



**Programmation 2009
de l'Agence Nationale de la Recherche**

Introduction.....	5
Non thématique.....	9
Chaires d'excellence	13
Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs	15
Blanc.....	17
Retour post-doctorants	21
Transversal.....	25
Contaminants, Ecosystèmes et Santé (CES)	27
SYSCOMM : Systèmes complexes et modélisation mathématique	35
Biologie - Santé.....	39
Programme interdisciplinaire de recherches sur les systèmes moléculaires et cellulaires, et d'innovation biomédicale (PIRIBio).....	45
Appel à projets transnational sur la nanomédecine, dans le cadre de l'Eranet EURONANOMED.....	49
Physiopathologie moléculaire : des maladies rares aux maladies communes (GENOPAT).....	53
Programme bilatéral ANR-BMBF sur la Génomique et Physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques - Genomics and Physiopathology of cardiovascular and metabolic diseases (ANR-BMBF-2009)	57
Maladies neurologiques et maladies psychiatriques (MNP).....	61
Appel à projets transnational sur les maladies neurodégénératives, dans le cadre de l'Eranet NEURON	65
Maladies infectieuses, immunité et environnement (MIE)	69
Appel à projets transnational sur les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux, dans le cadre de l'Eranet EMIDA	73
Biotechnologies	77
Technologies pour la santé et l'autonomie.....	85
Programme transnational sur l'assistance à la vie autonome, (Ambient Assisted Living - AAL169)	91
Recherches en Santé Publique (PRSP).....	95
Ecosystèmes et développement durable.....	99
ALIA : ALimentation et Industries Alimentaires	103
SYSTEMERRA : Systèmes, Territoires, Ressources vivantes et Agricultures	111
La 6 ^{ème} extinction : quantifier la perte de diversité biologique ; comprendre et agir sur les processus écologiques, économiques et sociaux qui l'accompagnent et ERAnet Biodiversa	121
Génomique et Biotechnologies végétales	131
Energie durable et environnement	139
Bioénergies.....	143
Hydrogène & piles à combustible (H-PAC)	153
Stock-E - Stockage innovant de l'énergie	161
VTT - Véhicules pour les Transports Terrestres.....	169
EESI : Efficacité Energétique et réduction des émissions de CO ₂ dans les Systèmes Industriels.....	179
HABISOL : HABitat Intelligent et SOLaire Photovoltaïque	189
Villes durables.....	197
ECOTECH : Production durable et technologies de l'environnement	205
CEP - Changements Environnementaux Planétaires	215

RiskNat - Risques naturels : compréhension et maîtrise.....	225
Les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication.....	235
Domaines Emergents (DEFIS).....	241
Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures (ARPEGE).....	247
VERSO : Réseaux du futur et Services.....	253
Contenus et Interactions.....	261
Conception et Simulation (COSINUS).....	269
Nanosciences, Nanotechnologies, Nanosystèmes : P3N et ERAnet Nanosciera.....	277
RTB : Recherche Technologique de Base.....	287
Sciences humaines et sociales.....	293
Sciences, technologies et savoirs en sociétés. Enjeux actuels, questions historiques.....	297
Enfants et enfance.....	303
Ingénierie, procédés et sécurité.....	311
MatetPro : Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants.....	315
Concepts systèmes et outils pour la sécurité globale.....	321
Chimie et procédés pour le développement durable.....	331
Partenariats et compétitivité.....	337
Programme Inter Carnot-Fraunhofer (PICF).....	341

Introduction à la programmation 2009 de l'Agence Nationale de la Recherche

Dans le cadre de la politique de recherche définie par le Gouvernement, l'Agence Nationale de la Recherche a pour mission de financer et de promouvoir le développement de recherches fondamentales, appliquées et finalisées, l'innovation et le transfert technologique et le partenariat entre le secteur public et le secteur privé.

Les financements de l'ANR sont destinés à financer de la recherche par projets sélectionnés selon des critères d'excellence¹. Par définition, ces financements ne sont pas récurrents. Ils contribuent à accélérer et amplifier des sujets de recherche et des thématiques prioritaires à la frontière des connaissances. Ce mécanisme d'accélération et d'amplification représente 8 % de la DNRDA². Il est complémentaire au financement des universités et des organismes de recherche qui ont en charge l'émergence des sujets et thèmes de recherche et le fonctionnement des équipements grâce à des financements récurrents. Pour réaliser sa mission, l'ANR met en œuvre une programmation qui se renouvelle donc d'année en année. La programmation 2009 assure, dans la continuité, l'adaptation des programmes élaborés en 2008 et propose de nouveaux programmes.

L'ANR a un rôle d'accélération et d'amplification en fonction de priorités

Comme le signale le rapport « Education et Croissance » du CAE³, la France, comme la plupart des pays européens a des difficultés à passer d'un modèle d'imitation, caractéristique d'une économie en phase de rattrapage – celui des trente glorieuses-, à un modèle d'innovation continue, qui lui permettrait de se maintenir au voisinage de la « frontière technologique ». Cela suppose, entre autres, que la programmation de la recherche soit particulièrement agile à saisir rapidement les domaines nécessitant une accélération et une amplification⁴. Cela implique aussi de savoir arrêter ces accélérations et de le faire en lien avec la stratégie des grands opérateurs de la recherche. La programmation est donc un mécanisme qui a l'impérative obligation de ne pas favoriser la récurrence des financements et, symétriquement, de favoriser le renouvellement permanent des thèmes.

Il reste que l'ANR assure une permanence de trois ans a minima (soit au moins cinq à six ans de recherche), des programmes thématiques et que les programmes non thématiques, dès lors qu'ils permettent une absolue liberté d'orientation par les porteurs de projet

¹ La méthode de sélection a fait l'objet d'une certification ISO9001 obtenue en juin 2008.

² Dépense de recherche publique : Dépense Nationale de Recherche des Administrations.

³ Aghion, P. et Cohen, E. (2004) Education et croissance, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, Paris, La Documentation Française. Thème repris dans le rapport « Recherche et Innovation en France » des sénateurs J. Kergueris et C. Saunier, rapport 392 – 11 juin 2008.

⁴ Selon le Conseil de prospective de l'ANR de juin 2008.

(financement dans tous les domaines et toutes les disciplines), suivent les priorités que les chercheurs établissent eux-mêmes. Les programmes non thématiques et en particulier le programme blanc pourraient se voir doter de financements supérieurs afin de favoriser cette liberté.

L'ANR propose une programmation qui est le résultat d'une large consultation

Pour renouveler la programmation, l'ANR a mis en place un large dispositif de consultation qui comprend les phases suivantes :

- Lancement d'une consultation épistolaire auprès des établissements de recherche, universités et grandes écoles, entreprises, pôles de compétitivité, académies et administrations : 567 lettres, donnant lieu à 110 contributions exprimant 420 propositions ;
- Examen des propositions et des résultats et des travaux de prospective existants par les huit Comités sectoriels (soit 230 personnes) qui élaborent les bases des contenus des programmes ; ces Comités comprennent notamment les directions scientifiques des organismes de recherche et les nouveaux directeurs des Instituts nationaux ;
- Consultation complémentaire des directions d'organismes et consultation des administrations ;
- Consultation des Comités de Pilotage des programmes en cours.

Sur cette base, et après élimination des redondances, l'ANR propose les fiches qui sont ici assemblées. Ce dispositif permet notamment de proposer des champs thématiques originaux situés aux interfaces entre grands domaines thématiques ou disciplines habituellement disjoints (par exemple « Contaminants, écosystèmes et santé », ou « Neurosciences et Sciences et techniques de l'information et la communication »).

Chaque programme thématique est défini comme devant se situer à la conjonction de deux grands objectifs :

- Répondre à des enjeux importants du point de vue de la société : enjeux économiques et sociaux (compétitivité, productivité, emploi, sécurité, enjeux industriels, enjeux de politique publique, enjeux éducatifs), enjeux écologiques et environnementaux (pollutions, dégradation des écosystèmes, effet de serre...)
- Répondre à des enjeux de science et de technologie (avancement des connaissances, proximité de la frontière scientifique et technologique, nouveaux domaines disciplinaires, nouveaux outils scientifiques...).

C'est pourquoi ces items sont développés dans chacune des fiches.

Le respect de ces deux objectifs permet à l'ANR de s'assurer du caractère stratégique du choix proposé.

L'action européenne et internationale s'amplifie, s'élargit et constituera en 2009 une part importante des appels à projets de l'ANR.

De manière générale, l'ensemble des programmes de l'ANR tiennent compte des feuilles de route des grandes plateformes technologiques européennes chacun dans leur domaine ainsi que du PCRD et des JTI de la Commission Européenne (CE).

Les coopérations multilatérales européennes se poursuivent généralement dans le cadre des ERAnets. Depuis 2006, l'engagement de l'ANR dans un ERAnet est conditionné par l'existence dans la programmation de l'ANR d'un programme portant sur le thème de cet ERAnet. En 2009, l'ANR devrait participer à 5 nouveaux appels émanant de ces ERAnets et à un appel cofinancé avec la CE sur les TIC pour l'aide à l'autonomie des personnes âgées. En parallèle à ces actions multilatérales comprenant en règle générale plus de 6 à 7 partenaires, des actions plus ciblées bilatérales ou trilatérales ont été initiées depuis 2006. Compte tenu d'un retour d'expérience très positif, la plupart de ces actions se poursuivent, s'approfondissent dans la thématique initialement choisie et s'étendent à de nouveaux domaines. On peut ainsi noter le développement suivant ce schéma de la coopération avec la DFG, initiée dans le domaine des SHS, puis élargie à l'alimentation et à la chimie. De même, les premières coopérations avec le BMBF sur la génomique végétale et les contacts noués au travers des ERAnets vont donner lieu en 2009 à des appels bilatéraux franco-allemands en génomique et en physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques ; un autre appel à projets sur la coopération inter Instituts Carnot / Instituts Fraunhofer sera également lancé ainsi qu'un programme dans le domaine de la sécurité. De même, dans le cas des conseils de recherche britanniques, l'appel en biologie systémique avec la BBSRC lancé en 2007 et qui a remporté un vif succès, a servi de point de départ pour une action avec l'ESRC en SHS.

Les coopérations internationales initiées en 2007-2008 en Asie (Chine, Japon, Taïwan) et en Amérique, avec par exemple la NSF dans les domaines de la chimie et des matériaux, se poursuivent et vont s'enrichir de deux nouvelles coopérations avec l'Argentine et le Chili.

La programmation 2009 fait une large part aux priorités du Grenelle de l'Environnement.

Dès la programmation 2008, les priorités environnementales avaient été intégrées et 13 programmes étaient totalement ou principalement ciblés sur des questions environnementales.

- Dans le domaine des écosystèmes *sensu lato* ont été financés : un ERAnet dans le domaine de la biodiversité, un programme sur les risques naturels, un programme de génomique qui intègre des objectifs d'amélioration génétique des plantes dans une perspective d'amélioration environnementale, un programme sur les nouvelles technologies agricoles « écologiquement intensives » (traitant les aspects relatifs à l'eau), et par ailleurs un atelier de réflexion prospective sur l'adaptation de l'agriculture et des écosystèmes au changement climatique.

- Dans le domaine de la santé et de l'environnement, un nouveau programme (Contaminants, Ecosystèmes et Santé) a été financé afin de consolider et promouvoir les équipes de recherches en toxicologie et écotoxicologie.
- Dans le domaine de l'énergie et de la lutte contre l'effet de serre, ont été financés un programme « ville durable », un programme sur l'énergie solaire, un programme sur les transports, et des programmes dans le domaine des bioénergies, du stockage de l'énergie et sur l'hydrogène.
- Dans le domaine industriel, deux programmes ont été financés : Chimie pour un développement durable, un programme destiné à améliorer les conditions de respect de l'environnement par les Industries Agricoles et Alimentaires, et un programme sur les Ecotechnologies.

En 2009, trois nouveaux programmes sont proposés de manière à suivre les recommandations du Comité opérationnel « recherche » du Grenelle de l'Environnement :

- L'élargissement de l'ERAnet sur la biodiversité à un programme plus vaste intitulé « 6^{ème} extinction »
- Un programme sur le « Changement Global » destiné à renforcer la présence des recherches françaises dans ce domaine très international.
- Un programme efficacité énergétique.

Au total, 16 programmes seront totalement ou fortement orientés vers la recherche de solutions aux grands problèmes environnementaux.

Non thématique

Le département non thématique propose de reconduire en 2009 les trois programmes qui ont structuré son action depuis 2005 et qui rencontre un vif intérêt auprès des chercheurs : « Chaires d'excellence », « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » et « Blanc ». De plus, un nouveau programme visant à faciliter le retour des jeunes chercheurs en France après un séjour post-doctoral sera mis en place.

Les programmes « Chaires d'excellence » et « Blanc » ont pour objectifs de reconnaître l'excellence et de renforcer notre potentiel de recherches novatrices alors que le programme « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » favorise la prise de responsabilités sur des sujets innovants.

Le programme « Chaires d'excellence » a fait l'objet en 2007 d'une réflexion conduite avec l'ensemble des entités de recherche concernées. Elle a abouti à une revalorisation des dotations et à la création d'un 3^{ème} type de chaires, les chaires seniors de courte durée. Une opération de communication auprès des chercheurs étrangers, via le relais des ambassades de France et des bureaux CNRS à l'étranger, a permis, en 2008, à 102 chercheurs de haut niveau de soumettre un projet de séjour dans un laboratoire français dans le cadre de cet appel à projets.

Comme les années précédentes, un nombre important de dossiers d'excellente qualité (695) a été soumis dans le programme « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs ».

Depuis sa création en 2005, le programme « Blanc » a constitué une véritable opportunité, pour les chercheurs de la recherche fondamentale, de soumettre des projets évalués sur les seuls critères de rupture et d'excellence. 1512 projets ont été déposés en 2008 en réponse à cet appel. Une attention particulière a été portée aux projets interdisciplinaires qui constituent une source particulièrement efficace d'enrichissements croisés des équipes spécialistes de disciplines différentes et d'idées innovantes.

Enfin, après avoir été ouvert à l'international pour la première fois en 2007 avec le National Science Council of Taiwan (NSC), en 2008 le programme « Blanc » a été ouvert à trois autres Agences étrangères de financement : National Natural Science Foundation of China (NSFC), Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) et Japanese Science and Technology Agency (JST).

Le programme « Retour post-doctorants » visera à favoriser le retour et l'intégration au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche ou de grands centres de recherche industriels, de jeunes scientifiques français de très haut niveau, ayant effectué, après leur thèse en France, un séjour post-doctoral à l'étranger. Il s'agira donc d'aider des jeunes chercheurs ayant fait preuve de très grandes qualités scientifiques, à poursuivre un parcours d'excellence sur le territoire national.

Programme :

Chaires d'excellence

Mots-clés : attractivité du territoire, retour chercheurs, université, accueil

Résumé :

L'accueil de chercheurs de haut niveau venant de l'étranger dans les laboratoires de notre pays témoigne de son attractivité au plan international. Le programme « Chaires d'excellence » vise à favoriser cet accueil en offrant aux meilleurs de ces scientifiques des moyens importants pour les aider à réaliser rapidement leur projet de recherche. Trois types de chaires ont été proposés en 2008 : les chaires "seniors" de courte durée (18 à 24 mois), les chaires "juniors" et les chaires "seniors" de longue durée (36 à 48 mois).

- **5^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010 - 2011**
- **Type de programme : ouvert**
- **Dimension internationale du programme : Programme national**
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	50	15	NC	4,97	15	NC
2006	43	14	NC	7,18	14	NC
2007	26	10	NC	4,72	10	NC
2008	102	17*				

*état de la sélection au 27/10/08

Après trois années de baisse continue du nombre de réponses (52 en 2005, 43 en 2006 et seulement 26 en 2007, dont 23 de recevables), le nombre de projets déposés en 2008 a considérablement augmenté (102 projets déposés).

La stratégie de communication auprès des chercheurs étrangers via le relais des représentants du CNRS (Amérique du Nord...) et des ambassades de France, a porté ses fruits.

