, EMPA, EAWAG, WSL), les universités de Bâle, Berne, Fribourg, Genève, Neuchâtel et Zurich, dans plusieurs hautes écoles, de même qu'au Centre Suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM). Cette large couverture institutionnelle illustre la nature hautement interdisciplinaire du PNR 64 et aidera à établir les liens nécessaires dans le cadre du programme entre la recherche fondamentale et appliquée. Par conséquent, on peut également s'attendre à ce que le programme promeuve non seulement la recherche dans un des domaines technologiques clé, mais favorise aussi l'enseignement de la recherche interdisciplinaire et à l'interface de la recherche fondamentale et de l'application industrielle.

5. Procédure de dépôt des requêtes

Le plan d'exécution ainsi que les directives, règlements et formulaires pertinents pour le dépôt des requêtes via le portail « mySNF » sont disponibles sur le site web du FNS : www.snf.ch

Une procédure de dépôt en deux étapes sera appliquée : des esquisses de projet sont soumises en un premier temps, suivies de requêtes de recherche. Les esquisses et requêtes seront évaluées par un groupe d'experts de renommée internationale. En conséquent elles doivent être rédigées en anglais.

Les esquisses de projet et les requêtes doivent être soumises électroniquement via le portail « mySNF ». Afin de pouvoir utiliser « mySNF », un enregistrement préalable en tant qu'utilisateur est nécessaire, sur la page d'accueil de « mySNF » (www.mysnf.ch). Les comptes utilisateurs déjà activés sont normalement encore valables et permettent un accès illimité à tous les instruments de soutien du FNS. Les nouveaux comptes utilisateurs doivent être sollicités au plus tard deux semaines avant le délai de dépôt des requêtes afin de pouvoir soumettre les documents en temps voulu. L'envoi des requêtes par courrier postal n'est possible que dans des cas exceptionnels, après accord du FNS.

Les requêtes de recherche doivent être conformes aux directives du FNS et se limiter à une durée de 36 mois au maximum. Se basant sur l'évaluation de rapports intermédiaires, le comité de direction décidera si certains projets peuvent être prolongés pour un maximum de 24 mois.

La collaboration avec des groupes de recherche internationaux est encouragée, lorsqu'une valeur ajoutée peut être obtenue par ce biais ou lorsque la recherche suisse peut être enrichie au niveau de la méthode ou du contenu par un apport étranger. À cette fin, le FNS a conclu des accords avec de divers organismes de

financement gouvernementaux. Dans certains cas, le financement du partenaire de recherche étranger est possible. Pour plus de renseignements sur ces arrangements, visitez le site web www.snf.ch. Le secrétariat est à la disposition des parties concernées afin de déterminer ensemble du mode de financement le plus approprié pour le partenaire étranger.

Les bénéficiaires des subsides versées par le FNS ne paient pas de TVA (Loi Fédérale sur la TVA, [SR 641.20], art. 33, alinéa 6), étant donné que ce dernier n'attribue pas de mandats ou contrats de recherche dans le cadre des programmes, mais uniquement des contributions pour promouvoir la recherche scientifique en Suisse.

5.1 Esquisses de projet

Les chercheurs intéressés doivent soumettre une esquisse, la date limite de soumission étant le 14 janvier 2010. Les esquisses doivent contenir les informations suivantes :

A. À soumettre électroniquement, au moyen du formulaire prédéfini :

- Données de base et résumé
- Collaborations sur le plan national et international
- Estimation des coûts en personnel et matériel (budget).

B. À joindre en tant que fichiers PDF à télécharger sur la plate-forme « mySNF » :

- Hypothèse de recherche et but du projet
- État de la recherche
- Méthodologie
- Calendrier et étapes-clés
- Potentiel d'application des résultats
- Références
- Un CV et une liste des cinq publications principales dans le domaine de l'application, pour chaque requérant (chacune de deux pages maximum)

Pour la description du projet mentionnée ci-dessus, il est impératif d'utiliser le document Word mis à disposition sur le portail mySNF. Il doit être rempli en anglais et est à remettre en fichier PDF. Il ne doit pas dépasser cinq pages.

Les esquisses font l'objet d'une évaluation scientifique internationale (peer review). Sur la base des rapports des experts et de sa propre évaluation, le comité de direction décidera des esquisses qui méritent d'être développées en requêtes de recherche (voir les critères énumérés ci-dessous).

5.2 Requêtes de recherche

Lors de la deuxième étape de la procédure de dépôt des requêtes, le comité de direction invite les auteurs des esquisses qui ont été retenues à soumettre une requête de recherche. Les requêtes doivent être soumises via le portail « mySNF » (voir ci-dessus) et respecter les directives du FNS.