En outre, l'édition 2008 a vu, en plus d'une augmentation des dotations maximales possibles des chaires juniors (500k€) et des chaires seniors (1000k€) la création, à côté de ces dernières, d'un nouveau type de chaire senior de courte durée (18 à 24 mois) qui recueille à lui seul plus du tiers des propositions (38 %). Le nombre de projets soumis pour les chaires seniors ou juniors de longue durée (36-48 mois) est très comparable (33 % pour les chaires juniors longue durée et 29 % pour les chaires seniors longue durée).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Inauguré en 2004 dans le cadre des mesures d'attractivité du territoire, le programme « Chaires d'excellence » a précisément pour objectif d'attirer en France les meilleurs chercheurs et enseignants-chercheurs, étrangers ou français expatriés, en leur offrant, avec le concours des établissements et organismes d'accueil, des moyens substantiels pour constituer une équipe et démarrer un projet ambitieux dont un impact visible est attendu avec des objectifs sur 3 ou 4 ans pour les chaires de longue durée, ou à 2 ans pour le nouveau type de chaires, les chaires seniors de courte durée créées en 2008. Ce programme très sélectif fonctionne par appel à projets, ouvert à toutes les disciplines de recherche.

Impact espéré :

Pour notre pays, au-delà des retombées en termes d'image résultant de l'accueil temporaire ou définitif des meilleurs scientifiques au plan international dans leur domaine, il s'agit de renforcer notre potentiel de recherches novatrices et de structurer dans la durée de nouvelles thématiques en bénéficiant de l'apport de compétences particulièrement productives.

2. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

En 2008 toutes les thématiques sont représentées avec toutefois des disparités : prépondérance de projets soumis en « Biologie santé » (34), puis « Physique » et « SHS » (plus de 15 propositions pour chacune), « Chimie » (11) et « SDU » (9) , les autres thématiques « Mathématiques », « SPI », « STIC » et « Agronomie » variant de 2 à 5 propositions.

On peut également souligner l'apparition de candidatures de nombreux pays dont la Hongrie, le Portugal ou encore la Suède. Quant à la France (français sur des postes étrangers) et les Etats-Unis, il s'agit des deux nationalités les plus présentes (respectivement 21 et 16 propositions).

Programme :

Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs

Mots-clés : mathématiques et interactions, physique, chimie, sciences pour l'ingénieur, sciences et techniques de l'information et de la communication, sciences de l'univers et géo-environnement, sciences agronomiques et écologiques, biologie santé, sciences humaines et sociales

Résumé :

Ce programme a pour but de soutenir les projets des jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs, de façon à favoriser leur prise de responsabilité, leur permettre de développer de façon autonome une thématique propre, de constituer l'ébauche d'une équipe ou d'en consolider une et de leur donner la possibilité d'exprimer rapidement leur capacité d'innovation. Ce programme concerne l'ensemble des champs de recherche toutes disciplines confondues.

- **5^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme « jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » existe depuis l'année de création de l'ANR. L'année 2008 a vu le nombre de projets augmenter (695) par rapport à l'année précédente (653). L'augmentation concerne tous les secteurs de la recherche, excepté la biologie-santé et les sciences humaines et sociales. Ce programme a des objectifs bien spécifiques qui le distinguent à la fois du programme « Blanc » et des programmes thématiques de l'ANR.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	942	245	16	30,40	293	2
2006	792	163	4	19,46	211	1
2007	653	158	13	23,16	159	0
2008	638	126*				

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Favoriser la prise de responsabilités scientifiques.

Résultats attendus :

Possibilité pour un jeune chercheur de mener à bien un de ses premiers projets de recherche, et lui permettre de créer sa thématique propre et reconnue. Par ailleurs, un projet est une opportunité pour consolider une équipe ou en créer une.

Impact espéré :

Production de connaissances, synergie entre des équipes de jeunes chercheurs de disciplines différentes.

2. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il est essentiel d'aider à la constitution du « terreau » de jeunes chercheurs de qualité, de les placer en bonne position dans les compétitions internationales, tant du point de vue de l'équipement à leur disposition, que de la culture de projets qu'ils doivent maîtriser.

- **Type de recherche :** fondamentale, principalement monodisciplinaire, parfois interdisciplinaire

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

L'année 2007 a vu le lancement de la première édition du programme « Starting Grants » de l'ERC (European Research Council). Le nombre impressionnant de projets soumis (9000) a imposé un taux de sélection extrêmement faible : 3,3 %.

Le programme « jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » peut être considéré comme un tremplin pour les jeunes chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, peuvent déposer un projet à l'ERC avec de meilleures chances de succès (taux de succès de la France à ce premier appel d'offres de l'ERC de 6 %).

Programme :

Blanc

Mots-clés : mathématiques et interactions, physique, chimie, sciences pour l'ingénieur, sciences et techniques de l'information et de la communication, sciences de l'univers et géo-environnement, sciences agronomiques et écologiques, biologie santé, sciences humaines et sociales

Résumé :

Le programme blanc couvre l'ensemble des domaines de la recherche. Il a pour objectifs de reconnaître l'excellence et d'encourager les démarches novatrices ou interdisciplinaires.

- **5^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :**

- Programme national / ouvert à l'international / bilatéral en collaboration avec d'autres agences de financement de la recherche

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme « Blanc » existe depuis la création de l'ANR. Comme le montre le tableau ci-dessous, le nombre de projets soumis fluctue suivant les années. La répartition du nombre de projets entre les différentes disciplines varie en fonction de l'ouverture ou de la fermeture d'autres programmes de l'ANR ou d'axes thématiques. Ceci est particulièrement sensible en biologie santé, sciences humaines et sociales et plus faiblement en sciences et techniques de l'information et de la communication. Une nette amélioration de la qualité des projets a été constatée par le comité d'évaluation dans son ensemble, toutes disciplines confondues. Il faudra tenir compte également dans l'avenir des scientifiques financés au titre du programme « Blanc » 2005 dont le projet se termine et qui déposeraient un nouveau projet dans les années futures (phénomène déjà rencontré en 2008 dans le secteur biologie-santé). Ces projets devront faire l'objet d'un traitement particulier.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	1249	408	41	126,15	1046	17
2006	1674	422	17	129,79	1077	25
2007	1407	373	25	124,52	981	26
2008	1513	325*				

*état de la sélection au 27/10/08

On note que les secteurs en forte augmentation en nombre de projets soumis en 2008 par rapport à 2007 sont la biologie-santé et les sciences humaines et sociales.

- Pour la biologie-santé, cette hausse est particulièrement marquée en neurosciences, microbiologie et immunologie. Ceci semble être la conséquence de l'orientation vers les maladies des nouveaux programmes de neurosciences et microbiologie-immunologie du département biologie-santé de l'ANR.
- En sciences humaines et sociales, on remarque une hausse globale avec néanmoins une baisse en information-communication et une stabilité en économie. La baisse s'expliquerait par les nouveaux programmes lancés par le département SHS de l'ANR, à savoir « Formes et mutations de la communication » et « Gouverner, administrer ».
- Concernant les autres secteurs, on notera :
 - Sciences de l'univers et géo-environnement : de 2005 à 2007, la répartition est globalement d'environ 30 % pour les trois thématiques « astronomie, astrophysique », « sciences de la terre » et « océan atmosphère » et de 10 % pour « surfaces et interfaces continentales ». En 2008, les « sciences de la terre » représentent presque la moitié des projets soumis au détriment des projets en « océan-atmosphère ».
 - Chimie: on constate en 2008 le poids important des projets à l'interface « chimie-biologie » (chimie organique, biomolécules, chimie biologique...). A noter que 37 projets font référence à des nanomatériaux et 21 au développement durable (sur 208 au total).
 - Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication : on assiste à une baisse régulière des soumissions de 2005 à 2008 (24 % sur cette période). Cette baisse est particulièrement accentuée pour les trois principales thématiques :
 - « Informatique » : 46 % des projets soumis, baisse de 26 %,
 - « Micro, Nanotechnologie, Microélectronique » : 18 % des projets soumis, baisse de 16 %,
 - « Signal et Communication » : 17 % des projets soumis, baisse de 46 %.Pour les deux dernières thématiques, cette baisse est moins marquée : « Ondes, Photonique, Nanophotonique » : 10 % des projets soumis, baisse de 4 %, « Automatique, Contrôle, Robotique » : 8 % des projets soumis, baisse de 6 %.Une explication à cette baisse serait l'existence d'autres programmes ANR portant aussi sur ces thématiques dans le département STIC.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Sélectionner et financer des projets de recherche en rupture avec les itinéraires de recherche bien balisés.

Favoriser l'audace scientifique

Résultats attendus :

Nouvelles thématiques émergentes, percées disciplinaires et aide à la conception et à la réalisation de projets réellement interdisciplinaires, nouveaux modèles, nouvelles méthodes, avancées théoriques.

Impact espéré :

Production de connaissances dont certaines sont potentiellement fécondes en terme d'innovation.

Amélioration de la position des projets français dans les programmes européens du PCRD et dans les programmes internationaux.

2. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Comme les années précédentes seront accueillis au titre du programme « Blanc » 2009, tous les projets de recherche fondamentale quel que soit leur domaine, sauf en cas de recouvrement thématique avec les autres appels à projets de l'ANR. Depuis 2007, une attention particulière est portée sur les projets réellement interdisciplinaires. Une somme de 10M€ prélevée en amont leur a été consacrée en 2007 et 2008.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques du programme**

Production de connaissances **sur les frontières scientifiques**

- **Type de recherche** : fondamentale - monodisciplinaire ou interdisciplinaire

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Fin 2007, l'European Research Council (ERC) a lancé un appel à projets « Advanced Grants » ouvert à toutes les disciplines de recherche. Le nombre assez faible de projets déposés (2500 au total) alors qu'un chiffre de 30 000 avait été envisagé est sans doute dû à la sélection très importante (3,3 %) pour le même programme en direction des jeunes. Ce taux très faible a sans doute découragé nombre de chercheurs. Le programme « Blanc » peut être considéré comme un tremplin pour les chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, peuvent déposer un projet à l'ERC avec de meilleures chances de succès.

- **Caractère international du programme**

En 2008, dans le cadre du programme Blanc, l'ANR a mis en place des accords de coopération spécifiques avec les agences de financements suivantes :

- La NSFC (National Natural Science Foundation of China) de Chine dans les domaines suivants :
 1. Sciences et technologies de l'information et de la communication incluant une partie nanosciences et nanotechnologies
 2. Sciences pour l'ingénieur incluant aussi la science des matériaux
- La JST (Japanese Science and Technology Agency) du Japon dans le domaine des Sciences et technologies de l'information et de la communication incluant une partie nanosciences et nanotechnologies
- La JSPS (Japan Society for the Promotion of Science) dans le domaine des sciences humaines et sociales
- La NSC (National Science Council) de Taïwan dans les domaines suivants :
 1. Agriculture et biotechnologies
 2. Médecine et génomique
 3. Nanosciences et nanotechnologies
 4. Télécommunications
 5. Technologies pour la santé
 6. Sciences humaines et sociales

En 2009, ces coopérations se poursuivront, sauf celle avec JSPS. Elles seront étendues à d'autres pays pour lesquels des accords ont déjà été signés (Hongrie, Etats-Unis (NSF), Argentine, Chili).

Programme :

Retour post-doctorants

Mots-clés : accueil de chercheurs français et étrangers, entreprises, partenariat, formation

Résumé :

Le programme « Retour post-doctorants » vise à favoriser le retour et l'intégration au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche ou de grands centres de recherche industriels, de jeunes scientifiques français, de très haut niveau, ayant effectué, après leur thèse en France, un séjour post-doctoral à l'étranger. Il s'agit donc d'aider des jeunes chercheurs ayant fait preuve de très grandes qualités scientifiques à poursuivre un parcours d'excellence sur le territoire national.

Les candidatures doivent impérativement être présentées par les laboratoires et les établissements d'accueil.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme :** programme académique
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** Jeunes chercheurs, jeunes chercheuses et Chaires d'excellence

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le départ des jeunes chercheurs, en particulier des docteurs, à l'étranger est lié à des motivations multiples. Citons, par exemple :

- Le besoin d'aller apprendre ailleurs et de s'enrichir d'autres cultures scientifiques et d'autres modes de recherche ;
- Le besoin d'acquérir une formation différente et complémentaire de sa formation en France ;
- Le fait que le recrutement en France dans les grands organismes de recherche nécessite d'effectuer un stage post-doctoral, voire deux, dans les meilleurs laboratoires étrangers.

Très souvent, le post-doctorant a une attirance, voire une vocation pour la recherche.

Toutefois, le nombre de postes de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs ouverts en France est relativement faible, de même que le niveau d'embauche pour des chercheurs confirmés, de sorte que beaucoup trop de post-doctorants ne reviennent pas ; il s'agit là du problème de la fuite des cerveaux.

Cet état de fait est une perte importante pour la France. En effet, nos docteurs sont dans l'ensemble très bien formés. Ils sont pour cela très bien accueillis et même recherchés par les laboratoires étrangers. Après deux et parfois quatre ans passés à l'étranger, le retour de ces chercheurs qui ont acquis de nouvelles compétences sera bénéfique pour notre recherche à plusieurs titres :

- Ils seront un élément moteur pour établir ou consolider des actions de recherche portant sur des enjeux d'avenir ;
- Leur connaissance des laboratoires étrangers doit leur permettre d'être au cœur de l'espace européen de la recherche.

Ils pourront également :

- Consolider les actions d'excellence menées avec des pays tels que l'Amérique du Nord ou le Japon par exemple ;
- Promouvoir des relations ciblées avec des pays émergents.

Il faut également noter que la plupart des agences internationales de financement de la recherche sur projets ont mis en place un tel programme de soutien au retour des post-doctorants vers leur pays d'origine.

Le programme « Retour post-doctorants » a comme objectif de motiver les jeunes chercheurs de haut niveau, ayant effectué un séjour postdoctoral à l'étranger, à revenir en France et leurs permettre de s'intégrer dans des structures de recherche et d'enseignement supérieur ou dans l'industrie. Ce programme vise à leur offrir, pendant 3 ans, les moyens appropriés pour poursuivre la trajectoire d'excellence suivie pendant leur thèse et leur séjour post-doctoral et conduire un programme de recherche dans un laboratoire d'accueil ; durant cette période, ils pourront préparer les concours ouverts pour le recrutement des chercheurs dans les

établissements d'enseignements supérieurs et de recherche ou trouver un poste dans les grands centres de R&D industriels.

Résultats attendus et impact espéré :

Les retombées de ce programme devraient être d'augmenter sensiblement le nombre de chercheurs post-doctorants mettant à profit leur formation par la recherche et leur expérience de haut niveau au bénéfice de la recherche française.

Par ailleurs, faciliter le retour des chercheurs après leur stage postdoctoral devrait augmenter le nombre de doctorants motivés pour effectuer après leur thèse un séjour dans un laboratoire étranger.

2. Spécificités du programme

L'aide financière de l'ANR pour le programme « Retour post-doctorants » aura une durée de trois années et sera non renouvelable.

Elle couvrira le salaire du jeune chercheur ainsi que les charges associées à la constitution d'une petite équipe (thésard, post-doctorant). L'aide apportée par l'établissement d'accueil sera très appréciée car garante de l'intérêt porté par l'établissement au retour du post-doctorant. Elle couvrira également les coûts relatifs à l'environnement de l'équipe (infrastructure, outils et instruments de recherche et dépenses de fonctionnement) dans la limite de 700 000 euros.

Les candidatures devront impérativement être présentées par les établissements d'accueil et devront comprendre les éléments pertinents permettant de juger de :

- l'excellence du candidat,
- la qualité du projet de recherche proposé,
- la pertinence du cadre de la recherche envisagée en accord avec la politique de recherche de l'établissement d'accueil,
- l'intérêt de l'établissement pour l'accueil définitif du jeune chercheur.

Transversal

Programme :

Contaminants, Ecosystèmes et Santé (CES)

Départements concernés : DBS, EDD, EDE, IPS, STIC

Mots-clés : Agents pathogènes, Biodiversité, Biocides, Biomarqueurs, Cancers, Ecosystèmes, Ecotoxicologie, Environnement, Epidémiologie, Maladies émergentes, Médicaments, Métaux lourds, Nanomatériaux, Nanoparticules, Allergies, Perturbateurs endocriniens, Pesticides, Polluants minéraux, Polluants organiques, Ondes, Organométalliques, Rayonnements, Risques, Santé animale, Santé humaine, Toxicologie, Toxines, Troubles neurologiques, Troubles reproductifs

Résumé :

La mondialisation des échanges, le changement climatique et la production accélérée de xénobiotiques et de nouveaux composés de synthèse, accroissent les risques de **contamination atteignant les écosystèmes, la santé animale et la santé humaine**. L'utilisation de plus en plus grande de diverses molécules biologiques, chimiques (dont les nanomatériaux) ou de facteurs physiques (ondes, champs magnétiques,...) ayant un pouvoir contaminant demande une connaissance approfondie sur les aspects fondamentaux de leur dynamique dans l'environnement (distribution, accumulation, transformations et biotransformations, et effets des changements climatiques), et de leurs impacts potentiels sur les écosystèmes et sur la santé.

Le but de ce programme est de permettre **une meilleure connaissance fondamentale sur les contaminants, sur leurs cycles dans les écosystèmes, leurs transferts entre les différents compartiments de l'environnement et sur leurs effets sur les écosystèmes et la santé humaine et animale**. Sont au cœur de ce programme les recherches sur des méthodes pertinentes de mesure analytique (métrologie), sur le développement de nouveaux outils d'écotoxicologie et de toxicologie et dans le cas des effets sur la santé, sur des études de physiopathologie, de biologie fonctionnelle et moléculaire, et d'épidémiologie, que ce soit dans des écosystèmes et des environnements naturels, urbains ou industriels.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2009- 2010
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national

Ce programme s'inscrit dans certains des axes prioritaires du volet recherche du PNSE (*Plan National Santé Environnement*), il est en synergie avec deux actions internationales :

- Les programmes Diversitas, Global Change IGPB (*International, Global, Programme Biosphère*), WCRP (*World Climate Research Programme*) qui élaborent un programme sur le thème « Global environmental change and *human health* ».

- La mise en place au niveau Européen du règlement « REACH » (*Registration, Evaluation and Authorization of CHemicals*) qui appelle la mise au point et le développement de nouvelles méthodes pour mesurer les effets des contaminants et plus particulièrement des substances chimiques sur l'environnement, les écosystèmes et la santé.

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme a pour ambition de poursuivre certaines lignes de recherche principales du programme « Santé-Environnement et Santé-Travail », de relayer certains aspects innovants du programme « Biodiversité ».

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	101	21	22	10 M€	118	0

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

- Contribuer à la production de connaissances scientifiques fondamentales sur les domaines liés aux contaminants, aux écosystèmes, à l'environnement et à la santé humaine et animale, en favorisant les **approches interdisciplinaires intégratives** et la mobilisation des différentes disciplines scientifiques concernées par le sujet.
- Caractériser les modes de **transferts** des contaminants physiques, chimiques et biologiques dans l'environnement et leurs **transformations** dans les écosystèmes;
- Caractériser les **interactions contaminants-écosystèmes** pour mettre en évidence les facteurs de risque ;
- Appuyer particulièrement le développement de la **toxicologie et de l'écotoxicologie** ;
- Appuyer le développement d'une **écologie fonctionnelle** centrée sur les contaminants physiques, chimiques et biologiques ;
- Développer les connaissances sur la caractérisation des **expositions environnementales** (nature, sources) et des populations, **leurs effets sur la santé** et les méthodes pour les réduire ; développer l'exploitation et le couplage de **bases de données** environnementales et de santé, à partir de systèmes d'information existants ou à construire ; favoriser les méthodes destinées à renforcer les capacités de veille sanitaire ; étudier les perturbations du système immunitaire, les allergies, les maladies cardio-vasculaires, les cancers...
- Mettre au point de **nouveaux outils et méthodes de mesure** qui permettent, notamment, de prendre en compte les expositions dans les différents milieux de vie, de mesurer les phénomènes sur des échelles à court, moyen et long termes, d'identifier les populations à risques ; ces outils méthodologiques prénormatifs seront particulièrement utiles dans les approches écotoxicologiques et toxicologiques.

Résultats attendus :

- Alimenter par la recherche fondamentale les bases scientifiques et techniques de l'action de l'AFSSA, de l'AFSSET, de l'INVS, de l'INRS... ;
- Favoriser par la recherche fondamentale une meilleure prise en compte des problèmes « Environnement et Santé » dans la décision publique et privée ;

Impact espéré :

- Les connaissances génériques acquises pourraient être utilisées pour constituer une écotoxicologie et une toxicologie prédictives, et contribuer à la généralisation de l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des innovations technologiques.
- Ces connaissances pourraient permettre de mieux définir les règlements nécessaires. Par ailleurs, ces connaissances devraient permettre aux pouvoirs publics de constituer en Europe un espace aux performances avancées en matière de prévention de l'écotoxicité et de la toxicité des produits.
- Les gains en matière de coûts de santé publique pourraient être importants.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Enjeux de consommation et relatifs au consommateur :

Le programme est central pour mettre en place une information voire les conditions d'une prévention large des consommateurs et des citoyens face à l'éventuelle toxicité insoupçonnée des produits nouveaux que la technologie produit, face à l'émergence de toxicités issues du hasard dans le fonctionnement des écosystèmes (par exemple par les mélanges de substances dans les exutoires) et face à l'évolution des comportements sociétaux et du climat.

Enjeux relatifs à la production et aux producteurs :

Les entreprises ont intérêt à disposer de toutes les ressources de la science et de la technologie de manière à élargir les connaissances et à réaliser des analyses systématiques de toxicité et d'écotoxicité des produits qu'elles introduisent dans les écosystèmes et dans notre environnement urbain et industriel.

Enjeux en termes d'avantages comparatifs :

Les connaissances acquises donneront aussi les bases d'avantages comparatifs nouveaux à moyen et long terme sur les marchés et d'une éventuelle protection non tarifaire motivée par des raisons sanitaires.

Enjeux sociaux

Enjeux potentiels d'emploi :

Les sociétés du futur n'auront sans doute pas d'autre choix que de contrôler plus étroitement les écosystèmes au fur et à mesure que ceux-ci seront complexifiés par l'adjonction de nouveaux produits, et de nouvelles fonctions « écosystémiques ». L'urbanisation et l'industrialisation demandent en effet des fonctions nouvelles pouvant prendre en charge les problèmes inhérents à la perturbation des écosystèmes (écologie industrielle, écologie urbaine, gestion des cycles des déchets, techno-écosystèmes) que la recherche devrait de plus **en plus savoir anticiper en termes d'identification de la toxicité et d'écotoxicité potentielles**. Il s'agit là d'une activité économique inévitablement grandissante et créatrice d'emploi scientifique et technique.

Enjeux de capital humain :

Le règlement REACH oblige au renforcement des capacités d'analyse et des capacités d'élaboration de méthodes et outils. En ce sens, **REACH fonctionne comme un prototype de ce qu'il conviendra sans doute de faire pour explorer systématiquement et de manière très élargie la toxicité et l'écotoxicité des anciens et nouveaux contaminants.**

Enjeux en termes de bien-être social :

Le programme est entièrement tourné vers l'accroissement du bien-être, ainsi que de la qualité de l'environnement.

Enjeux en termes de sécurité :

La sécurité sanitaire des humains, des animaux et des écosystèmes est au cœur du programme.

Enjeux en termes de culture, d'image :

Le programme est porteur d'une forme nouvelle de culture technologique liée à la systématisation de la précaution. Cette culture devrait déboucher sur l'élaboration des bases d'une nouvelle confiance entre les entreprises, la société et la science ainsi que la technologie.

Enjeux écologiques et environnementaux

Ecosystèmes :

Le programme considère les écosystèmes soumis à la diffusion, la circulation et la transformation de substances contaminantes et de vecteurs divers. Les écosystèmes sont par ailleurs en eux-mêmes une destination du programme au sens où un des objectifs est la santé des écosystèmes comme l'entend le *Millenium Ecosystem Assessment*. Il s'agit de comprendre les interrelations entre les écosystèmes et les contaminants : impacts des contaminants sur les écosystèmes et réponses des écosystèmes aux contaminants, en vue de la protection ou de la réhabilitation d'écosystèmes soumis à contaminations.

Pollutions, risques naturels, risques industriels :

Le programme aboutit à donner des bases à la connaissance, la mesure et la prédiction : anticipation des risques principalement industriels.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Le programme CES s'articulera autour de quatre thèmes de recherche :

1 Caractérisation des contaminants en vue de l'identification du caractère toxique

- Caractérisation et biodisponibilité des contaminants organiques (phytosanitaires, Polluants Organiques Persistants hydrocarbures, biocides...), métalliques (mercure, plomb, cadmium, cuivre...), particulaires (nanomatériaux), physiques (rayonnements ionisants et non ionisants, ondes sonores, acidité, champs magnétiques), biologiques (matières organiques fermentescibles, mycotoxines, antibiotiques, perturbateurs endocriniens, génomes d'OGM, protéines prions, virus...)

- Réactivité du contaminant initial, des produits de dégradation et des interactions ; analyses toxicologiques et écotoxicologiques
- Connaissance des contaminants et de leur mode de propagation ou d'émergence.

2 Contaminants, populations et écosystèmes : impacts des contaminants et réponses des écosystèmes

- Fonctionnements des milieux et leur évolution incluant les effets des contaminants sur les composantes des écosystèmes, les effets fonctionnels, les effets sur la biodiversité...
- Devenir et transformation des contaminants dans l'environnement incluant la bioremédiation, les biotransformations et les effets du changement climatique ;
- Vecteurs, modes de transfert (notamment entre compartiments de l'environnement) ;
- Phénomènes de bioaccumulation ;
- Diffusion et exposition (eau, air, sols, sédiments, faune, flore, alimentation, autres ressources et produits de consommation) ;
- Adaptation des organismes aux contaminants dans un écosystème incluant les transferts de gènes, les études des systèmes adaptatifs ;
- Prolifération des organismes ou micro-organismes potentiellement producteurs de toxines et leur capacité à produire ces toxines en fonction des conditions environnementales incluant les contaminations, transfert et transformation des toxines dans l'environnement ; biodisponibilité et exposition.

3. Connaissance des populations et des pathologies : impact des conditions environnementales

- Compréhension de l'effet des interactions entre les différents facteurs environnementaux et les facteurs comportementaux, sociaux ou génétiques, sur la santé humaine ;
- Description des mécanismes d'action des contaminants et leur devenir dans l'organisme ; études in vivo et in vitro des pathologies induites (allergies, inflammations, cancers,...) à l'échelle moléculaire, cellulaire, tissulaire, organisme ;
- Détermination des seuils d'exposition (doses-effets), des fenêtres d'exposition et des effets à long terme ;
- Mise au point de marqueurs d'effet et de sensibilité ;
- Etude des intoxications ;
- Santé humaine et animale : neurotoxicité, perturbations endocriniennes, lésion d'organes détoxifiants – rein, foie – altérations germinales, génotoxicité et cancérogenèse ;
- Ecotoxicité : altérations somatiques, effets sur les populations, sur les habitats, sur les chaînes trophiques, sur la structure et dynamique des communautés, sur les biocénoses...

4. Recherches méthodologiques et prénormatives

D'un point de vue transversal, l'avancée des connaissances dans les domaines décrits ci-dessus implique à la fois de renouveler les outils méthodologiques pouvant éventuellement ouvrir la voie à des recherches prénormatives, notamment dans les domaines écotoxicologiques et toxicologiques. Ces travaux concernent un grand nombre de disciplines

telles que : métrologie, écotoxicologie, toxicologie, épidémiologie, biostatistiques, modélisation, microbiologie moléculaire, biologie cellulaire et moléculaire, physiologie,...

Parmi les recherches prioritaires, on peut citer notamment :

- L'évaluation des risques à travers le recueil des données d'exposition des écosystèmes et des populations (données environnementales, professionnelles...) aux substances ou aux facteurs environnementaux ; identification des biotopes ou des populations à risque ;
- Le développement de nouvelles méthodologies expérimentales et de modélisation écotoxicologiques ou toxicologiques pour la détection, la mesure des contaminants, la modélisation de l'évolution des substances, de leur spéciation et leur état (produits en traces, en mélange et en interaction) ;
- L'identification de nouveaux marqueurs d'exposition et d'effet ;
- L'étude des risques de santé liés à des expositions chroniques à des faibles doses, des multi-expositions chroniques, paramètres temporels de la relation entre exposition et pathologies (exposition, effets à court, moyen et long terme) ;
- Le développement de méthodes statistiques, de bases de données et d'outils de modélisation in silico dans le but, entre autres, d'aider à la mise en place du règlement européen REACH.

Positionnement scientifique et technologique

Enjeux scientifiques et technologiques du programme (Les enjeux scientifiques et technologiques sont importants :

- Association interdisciplinaire des sciences biologiques et médicales, de la médecine vétérinaire, de la toxicologie, de l'écotoxicologie, de l'épidémiologie, des biostatistiques, de l'écologie, de la chimie et de la physique dans un but de connaissance intégrée des phénomènes et d'aide à la décision publique.
- Ouverture de l'écologie fonctionnelle aux concepts d'écologie des invasions et des contaminations.
- Stimulation de la métrologie pour la mise au point d'outils et de méthodes de mesure permettant des gains de productivité dans l'analyse et le diagnostic.
- Stimulation de la toxicologie et de l'écotoxicologie, disciplines numériquement insuffisamment représentées face aux besoins.

Type de recherche :

Exploratoire et fondamentale
Recherche finalisée interdisciplinaire
Développements technologiques éventuels

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**
Financement ANR seul

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche publique,
Partenariat privé
Pôles de compétitivité

Positionnement international

- Les communautés scientifiques concernées sont de taille sous-critique pour faire face aux besoins. Or, les mêmes besoins se manifestent en Europe. L'échelle européenne apparaît donc comme l'échelle normale de traitement des questions scientifiques de ce programme. Il devrait donc viser à chercher ses correspondants européens.
- L'internationalisation des échanges et des flux de matière (particulièrement les aliments, les matériaux, les animaux) amène aussi à envisager que ce programme ait une visée plus large, en particulier vers les pays du Sud.

Programme :

SYSCOMM : Systèmes complexes et modélisation mathématique

Départements concernés : DBS, EDD, EDE, IPS, SHS, STIC

Mots-clés : Complexité des systèmes, Multidisciplinarité, Validation modèles-données, Démarche intégrative, Systémique, Hétérogénéités, Multiéchelles, couplages, Interactions, Robustesse, Stabilité, Sciences de la terre, Sciences de l'univers, Biologie-santé, Agronomie, Ecologie, Dynamiques humaines, Dynamiques sociales

Résumé :

Le programme SYSCOMM, en rapprochant méthodes de mathématiques appliquées, concepts de physique statistique et données expérimentales sur des systèmes complexes, vise à appréhender ces systèmes en se fondant principalement sur des modélisations «simplifiées ». Cette approche, tout en faisant l'économie des simulations numériques très lourdes auxquelles on a habituellement recours pour décrire les systèmes complexes, doit en améliorer la compréhension. Elle peut aussi fournir de nouveaux outils pour comprendre, éventuellement décrire de manière quantitative ou même prédire, des effets qui semblent hors de portée de la science actuelle. Intrinsèquement transdisciplinaire, elle est applicable dans des domaines extrêmement variés allant, sans être exhaustif, de la dynamique des écosystèmes, à la biologie systémique, en passant par les cycles biogéochimiques ou la mécanique des milieux hétérogènes. Elle inclut les systèmes conçus par l'homme comme ceux rencontrés dans différentes sciences pour l'ingénieur (avionique, génie civil,...).

2^{ème} édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2008 - 2010
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

SYSCOMM est complémentaire des programmes antérieurs de l'ANR «Calcul intensif et simulation», « Masses de données et connaissance ». Il se positionne en amont des programmes « Conception et simulation » et « Domaines émergents » de l'ANR, en ce sens qu'il concerne des systèmes pour lesquels le verrou identifié est avant tout une représentation mathématique du phénomène à étudier (préalable à toute modélisation et simulation). En ce qui concerne le secteur de la biologie, il est en prolongement du programme « Biologie Systémique » (programmation ANR 2006-2007).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

SYSCOMM vise à exporter dans des domaines variés d'application les avancées fondamentales réalisées en mathématiques appliquées, physique statistique et informatique fondamentale. Les propositions qu'il suscitera seront jugées aussi bien sur la pertinence de la modélisation et le potentiel d'exploitation scientifique des résultats obtenus que sur le caractère innovant des méthodes et concepts employés. Associant « *utilisateurs finaux* » et « *fournisseurs* », elles devront justifier d'un couplage fort de la modélisation mathématique avec l'expérimentation ou avec des données empiriques fournies par les *utilisateurs*.