Les requêtes de recherche feront l'objet d'une évaluation scientifique internationale (peer review). Les requérants principaux seront ensuite invités à présenter leurs projets au comité de direction. Suite à cette étape d'évaluation, le comité de direction émet des recommandations pour le Conseil National de la Recherche (Division IV ; Présidence) quant au rejet ou l'approbation des requêtes de recherche soumises.

5.3 Critères de sélection

Le secrétariat de la Division IV vérifiera que les requêtes répondent aux critères formels, tels que l'exhaustivité de la requête, un format de présentation adéquat et sa soumission en temps voulu. Les esquisses de projets et les requêtes de recherche ne remplissant pas aux critères formels ne seront pas soumises à une expertise.

L'évaluation des esquisses de projet et des requêtes de recherche se fait sur la base des critères ci-après :

- **Qualité scientifique et originalité** : sur les plans théorique et méthodologique, les projets doivent correspondre au niveau actuel des connaissances et aux standards scientifiques internationaux de la recherche.
- **Faisabilité et conformité aux buts du PNR 64** : les projets doivent être conformes aux objectifs scientifiques décrits dans le plan d'exécution et s'inscrire dans son cadre général.
- **Application et valorisation** : les programmes nationaux de recherche doivent se concentrer sur des résultats/objectifs pertinents menant à des applications pratiques potentielles. Les projets clairement orientés vers la pratique sont donc considérés comme prioritaires.
- **Personnel et infrastructure** : les travaux doivent pouvoir être réalisés dans un cadre adéquat sur le plan de l'infrastructure et du personnel.

6. Calendrier et budget

Le calendrier suivant est prévu pour le PNR 64 :

Publication de la mise au concours :	22 octobre 2009
Dépôt des esquisses de projet :	14 janvier 2010
Invitation à soumettre des requêtes de recherche :	mi-avril 2010
Décision finale relative aux requêtes de recherche :	fin octobre 2010
Début de la recherche :	1 ^{er} décembre 2010

L'enveloppe financière pour ce PNR est de CHF 12 millions pour une durée de recherche de cinq ans. Les moyens disponibles seront répartis entre les différents modules de recherche et les différentes activités administratives comme suit :

Module 1: Applications médicales	CHF 2 550 000, (21%)
Module 2: Environnement	CHF 2 550 000, (21%)

Module 3: Denrées alimentaires et biens de consommation	CHF 2 040 000, (17%)
Module 4: Energie et construction	CHF 2 040 000, (17%)
Module 5: Nanomatériaux innovants	CHF 1 020 000, (9%)
Valorisation et administration	CHF 1 800 000, (15%)

7. Organisation

Comité de direction

Prof. Dr Peter Gehr, Institut d'anatomie, Faculté de médecine, Université de Berne, CH (**Président**)

Prof. Dr Vicki Stone, School of Life Sciences, Edinburgh Napier University, Edinburgh, R.-U.

Prof. Dr Ueli Aebi, M.E. Müller Institute for Structural Biology, Biozentrum, Université de Bâle, CH

Prof. Dr Heinrich Hofmann, Laboratoire de technologie des poudres, Institut des matériaux, EPFL, Lausanne, CH

Prof. Dr Patrick Hunziker, Cardiologie, Département de médecine interne, Hôpital cantonal de Bâle, CH

Prof. Dr. Andrew Maynard, Director, Risk Science Center, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA.

Prof. Dr Wolfgang Parak, Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg, D

Prof. Dr Anders Baun, NanoDTU, Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, DK

Délégué de la Division IV du Conseil national de la recherche

Prof. Dr Peter Schurtenberger, Adolphe Merkle Institute, Université de Fribourg, CH

Coordinatrice du programme

Dr Marjory Hunt, Fonds national suisse (FNS), Berne

Chargé du Transfer de Connaissances

Mark Bächer, Life Science Communication AG, Zürich

Représentant de l'administration fédérale

Dr Christof Studer, Office fédéral de la santé publique OFSP (dès le 1^{er} nov. 2009), Bern

Pour le Secrétariat d'Etat à l'éducation et à la recherche (SER)

Dr Claudine Dolt, SER, Berne

Fonds national suisse de la recherche scientifique
Wildhainweg 3
Case postale 8232
CH-3001 Berne
Tél. +41 (0)31 308 22 22
Fax +41 (0)31 305 29 70
E-mail pnr64@snf.ch
www.snf.ch
www.pnr64.ch

© 06.10.2009