Résultats attendus :

Le programme a donc pour objectif de susciter des recherches interdisciplinaires dont les résultats permettront d'améliorer la compréhension du fonctionnement de systèmes complexes dans des cas concrets, en introduisant et en **validant** des modélisations novatrices, simplifiées sans être réductrices, et en leur associant des méthodes d'analyse mathématique ou des simulations. Dans cette approche, il est envisageable d'utiliser :

- des méthodes mathématiques avancées : théorie des systèmes dynamiques, équations aux dérivées partielles (éventuellement stochastiques), modèles probabilistes, théorie des graphes, méthodes inverses,...
- des concepts issus de la physique statistique : transitions de phase, phénomènes de percolation, lois d'échelle, systèmes à comportement vitreux, dynamique des réseaux, robustesse,...
- des méthodes issues de l'informatique fondamentale : théorie de l'information, théories du calcul ou des réseaux, approche formelle des automates cellulaires,...

Impact espéré :

Les systèmes complexes interviennent dans des champs aussi variés que les sciences humaines et sociales, les sciences médicales, les sciences de l'ingénieur, Améliorer la compréhension de ces systèmes a un impact direct dans tous ces champs avec des implications dans la vie sociale, la santé, le monde économique, ...

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

SYSCOMM intervient dans des champs disciplinaires impliquant la prise en charge d'enjeux tant économiques, que sociaux ou écologiques et environnementaux. La modélisation facilite la compréhension des systèmes complexes et la mise au point d'actions de contrôle de leur dynamique. En ce sens, ce programme constitue une tentative pour lever des verrous méthodologiques pour des problèmes nécessitant le recours à des modèles.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

SYSCOMM est ouvert à tous les champs thématiques (biologie animale, humaine, microbienne et végétale, écologie, climatologie, géographie, mécanique, sciences humaines et sociales, ...).

Ce programme se concentre sur des aspects méthodologiques qui se situent en amont des AAP antérieurs ou actuels de l'ANR portant sur le calcul intensif et le traitement de données massives. Il part de la constatation que les efforts pour développer des modèles de calcul innovants permettant d'envisager des solutions pour des problèmes dont la taille serait prohibitive avec des approches classiques, apportent une alternative prometteuse aux simulations massives sur des calculateurs parallèles ou ayant des architectures dédiées.

La complexité recoupe dans une certaine mesure les notions d'échelles multiples et d'hétérogénéité. Cette dernière peut apparaître sous différents aspects : hétérogénéité des données à traiter ou à assimiler, hétérogénéité des phénomènes physiques coexistant dans un même problème, hétérogénéité des échelles à prendre en compte.

La première rubrique concerne notamment un certain nombre de problèmes en environnement naturel (climatologie, géophysique, ...) ou non naturel (génie civil, mécanique industrielle, ...) où des observations ou mesures de natures différentes doivent pouvoir être prises en compte.

Les deuxième et troisième rubriques, qui peuvent se recouper, concernent notamment les couplages nano-micro-macro, comme par exemple en sciences des matériaux, et les modèles physiques et numériques (calcul *ab initio*, dynamique moléculaire, modèles continus) associés. Liés à ces questions, les problèmes de couplage (de modèles et/ou d'échelles et/ou de données de différentes natures) apparaissent souvent en filigrane.

Les contraintes de temps de traitement ou de simulation sont un autre aspect couvert par ce programme. Les défis sont alors moins de traiter des problèmes de très grande taille que de se rapprocher de la notion de réponse en temps réel à des besoins applicatifs spécifiques. La question de la validation des modèles proposés est fondamentale. Cette validation doit être entendue dans un sens large et peut passer par la comparaison avec des observations ou données (expérimentales ou résultats de simulation avec des modèles classiques sur des problèmes de petite taille) ou par des justifications de nature théorique. Dans tous les cas, la méthode de validation proposée devra faire partie intégrante du projet et l'approche suivie devra être argumentée.

En rappelant qu'**aucun champ thématique n'est a priori exclu**, on peut citer à titre d'exemples les sciences de la terre et de l'univers, les sciences pour ingénieur, la biologie et la médecine, les sciences agronomiques et écologiques, les dynamiques humaines et sociales.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Ce programme porte sur l'ouverture des mathématiciens, physiciens et informaticiens vers les domaines d'application et l'apport d'outils et de méthodes pour les « utilisateurs ». Ce programme est par essence interdisciplinaire. Il permettra aussi de

combler le retard pris par rapport aux Etats-Unis et à d'autres pays européens (Allemagne, Grande Bretagne).

- **Type de recherche** : exploratoire – fondamentale - appliquée – finalisée – interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme** : financement uniquement par l'ANR.
- **Type de partenariat de recherche** : Les deux formules « recherche publique » et « partenariat public-privé » sont coexistantes.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

SYSCOMM s'inscrit en cohérence avec les réflexions menées au niveau européen sur la façon d'aborder la complexité en science (« Tackling complexity in Science » FP7). Toujours au niveau européen, on notera les programmes IST-FET et NEST-Pathfinder et plus spécifiquement les actions :

- GIACS "*General Integration of the Applications of Complexity in Science*" dans NEST (<http://www.giacs.org/>),
- ONCE-CS "*Open Network of Centres of Excellence in Complex Systems*" dans FET (<http://once-cs.csregistry.org/>).

- **Caractère international du programme**

Le programme est national.

Biologie - Santé

Les programmes du secteur Biologie – Santé (2009)

La recherche en Biologie-Santé doit avant tout répondre à une forte demande sociétale. Cette demande s'adresse aux recherches fondamentales qui permettent de comprendre la complexité des organismes vivants, leur fonctionnement, leur développement et leur évolution.

Cette demande s'adresse aussi à l'amélioration du bien-être avec une meilleure prise en charge de la maladie et du handicap. Cette amélioration nécessite une meilleure compréhension des mécanismes moléculaires à l'origine des pathologies, mais également le développement d'outils toujours plus performants en termes de prévention, de diagnostic, de thérapie et d'assistance. Enfin, la demande sociétale interpelle sur l'influence des modifications de l'environnement (changement global, contaminants liés à l'activité humaine, ...) et sur les enjeux éthiques qui sont liés à l'évolution de la société, au développement des nouveaux outils de recherches et à de nouvelles approches technologiques.

L'ANR met en place trois types de programmes pour répondre à cette demande :

- des programmes interdisciplinaires qui permettent d'accroître les connaissances fondamentales sur les organismes vivants, sur les maladies mais aussi sur la relation entre l'homme et son environnement ;
- des programmes qui favorisent la valorisation des recherches académiques et qui incitent les laboratoires académiques et les industries à mener des partenariats dans le but de produire des outils et des innovations technologiques pour la prévention, le diagnostic, la thérapie ainsi que la prise en charge du handicap et l'aide à l'autonomie des personnes ;
- des programmes transnationaux, adossés aux programmes nationaux, qui encouragent le partenariat international dans les différentes thématiques du domaine Biologie-Santé.

La programmation 2009 prend en compte les propositions de la consultation épistolaire, des académies, des différents organismes et instituts de recherches, des universités, des sociétés savantes, des pôles de compétitivité, des syndicats et partenaires industriels, ... pour répondre aux évolutions de ce domaine scientifique, aux modifications attendues des modes de vie et aux nouvelles demandes sociétales. Dans ce cadre, la programmation intègre tout particulièrement les propositions faites par la nouvelle coordination mise en place en 2008 dans le domaine de la recherche biomédicale.

A travers les différents programmes détaillés ci-dessous, la programmation 2009 réaffirme avant tout son appui dans les recherches interdisciplinaires, qu'elles soient fondamentales ou appliquées.

Un effort particulier sera fait sur les recherches en santé publique avec, au-delà de l'atelier de réflexion prospective ouvert en décembre 2008 sur ce thème, un nouveau programme de recherches en santé publique qui donnera lieu à un appel à projets dès l'année 2009.

Les faits marquants de la programmation 2009 sont les suivants :

1. Continuation de l'effort engagé en 2008 sur la recherche concernant les maladies associées au système nerveux en coordination avec le plan national sur la maladie d'Alzheimer. Cet effort se traduit par trois actions complémentaires : un programme national sur les **Maladies neurologiques et psychiatriques**, un **Programme international sur les maladies neurodégénératives** (Eranet NEURON) et un nouveau **Programme PHARE sur la mémoire** lancé en partenariat avec le département STIC (voir fiche programme Défis).

2. Confirmation du programme de recherche **Physiopathologie moléculaire ; des maladies rares aux maladies communes**, qui dès sa première édition 2008 a eu un vif succès tant qualitatif que quantitatif. Ce programme sera associé en 2009 à une **action internationale bilatérale Franco-Allemande sur les maladies cardiovasculaires et métaboliques**.

3. Continuation du programme sur **les Maladies infectieuses et leur environnement** en affichant plus clairement l'importance des recherches en immunologie infectieuse et en santé publique dans le domaine des maladies infectieuses. Ce programme sera associé à une **action internationale sur les maladies infectieuses et émergentes des animaux** (Eranet EMIDA).

4. Un nouveau **Programme interdisciplinaire de recherche sur les systèmes moléculaires et cellulaires, et d'innovation biomédicale** qui réoriente le programme interdisciplinaire en physique et chimie du vivant (2006-2008) autour d'axes thématiques précis. Ce programme sera associé en 2009 à une **action internationale en nanomédecine** (Eranet EuroNanoMed).

5. Dans le domaine des applications industrielles, les deux grands programmes ouverts en 2008 seront reconduits avec de nouvelles priorités thématiques : le programme « **Biotechnologies** » qui vise à développer de nouveaux outils de recherche, produits ou outils diagnostiques et thérapeutiques et le programme « **Technologies pour la santé et l'autonomie** » qui vise à développer de nouvelles technologies au service de l'acte chirurgical et médical ou au service des personnes dépendantes.

Ces deux programmes auront chacun deux volets distincts qui auront comme objectifs de :

- promouvoir la valorisation des résultats de la recherche publique dans le domaine des biotechnologies et des technologies pour la santé en finançant dans les laboratoires la « preuve du concept académique » et d'aboutir, à l'issue du financement, à la valorisation effective des projets ;
- favoriser le partenariat entre le public et le privé dans le secteur des biotechnologies.

Durant les cinq prochaines années, l'ANR complètera cette action nationale avec une action européenne qui permettra le financement de projets internationaux dans le secteur de l'assistance à la vie autonome « *Ambiant assisted living – AAL169* ».

6. Continuation de deux programmes transversaux à l'ANR ; l'un sur les **Systemes complexes et modélisation mathématique** et l'autre sur les **Contaminants, écosystèmes et santé**.

En 2008, seront directement associés au département Biologie - Santé, 10 programmes thématiques nationaux [dont 2 programmes transversaux aux autres départements scientifiques de l'Agence et 2 partenariaux (public/privé)], et 7 actions internationales.

PROGRAMMES NATIONAUX ¹	ACTIONS INTERNATIONALES ^{1,2}
Programme interdisciplinaire de recherche sur les systèmes moléculaires et cellulaires, et d'innovation biomédicale (PIRIBio) -N-	Programme transnational en Nano médecine (EuroNanoMed) -N-
Physiopathologie moléculaire ; des maladies rares aux maladies communes (Genopat)	Programme bilatéral Franco-Allemand (ANR-BMBF) en Génomique et physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques -N-
Maladies neurologiques et maladies psychiatriques (MNP)	Programme transnational sur les maladies neurodégénératives (Era-Neuron)
Maladies infectieuses, immunité et environnement (MIE)	Programme transnational sur les maladies infectieuses et émergentes des animaux (Emida) -N-
Biotechnologies <ul style="list-style-type: none"> • Emergence et maturation des projets de biotechnologie à fort potentiel de valorisation (Emergence-Bio) • Recherches partenariales en biotechnologies pour la santé (Biotecs) 	Ouverture du programme Biotecs aux partenariats franco-chinois dans le domaine de la médecine traditionnelle chinoise
Technologies pour la santé et l'autonomie <ul style="list-style-type: none"> • Emergence et maturation des projets de technologies pour la santé à fort potentiel de valorisation (Emergence-Tec) • Recherches partenariales en technologies pour la santé et l'autonomie (Tecsán) 	Programme transnational sur l'assistance à la vie autonome (AAL169) Ouverture du programme Tecsán aux partenariats franco-taiwanais
Programme de Recherche en Santé Publique (PRSP)	
PROGRAMMES TRANSVERSAUX¹	
Biologie Evolutive (Evolution) -N-	
Contaminants, écosystèmes et santé (CES)	
Systèmes complexes et modélisation mathématique (Syscomm)	

¹ Les nouveaux programmes (en gras) sont notés -N- ; les autres sont reconduits avec de légères modifications

² A noter que les programmes transnationaux EraSysBio et E-rare inscrits dans la programmation 2008 seront ouverts en novembre et décembre 2008 et se clôtureront en 2009

Au-delà des programmes transversaux et des programmes non-thématiques, le domaine biologie-santé est présent dans d'autres programmes thématiques de l'ANR à travers soit les

objets soit les objectifs des recherches envisagées. Cette présence est notable dans les programmes (départements) suivants :

- « Alimentation et industries alimentaires - ALIA » ; « Génomique » ; « Biodiversité - Biodiv » (EDD)
- « Nanosciences et nanotechnologies - P3N » ; « Domaines émergents - Défis » (STIC)
- « Matériaux fonctionnels et procédés innovants » (IPS)
- « Villes durables », « Changements environnementaux planétaires » (EDE)
- « Enfances » (SHS)

Il faut également noter l'ouverture du secteur Biologie - Santé du programme non thématique aux collaborations internationales avec la Hongrie, Taiwan, la Chine et le Canada.

Programme :

Programme interdisciplinaire de recherches sur les systèmes moléculaires et cellulaires, et d'innovation biomédicale (PIRIBio)

Mots-clés : Biologie cellulaire, Biologie structurale, Biomarqueurs, Biomatériaux, Biopolymères, Biostructures, Criblage, Chimie de synthèse, Chimie de surface, Diagnostic, Imagerie, Lab-on-chip, Microscopie, Microfluidique, Micromécanique, Modèle théorique, Modélisation, Nanosciences, Nanomédecine, Systèmes cellulaires, Recherche in silico, Thérapeutique, Ultrasons, Vectorisation

Résumé :

L'exploration du vivant est par nature une recherche pluridisciplinaire dont on attend dans les années à venir de véritables ruptures tant conceptuelles que technologiques. L'objectif de ce programme est de stimuler cette recherche pluridisciplinaire dans le domaine de la biologie et de la santé par la promotion d'un dialogue accru entre physiciens, chimistes, mathématiciens, informaticiens, biologistes et médecins.

- **1^{ère} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009-2010
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme se trouve en continuité du « Programme interdisciplinaire en physique et chimie du vivant » ouvert en 2006-2007-2008. Il correspond à des recherches en amont de celles financées par les programmes Biotechnologies et Technologies pour la santé et l'autonomie (appel à projets Emergences et Partenariaux). Ce programme est également complémentaire au programme P3N et Domaines émergents (département STIC), et Matériaux fonctionnels et procédés innovants (département IPS).

- **Résultats des années antérieures (Appel à projets PCV)**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets de pôles	Montant alloué M€	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprise
2006	184	29		11,1	84	1
2007	212	39		17,2 (dont 2,5 INCA)	113	1
2008	211	36*	29	15,5 (dont 0,7 INCA)	105	1

*état de la sélection au 27/10/08

Importante pression de sélection, la communauté a fortement répondu à l'appel à projets PCV.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les retombées attendues résident dans la progression des connaissances avec l'émergence de concepts nouveaux et dans le développement d'outils diagnostiques, thérapeutiques et technologiques innovants.

Résultats attendus :

- Développer de nouveaux concepts, technologies et méthodologies aux interfaces de la physique et de la biologie qui permettent de modéliser et d'interpréter de manière quantitative les phénomènes observés par les biologistes ou les médecins.
- Développer des méthodes de synthèse ou d'isolement de composés et de matériaux originaux au service de la recherche en biologie ou de la médecine.
- Etre capable de prédire et contrôler la réactivité et la dynamique des macromolécules biologiques et leurs complexes dans l'environnement cellulaire et au sein des organismes afin d'optimiser les nouvelles approches thérapeutiques ou technologiques au service des patients.
- Caractériser et valider de nouvelles cibles thérapeutiques, de nouveaux biomarqueurs et nouvelles nanostructures.
- Développer de nouvelles technologies d'exploration du vivant (en imagerie, en micro-mécanique, en microfluidique,... ou en élaborant de nouveaux médicaments et modes de vectorisation, en optimisant la biostabilité ou la biocompatibilité,...).

Impact espéré :

Un impact est attendu sur le développement à moyen terme de nouveaux outils de recherche ou de nouveaux produits, technologies ou méthodes dans les domaines diagnostiques et thérapeutiques mais également dans les domaines des actes médicaux et chirurgicaux.

Acteurs concernés :

Ce programme doit attirer physiciens, chimistes, mathématiciens et informaticiens intéressés par les questions fondamentales et appliquées posées par les biologistes et les médecins. Biophysiciens et biochimistes sont évidemment concernés par ce programme qui doit mobiliser aussi bien des chercheurs fondamentaux, des cliniciens que des chercheurs des secteurs industriels biotechnologiques, pharmaceutiques,....

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux sociaux et économiques :

Le secteur de la santé et des technologies de la santé représente un enjeu économique de tout premier ordre pour les décennies à venir. Cet enjeu repose sur une demande sociétale qui appelle en permanence des progrès des moyens thérapeutiques proposés ou des services ou technologies qui permettent une amélioration du bien-être des personnes. Ces progrès et améliorations ne peuvent provenir que de nouvelles connaissances fondamentales et du

développement d'applications innovantes associées à ces connaissances. Ce programme propose de s'attarder plus particulièrement aux connaissances et aux développements d'applications innovantes aux interfaces des vastes champs disciplinaires que sont la physique, la chimie, les mathématiques, la biologie et la médecine.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Quelque soit le thème abordé, le critère d'interdisciplinarité est le seul réel pré-requis à ce programme qui concerne tous les champs disciplinaires de la physique, de la chimie, des mathématiques et de l'informatique qui permettent de répondre à une question biologique ou médicale pertinente.

Les projets pourront s'intéresser aux questions biologiques intégrées posées sur les bases structurales, biophysiques et biochimiques du vivant ou sur les systèmes et interactions cellulaires. Les projets pourront également proposer de nouvelles approches diagnostiques et thérapeutiques. Les développements technologiques innovants, en particulier dans les domaines de l'imagerie du vivant et des nanosciences appliquées à la biologie et à la médecine, seront également éligibles. Finalement, les projets pourront aborder la modélisation des systèmes intégrés et développer de nouveaux modèles théoriques et informatiques permettant par exemple de prédire le vivant.

Ne seront pas éligibles les projets de recherche ou d'essais cliniques, ou les projets centrés sur des recherches pharmacologiques. Les recherches centrées sur une question de biologie systémique devront être dirigées vers le programme Systèmes complexes et modélisation mathématique. Les recherches en bioinformatique liées à l'annotation des séquençages de génomes ou aux études phylogéniques seront orientées vers les programmes Génomique (département EDD).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

L'enjeu essentiel de ce programme est de promouvoir les recherches interdisciplinaires rassemblant des approches et concepts réellement innovants permettant des avancées significatives dans la connaissance des systèmes biologiques et dans le développement d'applications pour le vivant.

- **Type de recherche** : fondamentale et industrielle

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

ANR et cofinancement INCA

- **Type de partenariat de recherche**

Public / public et public / privé

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Dans les thèmes prioritaires du FP7, on retrouve certains axes de ce programme, comme le développement de nouveaux outils pour le diagnostic et la surveillance, les nanosciences appliquées à la biologie et à la médecine et les nouvelles perspectives des TIC faisant appel, par exemple, aux biotechnologies, aux sciences du vivant ou à l'imagerie.

- **Caractère international du programme**

Programme national

Ce programme est associé à la nouvelle action transnationale sur la nanomédecine fait partie de l'Eranet EuroNanoMed.

Programme :

Appel à projets transnational sur la nanomédecine, dans le cadre de l'Eranet EURONANOMED

Mots-clés : Biocompatibilité, Biopuces, Capteurs biomoléculaires, Diagnostic précoce, Hôpital on chip, Imagerie, Nanobiomatériaux, Nanobiotechnologies, Nanoencapsulation, Recherches cliniques, Thérapeutique

Résumé :

La convergence entre les nanosciences et les sciences du vivant se traduit par l'émergence d'un nouveau champ multidisciplinaire : la nanomédecine. Les progrès technologiques couplés aux avancées des connaissances vont permettre de grandes ruptures pour améliorer le diagnostic précoce, la thérapie et la compensation des déficits chez l'Homme. La nanomédecine s'appuie sur les découvertes des nanotechnologies appliquées à la biologie et à la médecine. Le but de ce programme est de promouvoir la structuration d'une communauté scientifique à l'échelle européenne afin d'accélérer des avancées scientifiques aux frontières des nanosciences et de la médecine et de favoriser l'innovation et le transfert technologique des laboratoires vers les patients et les entreprises.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Eranet**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR : P3N, TECSAN, PCV, Biotechnologies.**

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

EURONANOMED a pour objectif d'accélérer la maturation du champ de la Nanomédecine au niveau européen en permettant des collaborations entre les chercheurs académiques, cliniciens et industriels. En favorisant le transfert des nanotechnologies vers la clinique et/ou vers les entreprises, ce programme permettra une cartographie des communautés de la nanomédecine. En particulier, la collaboration transnationale apporte une plus grande variété d'acteurs potentiels avec lesquels les équipes et/ou les entreprises françaises vont pouvoir collaborer. La finalité de ce programme international est donc d'apporter une complémentarité d'expertises académiques, cliniques et industrielles aux équipes françaises publiques et/ou privées. De plus ce programme qui regroupe environ 15 pays, va permettre de préparer les équipes françaises du domaine de la nanomédecine à l'espace européen de la recherche.

Résultats attendus :

- a. Transfert des nanotechnologies vers le patient, afin que la transition « paillasse-lit du patient » soit accélérée ;
- b. Transfert des nanobiotechnologies et de la nanomédecine vers l'industrie, en particulier les PME et les jeunes pousses ;
- c. Collaboration internationale des acteurs des nanobiotechnologies pour permettre une circulation des savoirs qui sont actuellement dispersés sur l'espace européen de la recherche ;
- d. Permettre un accroissement des ressources humaines en ouvrant de nouvelles voies de recherches et de nouvelles formations.

Impact espéré :

- e. Permettre la maturation du champ de la nanomédecine au niveau européen, afin de compléter les expertises/compétences françaises ;
- f. Proposer de nouvelles approches concernant le diagnostic précoce ;
- g. Apporter des ruptures concernant la thérapie ;
- h. Compenser la pénurie de greffons, en particulier pour la cornée ;
- i. Créer de nouvelles formations nécessaires à la dimension pluridisciplinaire de la nanomédecine.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**
 - i. Baisse du coût du diagnostic précoce ;
 - ii. Baisse des dépenses inhérentes aux effets secondaires des traitements lourds.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi et au capital humain**

Ce programme va promouvoir de nouvelles carrières, qui pourront déboucher à des formations transnationales. En créant la mobilité géographique entre laboratoires académiques, cliniques et industriels, ce programme favorisera l'emploi et les carrières scientifiques dans le domaine de la nanomédecine, et de la nanobiotechnologies.

- **Enjeux en termes de bien-être social**
 - Amélioration de la qualité de vie des patients en diagnostiquant les maladies de façon très précoce ;
 - Amélioration des thérapies en diminuant ou éliminant les effets secondaires des traitements chimiques, en particulier les chimiothérapies lors de cancer ;
 - Amélioration de la qualité de vie des personnes âgées, avec, par exemple, les possibilités de prothèses osseuses grâce aux « surfaces intelligentes ».

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Applications cliniques des nanobiotechnologies
Applications industrielles des nanobiotechnologies

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les nanobiotechnologies appliquées à la recherche biomédicale, à l'imagerie médicale, au diagnostic ou à la thérapie ont fait de grands progrès. Ce programme permettra de valoriser vers le patient et /ou l'industrie toutes ces découvertes récentes des nanobiotechnologies afin d'accélérer les bénéfices de la nanomédecine pour le patient européen.

En particulier, dans les techniques de diagnostic précoce où les nanobiotechnologies ont fait baisser les coûts, il faut faciliter le développement clinique et industriel afin d'en faire bénéficier la société rapidement.

- **Type de recherche**

Appliquée - finalisée - expérimentale - développement technologique - recherche préindustrielle, recherche clinique, multidisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement par l'ANR des partenaires français

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public/public, public/privé.

Positionnement international

Positionnement par rapport au 7^{ème} Programme Cadre (FP7)

Deux thèmes du FP7 concernent ce programme : les nanotechnologies et la santé. La présence d'un tel programme est importante pour l'UE : il répond à une ligne 2008 de demande d'Eranet.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est un Eranet.

Ce programme s'articule avec PIRIbio et P3N (Département STIC).

Programme :

Physiopathologie moléculaire : des maladies rares aux maladies communes (GENOPAT)

Mots-clés : Biomarqueurs, Biothérapie, Cardiologie, Dermatologie, Développement, Diabète, Diagnostic, Endocrinologie, Epidémiologie, Epigénétique, Génétique, Hématologie, Hépto-gastroentérologie, Imagerie, Immunologie, Immunopathologie, Inflammation, Investigation clinique, Maladies auto-immunes, Médecine interne, Maladies ostéoarticulaires, Maladies métaboliques, Maladies neuromusculaires, Médecine régénérative, Médicament, Modèles cellulaires, Modèles animaux, Néphrologie, Obésité, Pédiatrie, Pharmacologie, Physiologie, Pneumologie, Rhumatologie, Thérapie, Urologie

Résumé :

Les maladies humaines, qu'elles soient rares ou communes, ont une physiopathologie généralement complexe, non seulement du fait de leurs bases génétiques, moléculaires ou cellulaires souvent multifactorielles, mais aussi du fait de leur développement à travers différents tissus ou organes. La qualité de la prise en charge de ces maladies dépend d'une bonne compréhension de leurs mécanismes physiopathologiques.

Ce programme a pour objectif, en partant des bases moléculaires, d'étudier la physiopathologie de toutes les maladies humaines rares ou communes à l'exception du cancer, des maladies infectieuses et des maladies du système nerveux et des organes des sens qui font l'objet de programmes spécifiques.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme se trouve en continuité avec le programme « du gène à la physiopathologie ; des maladies rares aux maladies communes » (2008).

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets de pôles	Montant alloué M€	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	210	43*	25	20,9 (dont 1,17 AFM et 0,141 DGS)	114	1

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le premier objectif de ce programme est d'accélérer l'effort de recherche pour une meilleure compréhension des mécanismes moléculaires et cellulaires de ces maladies ainsi que de leurs répercussions sur le fonctionnement des organes et systèmes, afin de permettre la mise en place de traitements (plus) efficaces.

Le second objectif est de rapprocher cliniciens et recherche fondamentale, épidémiologistes et recherche moléculaire et cellulaire, et recherche industrielle et recherche académique.

Le troisième objectif est de décloisonner la recherche sur les maladies en rapprochant les savoir-faire et les outils développés ainsi que les connaissances acquises dans le domaine des maladies rares d'un côté et des maladies communes d'un autre côté.

En effet, les maladies rares sont souvent méconnues des médecins et des chercheurs, du fait de leur extrême diversité et de leur rareté. Elles peuvent pourtant représenter des modèles (simples) ou des preuves de concepts dévoilant des mécanismes physiopathologiques moléculaires impliqués aussi dans les maladies plus communes.

Résultats attendus et impacts espérés :

- Amélioration des connaissances sur tous les aspects, dont la caractérisation des mécanismes moléculaires et cellulaires des maladies, qu'elles soient rares ou communes,
- Connaissance de l'histoire naturelle des maladies, des facteurs de risque d'apparition, des facteurs explicatifs d'expressivité variable, de gravité, de complications,
- Développement et mise au point de marqueurs diagnostiques et pronostiques,
- Identification de nouvelles cibles thérapeutiques et contribution à la lutte contre ces maladies.
- Amélioration des procédures de santé publique à travers une meilleure prise en charge des patients,
- Augmentation de l'interdisciplinarité et croisement des disciplines dans l'étude des maladies.

Ce programme doit attirer l'ensemble des composantes de la recherche sur les pathologies humaines incluant les équipes de recherche fondamentale, les cliniciens, et, éventuellement, les laboratoires des secteurs des biotechnologies ou de la pharmacie.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Le développement ou l'amélioration de traitements est un enjeu économique de premier ordre au vu de l'importance du marché mondial du médicament (712 milliards de dollars en 2007, en croissance de 6,4 %).

Enjeux sociaux

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le développement ou l'amélioration des traitements des maladies mais également l'amélioration de la prise en charge des malades restent des enjeux de société de premier ordre. Les maladies cardiovasculaires qui représentent plus de la moitié des causes de décès en Europe, le diabète ainsi que l'ensemble des pathologies liées à l'augmentation pandémique de l'obésité sont deux exemples évidents de besoins urgents de progrès en recherche fondamentale et dans le développement d'outils diagnostiques et thérapeutiques innovants. Il est également nécessaire d'associer à ces préoccupations le vieillissement de la population et ses conséquences sur les pathologies liées au vieillissement des organes. Enfin il faut garder en tête les quelques 3 millions de français qui souffrent de maladies dites « rares » car individuellement exceptionnelles.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Les recherches soutenues dans ce programme devront nécessairement être associées à une ou des maladies rares ou communes. Ils feront appel à des approches pluridisciplinaires et généralement intégrées pour caractériser les mécanismes physiopathologiques et éventuellement identifier les gènes impliqués. Les projets de recherche se concentreront donc principalement sur des approches physiopathologiques en s'appuyant sur des collections d'échantillons biologiques et/ou tissulaires et éventuellement sur des groupes homogènes de patients.

Les projets de recherche seront ambitieux et novateurs. Ils concerneront les domaines de la physiopathologie, de la génétique, de l'immunopathologie, de la modélisation des pathologies.

Deux axes de recherche seront ici possibles :

- Etudes des mécanismes physiopathologiques pouvant faire appel à des outils et des disciplines multiples dont la génétique (incluant l'étude des effets épigénétiques et la recherche de gènes modificateurs), la génomique fonctionnelle, l'immunologie, les modèles cellulaires, animaux ou humains, l'imagerie in vivo et d'une manière générale les différentes techniques d'exploration du vivant.

- Etudes à visées pronostiques, diagnostiques ou thérapeutiques (à l'exclusion des essais cliniques) incluant l'identification de facteurs prédictifs ou de biomarqueurs qualitatifs ou quantitatifs des maladies, l'identification et la caractérisation de cibles biologiques, la génération de modèles cellulaires ou animaux pertinents, et d'une manière générale la conception de nouvelles stratégies diagnostiques et thérapeutiques incluant les médicaments, la thérapie génique ou cellulaire.

Les thèmes de recherche abordés seront complémentaires de ceux traités dans d'autres programmes : Maladies neurologiques et psychiatriques ; Maladies infectieuses, immunité et environnement ; Contaminants, écosystèmes et santé ; Programme interdisciplinaire de recherches sur les systèmes biologiques et d'innovation biomédicale ; Biotechnologies. Ils sont également en relation avec ceux du programme bilatéral Franco-Allemand qui porte sur la génomique et la physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques.

Dans le cas des pathologies néoplasiques, seuls sont concernés ici les processus des états précancéreux.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Un des enjeux est de favoriser la pluridisciplinarité entre les cliniciens et les chercheurs académiques afin de dynamiser les recherches translationnelles qui permettent le lien entre les résultats obtenus dans les laboratoires et le patient.

- **Type de recherche :** recherche fondamentale – exploratoire –appliquée- expérimentation - interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme :** Financement de L'ANR ; cofinancement possible de l'AFM
- **Type de partenariat de recherche :** Public/ Public-Public/ Privé
- **Positionnement international :** Programme national
- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde :**

FP7 : un des axes prioritaires du FP7 est la recherche en santé, dans laquelle le diagnostic et la recherche translationnelle sur les maladies rares et communes doivent être des activités phares.

- **Caractère international du programme**

Programme national qui s'articule avec le programme bilatéral Franco-Allemand sur la génomique et la physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques.

Programme :

Programme bilatéral ANR-BMBF sur la Génomique et Physiopathologie des maladies cardiovasculaires et métaboliques - Genomics and Physiopathology of cardiovascular and metabolic diseases (ANR-BMBF-2009)

Mots-clés : Diabète, Obésité, Diagnostic, Endocrinologie, Epigénétique, Génotypage, Génétique, Gènes modificateurs, Imagerie, Immunologie, Investigation clinique, Modèles cellulaires, Modèles animaux, Pharmacogénétique, Phénotypage, Protéomique, Thérapie.

Résumé :

Les maladies cardiovasculaires et métaboliques représentent un ensemble de pathologies complexes et pour la plupart multifactorielles causant la majorité des décès en France et en Europe.

Ce programme a pour but de favoriser les collaborations franco-allemandes dans l'étude des mécanismes moléculaires et physiopathologiques de ces maladies, pour compléter les expertises françaises, et pour permettre, entre autres, de regrouper les patients des cohortes des deux pays. Ces collaborations permettront d'accélérer l'acquisition de connaissances pour le phénotypage, génotypage ou pour identifier les facteurs épigénétiques à l'origine de ces maladies.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme Bilatéral avec le BMBF, Allemagne
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** GENOPAT
- **Relations avec des programmes antérieurs franco-allemands :** Les programmes internationaux, les P2R sont des actions menées par le Ministère des Affaires Etrangères (MAE) et les établissements publics de recherche. Avec l'Agence de financement allemande, la DFG, en 2008, un P2R sur les sciences médicales et santé a été ouvert. Ce programme s'inscrit en continuité avec cette action.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Ce programme a plusieurs objectifs :

- 1/ d'accélérer l'effort de recherche entre la France et l'Allemagne pour l'étude des mécanismes moléculaires et physiopathologiques des maladies humaines métaboliques et cardiovasculaires ;
- 2/ de favoriser les recherches pluridisciplinaires et translationnelles dans ce domaine en rapprochant la recherche fondamentale de la recherche clinique ;
- 3/ de préparer les équipes françaises à l'espace européen de la recherche.

Résultats attendus :

- Impulser la pluridisciplinarité pour l'étude de maladies complexes ;
- Introduire de nouveaux outils pour modéliser ces maladies ;
- Faciliter la recherche translationnelle qui permet le transfert des études de la recherche académique vers le patient ;
- Identification de facteurs des causes du diabète, de l'obésité et des maladies cardiovasculaires.

Impact espéré :

- Le partage entre les deux pays de groupes de patients et cohortes va permettre de comprendre plus rapidement et précisément ces maladies complexes par identification des gènes et des facteurs épigénétiques impliqués dans les maladies métaboliques ;
- Amélioration du diagnostic précoce et de la prévention;
- La mise en commun des expertises et des moyens doit permettre aux équipes françaises et allemandes du domaine de renforcer leur présence dans l'espace européen de la recherche et face à la compétition internationale.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux sociétaux

- Les maladies cardiovasculaires et métaboliques sont les premières causes de décès en France et en Europe;
- L'identification des origines de ces maladies est un enjeu de santé publique : la mise en place d'un diagnostic précoce permettrait d'anticiper la prise en charge des patients et de réduire les coûts ;
- La caractérisation et la compréhension des mécanismes impliqués dans les maladies cardiovasculaires et métaboliques constituent un enjeu de santé publique;
- La qualité de la prise en charge des patients dépend d'une bonne compréhension des bases physiopathologiques qui sous-tendent leur maladie. Seule cette compréhension

permettra la mise en place d'une meilleure prévention et d'outils diagnostiques adaptés, et le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

- Etude des mécanismes des maladies ;
- Développement de nouvelles applications pour le diagnostic et la thérapie;
- Favoriser les approches multidisciplinaires permettant de comprendre et de mieux appréhender ces pathologies dans leur globalité, pour favoriser la mise en place de partenariats multidisciplinaires.
- Recherche translationnelle avec la possibilité d'analyses génotypiques et phénotypiques sur des cohortes préexistantes ou des groupes de patients.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques du programme**

Les maladies multifactorielles sont par définition des maladies complexes où le nombre de patients étudiés doit être important afin d'obtenir des résultats valides. Ainsi, ce programme va permettre de faire bénéficier aux deux communautés scientifiques, françaises et allemandes, de groupes de patients ou cohortes pour une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux de ces maladies multifactorielles.

La recherche translationnelle, passage du laboratoire de recherche vers le lit du patient, est un enjeu de la recherche biomédicale. Ce programme, en favorisant la pluridisciplinarité, incite les chercheurs des deux pays à s'associer pour favoriser ce type de recherche.

- **Type de recherche** : fondamentale - expérimentation- pluridisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

ANR

- **Type de partenariat de recherche**

Ouvert

Positionnement international

Positionnement par rapport au 7^{ème} Programme Cadre (FP7)

Au sein du thème « santé » du FP7, le programme ANR-BMBF-PATHGEN répond à la priorité sur la recherche translationnelle au service de la santé.

- **Caractère international du programme**

Bilatéral avec le BMBF, en Allemagne.

Ce programme s'articule avec le programme national GENOPAT.

Programme :

Maladies neurologiques et maladies psychiatriques (MNP)

Mots-clés : Cognition, Comportement, Déficit sensoriel, Diagnostic, Epidémiologie, Maladie d'Alzheimer, Maladies neurodégénératives, Maladies rares, Médecine régénérative, Neurophysiologie, Neurosciences, Pharmacologie, Physiopathologie, Recherche clinique, Prévention, Psychiatrie, Santé publique, Thérapeutique, Vieillesse

Résumé :

La connaissance du fonctionnement du cerveau est d'une importance fondamentale pour la santé humaine puisque les maladies neurologiques et psychiatriques, ainsi que les déficiences sensorielles, sont fréquentes, souvent chroniques et handicapantes. Les objectifs de ce programme sont de mieux comprendre les maladies du système nerveux, communes et rares, d'améliorer les moyens diagnostiques mais également d'identifier de nouvelles cibles pour développer de nouvelles thérapies curatives et préventives pour les pathologies neurologiques et psychiatriques. Dans le cadre du plan Alzheimer, une attention particulière sera portée aux projets concernant la maladie d'Alzheimer.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009-2010
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme se trouve en continuité du programme « Maladies neurologiques et maladies psychiatriques ».

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets de pôles	Montant alloué M€	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	203	42*	20	18,501 (dont 0,55 AFM)	101	2

*état de la sélection au 27/10/08

La communauté a fortement répondu à l'appel à projets et le processus de sélection a été très compétitif.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le premier objectif de ce programme est de poursuivre l'effort de recherche sur une thématique essentielle pour la santé humaine et l'intégration sociale des individus. En effet les maladies neurologiques et psychiatriques représentent un problème de santé publique majeur.

Il s'agit ici de décloisonner la recherche sur les maladies du système nerveux en considérant l'ensemble des questions liées à ces maladies. Décloisonner entre cliniciens et recherche fondamentale, entre épidémiologie et recherche moléculaire et cellulaire et entre recherche industrielle et recherche académique.

Résultats attendus et impacts espérés :

- Caractérisation des mécanismes moléculaires ou cellulaires, des maladies du système nerveux et des organes des sens (maladies communes et maladies rares),
- Connaissance de l'histoire naturelle des maladies, des facteurs de risque d'occurrence et de prédisposition, des facteurs explicatifs d'expressivité variable, de gravité, de complications,
- Développement et mise au point de marqueurs diagnostiques et pronostiques,
- Augmentation de l'interdisciplinarité et croisement des disciplines dans l'étude des maladies du système nerveux, recherches translationnelles associant équipes académiques, cliniques et éventuellement industrielles,
- Amélioration des procédures de santé publique par une meilleure prise en charge des patients souffrant de maladies du système nerveux,
- Identification et validation de nouvelles cibles thérapeutiques et contribution à la lutte contre ces maladies,
- Constitution de cohortes de malades bien caractérisées permettant des recherches épidémiologiques et pré cliniques (et ainsi le développement d'essais cliniques futurs) sur les maladies et le vieillissement du système nerveux.

Parmi les impacts les plus attendus, on peut citer l'amélioration des connaissances et du diagnostic des pathologies du système nerveux et, en particulier, des maladies psychiatriques et neurodégénératives.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux sociaux et économiques :

Le diagnostic, le traitement et la prise en charge des patients souffrant de maladies du système nerveux font partie des enjeux de société et des problèmes économiques majeurs pour les décennies à venir. Ces enjeux sont accentués par l'augmentation attendue de la prévalence des maladies neurodégénératives et en particulier de la maladie d'Alzheimer, fortement associée au vieillissement des populations.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Ce programme est ouvert aux projets de recherche innovants et interdisciplinaires, **nécessairement liés à l'étude d'une ou de plusieurs maladies communes ou rares du système nerveux ou des organes des sens**. Ces projets associeront des études de patients et s'inscriront dans l'un des axes thématiques suivants :

A. Caractérisation et compréhension des mécanismes physiopathologiques des maladies communes ou rares du système nerveux et des organes des sens :

- Soutien de réseaux de recherche s'intéressant à la caractérisation moléculaire et cellulaire des maladies. Ces réseaux s'appuieront notamment sur des cohortes de patients associées à des collections d'échantillons biologiques et/ou tissulaires.
- Etudes physiopathologiques avec l'exploration des processus moléculaires et cellulaires et/ou environnementaux impliqués dans le dysfonctionnement et/ou la dégénérescence du système nerveux.
- Mise en place de modèles cellulaires et animaux pertinents pour l'étude de ces maladies, l'identification de gènes/protéines et de facteurs toxiques ou environnementaux.

B. Etude des grandes fonctions cognitives (mémoire, attention, fonctions exécutives, langage et émotions...) et des troubles comportementaux (principalement psychiatriques) en lien avec les maladies neurologiques et psychiatriques.

C. Identification de marqueurs cliniques, biologiques ou d'imagerie pour le diagnostic ou le pronostic des maladies neurologiques, psychiatriques et des organes des sens.

D. Développement d'outils thérapeutiques (pharmacologie et médicaments, thérapie cellulaire et génique, cellules souches,...).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Un des enjeux est de favoriser la pluridisciplinarité entre les cliniciens et les chercheurs académiques afin de dynamiser les recherches translationnelles qui permettent le lien entre les résultats obtenus dans les laboratoires et le patient.

- **Type de recherche** exploratoire - fondamentale - appliquée - expérimentation - interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

ANR et AFM

- **Type de partenariat de recherche**

public / public et public / privé

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme répond à la priorité du FP7 santé et vieillissement de la population.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est national.

Ce programme s'articule avec l'Eranet NEURON sur l'étude des maladies neurodégénératives.

Programme :

Appel à projets transnational sur les maladies neurodégénératives, dans le cadre de l'Eranet NEURON

Mots-clés : Biotechnologies, Développements technologiques, Handicap, Maladie d'Alzheimer, Neurosciences, Imagerie, Thérapie

Résumé :

Les maladies neurologiques sont fréquentes, souvent chroniques et handicapantes. Leur compréhension est d'une importance fondamentale pour la santé humaine. Avec le vieillissement de la population, on observe une augmentation du nombre de patients atteints, par exemple de maladies neurodégénératives. Ce programme a pour objectif de se concentrer sur les développements technologiques pour renforcer à la fois le diagnostic précoce et la thérapie des maladies neurologiques.

- **2^{ème} édition**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009**
- **Type de programme : ouvert**
- **Dimension internationale du programme : Eranet**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR : NEURON 2008**
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés*	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprise
2008	59, dont 29 projets avec des partenaires français	6 avec partenaires français		2,3 M€	8	1

*état de la sélection au 27/10/08

Avec un bon taux de réponses, ce programme montre que la communauté française des recherches sur les maladies neurodégénératives est particulièrement compétitive à l'échelle internationale.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

L'objectif de ce programme est d'améliorer le diagnostic précoce et les traitements des maladies neurologiques. Par exemple, les développements technologiques concernant les méthodes d'investigation, comme l'imagerie, ou la recherche de biomarqueurs ont leur place dans ce programme.

Les programmes transnationaux ont pour but de permettre la circulation des savoirs dans les laboratoires publics internationaux et le transfert de technologies entre laboratoires publics et privés pour que les patients bénéficient rapidement de nouveaux traitements et de diagnostics précoces.

Résultats attendus :

- Recherche de marqueurs cliniques, biologiques, d'imagerie pour le diagnostic ou le pronostic de ces pathologies ;
- Identification et caractérisation de nouvelles cibles pour le développement thérapeutique (pharmacologie et médicaments, thérapie cellulaire et génique, cellules souches,...) et leur validation préclinique ;
- Développement des approches technologiques innovantes et outils thérapeutiques innovants ;
- Prévalence et déterminants de ces maladies ainsi que leur retentissement en termes de handicap, de santé et de soins.

Impacts espérés :

- Développement et mise au point de marqueurs diagnostiques et pronostiques,
- Développement de nouvelles thérapeutiques,
- Amélioration des connaissances fondamentales,
- j. Création de jeunes pousses et/ou PME européennes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques et en termes de bien-être social.

Compte tenu de la fréquence des maladies neurologiques et de leur rapide augmentation avec le vieillissement des populations, les progrès liés au développement de nouveaux outils diagnostics et thérapeutiques auront d'importantes retombées économiques. De plus, ce programme contribuera à une meilleure prise en charge sociétale du handicap des personnes atteintes de ces maladies.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Ce programme financera tous les développements technologiques (par exemple en imagerie) pour améliorer le diagnostic précoce et la thérapie.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme :**

Pluridisciplinaire, ce programme s'adresse aux chercheurs, médecins et cliniciens qui travaillent en collaboration avec des équipes impliquées dans les développements technologiques.

- **Type de recherche :** fondamentale - appliquée – interdisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche :** Ouvert

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme répond à plusieurs priorités du FP7 comme le diagnostic et l'amélioration de la prévention des maladies, ainsi que l'optimisation des prestations de soins de santé.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est un Eranet.

Ce programme s'articule avec le programme national MNP.

Programme :

Maladies infectieuses, immunité et environnement (MIE)

Mots-clés : Antibiotiques, Antiviraux, Bactériologie, Barrière d'espèce, Biomarqueurs, Choc septique, Diagnostic, Epidémiologie moléculaire, Immunité acquise, Immunité innée, Immunologie, Maladies émergentes, Modèles animaux, Mycologie, Parasitologie, Prévention, Réponse de l'hôte, Santé publique, Toxines, Vaccin, Virologie, Zoonoses

Résumé :

Les maladies infectieuses restent une des premières causes de décès dans le monde. L'évolution des modes de vie, les changements climatiques, l'apparition et la dissémination rapide de souches résistantes aux médicaments, l'émergence de nouvelles pathologies et la recrudescence des grandes pandémies (paludisme, sida, tuberculose) montrent la nécessité de mieux comprendre le phénomène infectieux dans sa globalité afin de développer de nouveaux outils thérapeutiques et diagnostiques et d'améliorer la surveillance et la prévention.

Ce programme porte sur les maladies infectieuses causées par des bactéries, des parasites, des champignons, des virus ou des agents non conventionnels (prions) chez l'homme et chez les animaux. Il s'intéresse à l'ensemble des étapes du processus infectieux, des études de terrain et épidémiologiques aux études moléculaires et cellulaires les plus innovantes sur l'agent pathogène, les hôtes et les vecteurs en regardant en particulier la réponse immune associée au processus infectieux.

Les populations des pays moins développés sont particulièrement touchées par ces maladies qui constituent des risques pour l'ensemble de la planète. Une coopération avec ces pays est donc nécessaire pour combattre ces maladies et prévenir les risques à venir.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** MIE 2008
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	177	31*	23	11,5 M€	87	1

*état de la sélection au 27/10/08

Très forte pression de sélection.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le premier objectif de ce programme est d'accélérer l'effort de recherche sur une thématique qui est importante pour la santé et, de manière générale, négligée par la bio-industrie et l'industrie pharmaceutique.

Le second objectif est de considérer l'ensemble **des questions liées aux maladies infectieuses** et de décloisonner entre recherche clinique et recherche fondamentale, entre recherche de terrain et recherche moléculaire et cellulaire, et entre recherche industrielle et recherche académique.

Résultats attendus :

- Amélioration des connaissances sur tous les aspects des maladies infectieuses,
- Compréhension du processus infectieux dans sa globalité, de la dissémination au développement de la maladie,
- Augmentation de l'interdisciplinarité et du croisement des disciplines dans l'étude des maladies émergentes,
- Amélioration des procédures de veille sanitaire,
- Identification de nouvelles cibles vaccinales et thérapeutiques et contribuer au développement de vaccins et médicaments pour lutter contre ces maladies.

Impact espéré :

Ce programme doit attirer l'ensemble des composantes de la recherche sur les maladies infectieuses, incluant les acteurs de terrain (équipes de recherche dans les pays du Sud, épidémiologistes), les cliniciens, les équipes de recherche fondamentale et éventuellement des industriels.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Le projet est ouvert à des équipes de pays du Sud. Les problèmes liés aux maladies infectieuses sont particulièrement aigus dans ces pays. La réalisation de projets en collaboration avec des laboratoires locaux et leur financement contribueront à améliorer l'image de la recherche française dans ces pays et à se positionner face à la concurrence des pays anglo-saxons dans ce domaine.

Enjeux sociaux

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les projets en relation avec la surveillance, l'épidémiologie ou la diffusion des agents pathogènes et les projets portant sur le bio terrorisme peuvent avoir un impact en terme de sécurité sanitaire.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ecosystèmes**

Compréhension de l'impact des modifications des écosystèmes, de l'urbanisation,..., sur la dynamique et la virulence des maladies infectieuses.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

1. Micro-organismes pathogènes, environnement et écosystèmes

- diagnostic et identification de nouveaux agents pathogènes,
- résistances aux antibiotiques, transferts horizontaux, épidémiologie moléculaire, antiviraux, antiparasitaires et antifongiques
- vecteur : insecte, distribution, interaction vecteur-microbes, capacité de transmission, interactions vecteur-hôte, ...,
- réservoir et contamination environnementales : qualité des eaux, des sols et de l'air,
- réservoir animal, transmission animal-homme,
- environnements hospitaliers et infections nosocomiales.

2. Interactions micro-organismes pathogènes-hôtes

- biologie des agents pathogènes ; compréhension des processus d'adaptation et de multiplication dans l'hôte ; échappement aux défenses immunitaires ; détournement des fonctions de l'hôte,
- biologie de l'hôte ; physiopathologie de l'infection, réponse et adaptation à l'agent microbien, immunité innée et acquise anti-infectieuse, inflammation en liaison avec l'infection, détournement des fonctions cellulaires, étude du choc septique, analyse de l'impact sur l'infection des maladies du système immunitaire et du vieillissement sur l'infection
- génétique de la prédisposition aux maladies infectieuses, co-adaptation, co-évolution,
- connaissance et validation de cibles préventives (vaccins) et thérapeutiques ; mécanismes, développement des drogues et vaccins.

3. Epidémiologie et santé publique

- épidémiologie, phénomènes d'émergence et de réémergence, analyse du risque,
- recherche de nouvelles stratégies pour prévenir et contrôler les maladies infectieuses en incluant la recherche sur les comportements humains et sur les modes de vie.

Ce programme présente des frontières avec « Contaminants, écosystèmes et santé », avec « Changements environnementaux planétaires », avec « Alimentation Industries Alimentaires » pour les infections d'origine alimentaires, avec « Programme interdisciplinaire de recherches sur les systèmes biologiques et d'innovation biomédicale », avec « Systèmes complexes et modélisation moléculaire » et avec « Biotechnologies » pour la valorisation et le développement industriel dans le secteur de l'infectiologie.

Positionnement scientifique et technologique

Enjeux scientifiques et technologiques du programme

Un des enjeux est de favoriser la pluridisciplinarité entre les cliniciens et les chercheurs académiques, afin de dynamiser les recherches translationnelles qui permettent le lien entre les résultats obtenus dans les laboratoires et le patient.

- **Type de recherche** exploratoire – fondamentale - appliquée – expérimentation-interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

ANR et cofinancement possible par l'AIRD

- **Type de partenariat de recherche**

public / public et public / privé

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Un des thèmes prioritaires dans l'axe « santé » du FP7 est la recherche sur les maladies infectieuses et les maladies émergentes.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est ouvert aux pays du Sud car les maladies infectieuses affectent en premier lieu les populations de ces pays.

Le programme MIE s'articule avec le programme transnational EMIDA sur l'étude des maladies infectieuses des animaux de rente.

Programme :

Appel à projets transnational sur les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux, dans le cadre de l'Eranet EMIDA

Mots-clés : Animaux de rente, Endémie, Maladies émergentes, Maladies infectieuses, Maladies parasitaires, Pandémie, Prévention, Zoonoses

Résumé :

Les maladies infectieuses ou parasitaires chez l'animal de rente sont apparues ces dernières années comme des réels problèmes de santé publique. Ce programme qui regroupe 20 pays européens, a pour but de développer la recherche internationale dans ce domaine. Largement ouvert à tous les types de recherche ce programme transnational a pour objectif de faire avancer les connaissances sur l'histoire naturelle de ces maladies, sur leurs mécanismes physiopathologiques et sur l'émergence de nouvelles pathologies et la recrudescence des grandes pandémies

Ce programme a également comme but de promouvoir des approches interdisciplinaires qui impliquent les recherches fondamentales et les recherches de terrain afin de développer de nouveaux outils thérapeutiques et diagnostiques et d'améliorer la surveillance et la prévention de ces maladies.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Eranet,
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** MIE, ALIA.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les zoonoses sont des infections (bactéries, virus, prions) et infestations (parasites proto- ou métazoaires) qui se transmettent naturellement des animaux vertébrés à l'homme et vice-versa. Ces maladies comprennent les maladies transmises directement entre animaux et hommes mais aussi indirectement via des arthropodes vecteurs (par exemple arboviroses) ou via des denrées alimentaires d'origine animale lorsque les animaux constituent des réservoirs identifiés des agents pathogènes concernés. Ces maladies animales sont de réels enjeux de santé publique car elles sont fréquemment associées à des maladies émergentes humaines. Ce programme a pour but de promouvoir la recherche sur ces maladies en rassemblant les compétences Européennes autour de collaborations transnationales.

Résultats attendus :

- Amélioration des connaissances des maladies infectieuses et émergentes des animaux, et de leur transmission à l'Homme ;
- Favoriser les approches transversales dans la compréhension et l'étude de ces maladies ;
- Amélioration du diagnostic, de la thérapie et de la prise en charge vétérinaire ;
- Amélioration de la santé animale ;
- Meilleure compréhension des risques et impacts chez l'Homme engendrés par les maladies animales.

Impacts espérés :

- Identifier, circonscrire et si possible éradiquer les maladies émergentes animales ;
- Une meilleure anticipation et prise en charge des crises sanitaires au niveau européen ;
- Identifier les groupes de recherche, les entreprises et les vétérinaires européens impliqués dans la compréhension de ces maladies émergentes et infectieuses.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les zoonoses, par leur déterminant et leur impact, ont des implications fortes sur la société : agriculture durable, alimentation humaine, environnement. De plus, il existe un nombre important de souches zoonotiques encore non identifiées qui représentent un risque sanitaire potentiel.

Enjeux économiques

Ces maladies ont des incidences majeures sur :

- l'économie des filières de production des animaux de rente ;
- la santé publique.

Enjeux sociétaux

Ce programme international est au cœur des enjeux actuels autour de la santé animale et la santé publique vétérinaire, il contribuera à :

- Améliorer la prise en charge des maladies infectieuses et parasitaires des animaux de rente ;
- Prévenir les risques sanitaires et nutritionnels que peuvent présenter les aliments destinés à l'homme ou aux animaux ;
- Anticiper les problèmes de type « vache folle », « tremblante du mouton »,... ;
- Améliorer le diagnostic précoce pour protéger le consommateur ;
- Anticiper/résoudre des problèmes de santé publique.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Cet appel à projets sera largement ouvert à toutes les recherches sur les maladies émergentes infectieuses ou parasitaires des animaux.

- Meilleure compréhension de l'histoire naturelle des maladies animales
- Diagnostic/thérapie
- Modes de transmission à l'Homme

Positionnement scientifique et technologique

- Étudier les mécanismes afin de mieux prévenir et soigner des maladies infectieuses et parasitaires dans leur environnement ;
- Cartographier les forces et les faiblesses transnationales ;
- Déterminer les manques/faiblesses pour orienter, si besoin, un deuxième appel à projets vers des axes thématiques précis.

- **Type de recherche** : fondamentale – appliquée – interdisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche** : Ouvert

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme correspond à plusieurs grands thèmes d'action du FP7 : santé, alimentation, biotechnologies.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est un Eranet qui a débuté en avril 2008. Ce programme s'articule avec le programme MIE.

Programme :

Biotechnologies

Mots-clés : Biomarqueurs, Biomatériaux, Criblage, Diagnostic, Environnement, Essais cliniques, Imagerie non médicale, Immunothérapie, Innovation thérapeutique, Médicament, Vaccin

Résumé :

Ce programme a pour but le financement de projets dans le domaine des biotechnologies pour la santé qui exploitent les résultats de la science et les technologies de pointe :

- pour développer de nouveaux produits thérapeutiques,
- pour développer de nouveaux produits et outils de prévention et de diagnostic,
- pour développer de nouveaux outils afin de faciliter, accélérer et améliorer la recherche en santé,
- pour obtenir des gains de productivité ou réduire les nuisances pour l'environnement.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme fait suite au programme « Biotechnologies 2008 ».

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés*	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué M€	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	BiotecS : 87	22	38	23,4	72	23
	Emergence-Bio : 149 (85)	24	28	5,8	49	0

*état de la sélection au 27/10/08

L'appel à projets BiotecS a vu son nombre de projets augmenter par rapport à l'ancien appel RIB (87 contre 72 en 2007).

L'appel à projets Emergence-Bio a un nombre de projets soumis initialement (avant présélection par les structures de valorisation) comparable à celui de 2007 sur l'appel EMPB (axe Biotech uniquement) : 149 contre 142. Par contre la présélection par les structures de valorisation a été plus sévère.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

En favorisant la valorisation des résultats de la recherche publique et en facilitant les collaborations entre tous les acteurs du secteur, ce programme a pour objectif de promouvoir le développement du secteur des biotechnologies de la santé en France afin de renforcer l'expertise et la compétitivité de tous ses acteurs et d'aboutir au développement de nouveaux produits ou outils thérapeutiques et diagnostiques et d'outils de recherche et de bioproductions adaptés.

Ce programme a également comme objectif secondaire de professionnaliser les structures de valorisation des organismes publics de recherche et des universités qui ont, dans le cadre du programme la double mission de présélectionner les meilleurs projets et de suivre leur évolution.

Résultats attendus :

- L'accélération de la valorisation des résultats de la recherche publique
- Le développement des partenariats entre les laboratoires académiques et les entreprises du secteur des biotechnologies et de la pharmacie
- Le développement de nouveaux produits et outils thérapeutiques et diagnostiques répondant à un besoin du marché en terme de santé
- Le développement des outils technologiques pour faciliter, accélérer et améliorer la recherche dans le domaine des biotechnologies
- Le développement des outils de bioproduction des nouveaux produits thérapeutiques et diagnostiques.

Impact espéré :

- L'augmentation du nombre de produits biotechnologiques (produits/outils thérapeutiques ou diagnostiques) développés par des entreprises implantées en France arrivant dans des phases cliniques et – à long terme – sur le marché à la disposition des patients.
- L'augmentation des partenariats entre les laboratoires académiques et les entreprises du secteur.
- La valorisation des résultats issus de la recherche académique.
 - Augmentation du nombre de cessions de brevets issus de la recherche publique à des industriels
 - Amélioration des conditions de cession
- Le développement du secteur industriel français en biotechnologie (pérennisation des acteurs industriels).
- L'augmentation du nombre de spin-off des organismes de recherche et des universités créées pour exploiter les résultats de la recherche publique.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

A l'échelle mondiale, les biotechnologies pour la santé représentent un secteur de l'économie en pleine expansion qui vient concurrencer la chimie, base de l'industrie pharmaceutique traditionnelle, avec un marché mondial pour les biomédicaments estimé à 34,09 M€ en 2004, en progression d'environ 18 % par an.

En 2004, les dépenses de R&D de l'industrie pharmaceutique représentaient 50 Md\$ contre 20 Md\$ pour les biotechnologies. Depuis 1984 et la mise sur le marché du premier biomédicament (une insuline recombinante humaine), le nombre de nouveaux biomédicaments (qui ne sont qu'une partie des produits issus des biotechnologies) sur le marché est en croissance exponentielle, avec 90 en 2004 et une estimation de plus de 200 d'ici 2009 (étude « Biomédicaments en France – Etats des lieux 2004 » du LEEM). En 2003 et 2004, les biomédicaments - majoritairement développés aux Etats-Unis - représentaient 30 à 40 % des nouvelles autorisations de mise sur le marché. Plus globalement, les études du secteur estiment que les médicaments issus des biotechnologies représentent 50 % des médicaments en cours de développement. Ainsi, en 2004, le marché des biomédicaments représentait 9,7 % du marché français des médicaments (2,21 M€ contre 22,76M€) avec une progression annuelle moyenne de 30 % (supérieur à la progression mondiale de 18 %).

Les entreprises de biotechnologies françaises, au nombre d'environ 400 (toutes biotechnologies confondues), constituent un secteur particulier puisqu'il est constitué presque exclusivement de PME (tendance TPE), dont beaucoup d'entreprises très récentes ayant le statut de jeune entreprise innovante. De plus, ces entreprises restent majoritairement longtemps déficitaires et doivent régulièrement lever des fonds pour survivre. Enfin, 60 % à 70 % des effectifs des entreprises françaises de biotechnologies sont impliqués dans les activités de R&D et 59 % des entreprises déposent au moins un brevet chaque année (en plus des licences prises sur des brevets développés en dehors de l'entreprise).

Ces caractéristiques traduisent à la fois le dynamisme du secteur mais aussi sa très grande fragilité, avec de nombreuses entreprises qui se créent chaque année mais aussi beaucoup qui survivent difficilement ou qui font faillite après l'échec d'un produit leader.

Même si la France a connu en 2006-2007 une vague de premières introductions en bourse réussies, elle a encore un certain retard à rattraper par rapport à ses partenaires européens, en particulier en termes de taille des entreprises et de chiffres d'affaire générés.

Outre l'aide directe que l'ANR peut apporter aux projets sélectionnés, une sélection suivant les critères stricts et reconnus de l'ANR constitue un label de qualité qui ne peut que rassurer les investisseurs et faciliter le développement des entreprises.

Le récent rapport de l'inspection générale des finances et de l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche illustre les enjeux économiques

que représentent la valorisation de la recherche : « *La valorisation de la recherche publique a un impact positif sur l'innovation, la productivité et la croissance via l'effet de levier qu'elle exerce sur la R&D privée. La diffusion des technologies développées dans les laboratoires publics et leur traduction en applications innovantes pour le public sont ainsi les objectifs principaux de la valorisation de la recherche, plus que celui qui vise à dégager des revenus supplémentaires pour les établissements de recherche et d'enseignement supérieur.* »

Le rapport identifie 4 voies de valorisation de la recherche :

- La recherche en partenariat entre laboratoires publics et entreprises
- La valorisation de la propriété intellectuelle
- La création d'entreprises issues de laboratoires publics
- La mobilité des chercheurs entre les secteurs public et privé.

Le programme « Biotechnologies » de l'ANR vise à promouvoir les 3 premières voies de valorisation définies dans ce rapport à travers ses deux volets complémentaires.

Les études menées en vue du plan en faveur des biotechnologies prévu par le ministère de la recherche et le ministère de l'industrie, ont montré que les entreprises étaient créées trop tôt, avec une preuve de concept insuffisamment démontrée, avec pour conséquence un risque d'échec important pendant les premières années.

Pour contrer ce phénomène, le **volet « Emergence »** a pour but de permettre aux chercheurs de réaliser, au sein de leurs laboratoires, les expériences réalisant la « preuve de concept académique », c'est-à-dire l'étape démontrant le potentiel industriel du produit ou de la technologie. Cette étape doit permettre d'avancer suffisamment le développement du projet pour que le chercheur et l'organisme public détenteur de la propriété intellectuelle aient des résultats suffisamment convaincants pour :

- Créer une entreprise et trouver des investisseurs
- Trouver un partenaire industriel pour continuer le développement en commun
- Céder une licence de brevet à un industriel pour qu'il poursuive le développement.

Le volet « **recherche partenariale** » du programme Biotechnologies permet de financer les projets en partenariat entre les laboratoires académiques et les industriels, qu'il s'agisse d'une innovation issue du monde académique ou du monde industriel afin d'accélérer le développement des produits et des technologies innovants.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

En facilitant le développement industriel dans le domaine des biotechnologies, le programme permettra la création de nouvelles sociétés et le développement des sociétés déjà existantes. Ce secteur d'activité, dont la recherche est le cœur de métier, est un vivier d'emploi pour les chercheurs et en particulier les jeunes chercheurs du domaine des sciences du vivant.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Outre le développement des biomédicaments, les biotechnologies sont utilisées comme technologies de recherche et de transformation lorsque le produit final n'est pas biologique. Dans le contexte des défis actuels liés aux conséquences du vieillissement, à la lutte contre les

pandémies existantes (VIH, paludisme) ou possibles (grippe aviaire), à l'exploitation efficace et responsable des résultats de la génomique (test génétique entre autre), les biotechnologies vont jouer un rôle prépondérant au bénéfice de la santé humaine et du bien-être sociétal.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Volet 1 : « Emergence et maturation de projets de biotechnologie à fort potentiel de valorisation » (Emergence-BIO)

Axes et thèmes des recherches

Les axes sont :

Axe 1 : validation et optimisation (jusqu'aux études pré-cliniques réglementaires qui sont exclues) de nouveaux produits thérapeutiques et nouveaux vaccins.

Axe 2 : validation et optimisation et/ou pré-industrialisation d'outils et de produits de diagnostic en santé.

Axe 3 : validation, optimisation et/ou pré-industrialisation d'outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels pour la production de bio-molécules.

Axe 4 : validation, optimisation et/ou pré-industrialisation d'outils technologiques pour la recherche en biotechnologie.

Axe 5 : validation, optimisation et/ou pré-industrialisation d'outils technologique et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine agricole et agro-industriel.

Axe 6 : validation, optimisation et/ou pré-industrialisation d'outils technologique et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine de l'environnement.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Faciliter et renforcer la valorisation des résultats de la recherche menée dans les organismes publics de recherche et les universités.

L'appel à projets soutient des projets ayant soit un très fort potentiel de valorisation (un saut technologique sur un marché ciblé important) soit présentant un intérêt sociétal fort (avancée importante dans un marché de niche...).

- **Type de recherche**

L'appel à projet soutient des projets de recherche appliquée, finalisée (type recherche industrielle).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement ANR seul

- **Type de partenariat de recherche**

L'AAP est réservé à la recherche menée exclusivement par des laboratoires académiques avant tout partenariat industriel (hors sous-traitance possible et participation de la structure de valorisation publique ou privée).

La participation des structures de valorisation des organismes est souhaitée pour le suivi des projets. De plus, ces structures de valorisation sont associées à l'évaluation et à la présélection des projets.

Positionnement international

- **Caractère international du programme**

Le programme Emergence-BIO est national.

Volet 2 : « Recherche partenariale en biotechnologies pour la santé » (BiotecS)

Axes et thèmes des recherches

Les axes proposés sont :

Axe 1 : Développement et optimisation (jusqu'aux études pré-cliniques incluses) de nouveaux produits thérapeutiques (médicaments, produits biologiques...) et de nouveaux vaccins

Outre le développement de nouveaux produits et vaccins, cet axe inclut notamment les innovations galéniques (procédé d'encapsulation, adressage et vectorisation, formes adaptées à la pédiatrie ou la gériatrie...).

Axe 2 : Essais cliniques de phases précoces, preuve de concept chez l'homme, pour des bio-médicaments innovants. (axe réservé aux projets portés par les PME)

Cet axe est réservé aux projets dont le(s) partenaire(s) entreprise(s) sont exclusivement des PME. Le promoteur de l'essai clinique devra impérativement être le coordinateur du projet (le coordinateur pourra ne pas être un industriel).

Axe 3 : Développement et optimisation d'outils et de produits de diagnostic

Cet axe comprend en particulier la validation de biomarqueurs à visée pronostique, diagnostique et de suivi thérapeutique.

Axe 4 : Développement et optimisation et/ou industrialisation d'outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels pour la production de bio-molécules

Axe 5 : Développement, validation, standardisation, optimisation et/ou industrialisation d'outils technologiques, de plateformes et plateaux technologiques industriels pour la recherche en biotechnologies pour la santé

Cet axe pourra en particulier inclure le développement d'outils technologiques tels que biomarqueurs, modèles cellulaires ou animaux, imagerie, modélisation in silico. Les projets devront ici être centrés sur une question biologique et pas sur le procédé technologique.

La pertinence d'inclure un axe 6 sur la cosmétique comme dans l'appel 2008 sera discuté lors du comité de pilotage de l'appel à projets.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires de recherche et des entreprises du secteur ainsi que leurs interactions à travers le financement de projets de recherche appliquée et finalisée, pouvant aller jusqu'au développement pré-concurrentiel.

- **Type de recherche**

Ce volet soutient des projets de recherche appliquée, finalisée (type recherche industrielle) ainsi que les projets de développement expérimental.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement par l'ANR uniquement.

- **Type de partenariat de recherche**

L'AAP est réservé à la recherche en partenariat organisme de recherche/entreprise. Les projets doivent avoir un coordinateur industriel.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Des programmes de financement des projets de biotechnologies existent dans tous ces pays. En Europe, la majorité de ces programmes en faveur des biotechnologies sont focalisés sur les PME sans obligation de partenariat. Les recherches en santé et les biotechnologies pour la santé sont une priorité importante du FP7.

- **Caractère international du programme**

L'appel à projet BiotecS est national.

Le programme BiotecS s'ouvre en 2009 à l'international avec la participation possible de partenaires chinois dans des projets portant sur l'étude des médecines traditionnelles chinoises. Ces projets internationaux seront évalués selon les mêmes procédures et par les mêmes comités que les projets français. Dans ce cadre, l'ANR financera les partenaires français des projets qui auront été doublement sélectionnés par l'ANR et par la Chine.

Programme :

Technologies pour la santé et l'autonomie

Mots-clés : Biocapteurs, Biomatériaux, Gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur, e-Santé, Imagerie médicale et pré-clinique, Informatique médicale, Ingénierie tissulaire, Instrumentation médicale, Systèmes communicants embarqués et stationnaires, Technologies d'interface pour l'autonomie, Technologies et services pour l'autonomie, Télémédecine

Résumé :

Les technologies pour la santé et l'autonomie exploitent les avancées de nombreuses disciplines scientifiques et techniques :

au service de l'acte médical ou chirurgical, pour le rendre plus sûr, plus précis, moins invasif et plus efficace ;

au service des personnes dépendantes en raison de la maladie, d'un handicap ou de l'âge, pour leur permettre une plus grande autonomie tout en garantissant un niveau élevé de sécurité et d'assistance.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme national / ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**
- Continuation du programme « Technologies pour la santé » ouvert en 2008. Il s'articule également avec tous les programmes thématiques du département biologie santé de l'ANR, et en particulier avec Biotecs, PIRIBio, et les programmes STIC et P3N.
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés*	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprise
2008	TECSAN : 83	21	8	17,5	95	30
	EmergenceTec : 33	6	2	1,5	13	0

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Ce programme a pour objectifs de promouvoir les applications au domaine de la santé et de l'autonomie de technologies innovantes ayant un fort potentiel de valorisation, au travers de projets de recherche appliquée permettant l'élaboration de concepts innovants et de sauts technologiques importants, pour renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires de recherche et des entreprises du domaine.

Résultats attendus :

Le développement de technologies contribuant à un saut ou une rupture technologique dans les grands domaines du dispositif médical.

Le développement de technologies et de services innovants pour la rééducation, la correction ou la suppléance fonctionnelle des déficiences.

Impact espéré :

Il est bien évidemment attendu de ce programme un impact sur la pratique médicale et sur l'assistance des personnes en rupture d'autonomie, tant au niveau des professionnels que des personnes malades, vieillissantes ou handicapées. La part des technologies médicales reste importante pour améliorer le diagnostic et va croissante pour la définition et la mise en œuvre de stratégies thérapeutiques innovantes. L'aide technique doit encore progresser pour une meilleure assistance à la personne. Enfin, le tissu industriel, fait surtout de PME, maillon indispensable pour passer du laboratoire au lit du patient, doit bénéficier des transferts de technologie ou des co-développements réalisés dans les projets financés par le programme.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Le secteur industriel des technologies pour la santé représente un enjeu économique important et correspond à un marché mondial évalué à 185 Mds€ selon une étude récente [<http://www.eucomed.be/>]. Le seul marché européen représente 30 % de ce volume, derrière le marché américain qui atteint 43 %. Les Etats-Unis comptent environ 10.000 entreprises dans ce secteur alors que le Japon en comprend 1.600. En Europe, 54 % des entreprises sont localisées sur l'ensemble Royaume Uni, Allemagne, France et Espagne. Les grandes compagnies multinationales du secteur (GE Healthcare, Philips Medical Systems, Siemens Medical) sont très présentes en Europe et en France ; sur le territoire national, les PMI constituent la majorité du tissu industriel où 50 % des entreprises de plus de 20 salariés emploient moins de 50 personnes (source SESSI MINEFI). En termes d'emploi, on estime que l'industrie européenne des technologies médicales représente 386.000 personnes (Allemagne : 100.000, Royaume Uni : 50.000, France : 40.000). Plus généralement, le secteur de la santé représente 10 % des emplois de la population active européenne.

Les moteurs du développement des technologies pour la santé et l'autonomie au plan mondial oscillent entre deux pôles contradictoires, l'un lié à la qualité, l'autre aux coûts. Ils comprennent :

- a. Le vieillissement de la population dans les pays développés ;
- b. L'évolution vers une prévention accrue de la maladie et de la dépendance, vers un raccourcissement du cycle diagnostic – thérapie et vers des outils thérapeutiques innovants ;
- c. Une demande sociétale accrue de prise en charge de la santé et de la perte d'autonomie dans les pays développés et dans le même temps une évolution de l'« individu patient » vers un « individu consommateur » ;
- d. Un besoin de maîtrise des coûts de santé ;
- e. La croissance rapide de l'accès aux soins dans les pays asiatiques.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Volet 1 : « Emergence et maturation de projets de technologies pour la santé à fort potentiel de valorisation » (Emergence-TEC)

Axes et thèmes

L'appel Emergence s'inscrit dans la continuité de l'appel 2008, dont les axes sont :

Axe 1 : validation et optimisation et/ou pré-industrialisation de **biocapteurs et d'instrumentation biomédicale**.

Axe 2 : validation et optimisation et/ou pré-industrialisation de **systèmes d'imagerie médicale et de thérapie guidée par l'image**.

Axe 3 : validation et optimisation et/ou pré-industrialisation de **dispositifs implantables et de biomatériaux**.

Positionnement scientifique et technologique

Faciliter et renforcer la valorisation des résultats de la recherche menée dans les organismes publics de recherche et les universités.

L'appel à projet soutient des projets de recherche appliquée, finalisée (type recherche industrielle) ayant soit un très fort potentiel de valorisation (un saut technologique sur un marché ciblé important) soit présentant un intérêt sociétal fort (avancée importante dans un marché de niche...).

Positionnement par rapport au partenariat

Uniquement public/public ; réservé à la recherche menée exclusivement par des laboratoires académiques avant tout partenariat industriel (hors sous-traitance possible et participation de la structure de valorisation publique ou privée). La participation des structures de

valorisation des organismes est souhaitée pour le suivi des projets. De plus, ces structures de valorisation sont associées à l'évaluation et à la présélection des projets.

Participation financière : Financement ANR seul

Positionnement international :

Le volet Emergence-TEC est national.

Volet 2 : « Recherche partenariale en technologies pour la santé et l'autonomie » (TECSAN)

Axes et thèmes :

Les cœurs thématiques de TecSan 2008 s'ancraient dans la continuité des appels à projets lancés dans le cadre du Réseau National des Technologies pour la Santé (RNTS) en 2003 (hors ANR) et 2005 et du programme TecSan 2006 et 2007, autour des deux grands axes suivants.

1. Le développement de technologies contribuant à un saut ou une rupture technologique dans les domaines suivants :

- l'instrumentation et les biocapteurs
- l'imagerie médicale et pré-clinique
- les gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur
- l'informatique médicale et la e-santé
- l'ingénierie tissulaire et les biomatériaux

2. Le développement de technologies et de services innovants pour la rééducation, la correction ou la suppléance fonctionnelle des déficiences.

L'attention des proposant est attirée sur l'intérêt de projets incluant des méthodologies particulièrement innovantes en matière d'**évaluation des technologies médicales** dans leur environnement clinique **ou des aides techniques** dans leur environnement d'usage avec la prise en compte de l'acceptabilité et du bon usage éthique.

Evolutions thématiques :

L'étude prospective, réalisée en 2007 et co-financée par l'ANR et la CNSA, portant sur les perspectives industrielles à horizon 5-10 ans en France sur le champ des technologies pour la Santé et l'Autonomie continue de fournir les bases de l'analyse prospective du Comité de pilotage du programme. Des priorités thématiques correspondant aux différents domaines qui ont été dégagés dans l'étude sont intégrées selon un calendrier pluriannuel.

Les partenariats avec d'autres organismes constituent également des sources d'évolution thématique qui pour TecSan peuvent se traduire par de nouvelles priorités données à certains thèmes. Ainsi, les discussions actuelles avec la DGA pourraient aboutir à la définition de priorités portant sur la télémédecine dans les années qui viennent.

Les axes prioritaires de 2009 seront définis par le comité de pilotage du programme au courant de l'automne.

Positionnement scientifique et technologique :

Enjeux scientifiques et technologiques :

Renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires de recherche et des entreprises du domaine.

Type de recherche :

Fondamentale, industrielle et développement pré-concurrentiel.

Il est prévu d'introduire une faible dose de projets incluant des essais cliniques préliminaires dont il faudra définir précisément les bornes expérimentales et thématiques.

La recherche est nécessairement interdisciplinaire puisqu'elle doit être pertinente du triple point de vue scientifique, clinique et industriel pour pouvoir prétendre à un impact dans le domaine.

Positionnement par rapport au partenariat :

Participation financière : financement ANR, avec CNSA et la DGA (sous réserve) comme co-financiers.

Partenariat : partenariat public / privé majoritaire avec une triple compétence scientifique, clinique et industrielle.

Il est prévu d'introduire une faible dose de projets incluant des essais cliniques préliminaires dont il faudra définir précisément les bornes.

La recherche est nécessairement interdisciplinaire puisqu'elle doit être pertinente du triple point de vue scientifique, clinique et industriel pour prévoir prétendre à un impact dans le domaine.

Positionnement international :

Des programmes similaires existent dans tous les grands pays. Dans le cadre du FP7, TecSan est en résonance avec plusieurs lignes des programmes « TIC », « Santé » et « Nanosciences et nanotechnologies ». Aux USA, le NIBIB - *National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering*, dernier se situe sur le même terrain.

Le programme TECSAN s'ouvre en 2009 à la participation de partenaires de Taïwan et s'articule avec l'article 169 « AAL169 ».

Programme :

Programme transnational sur l'assistance à la vie autonome, (Ambient Assisted Living - AAL169)

Résumé :

Le programme AAL a pour but de développer et d'utiliser les technologies de l'information et de la communication « TIC » pour améliorer la qualité de la vie et l'autonomie des personnes âgées et leur permettre de vivre le plus longtemps possible dans leur environnement habituel.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 à 2013**
- **Type de programme : partenarial**
- **Dimension internationale du programme : Programme transnational**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

La thématique de ce programme est en phase avec les priorités proposées par le comité sectoriel STIC de l'ANR et déjà présente dans le programme TecSan dont un axe thématique de l'édition 2007 porte sur les « technologies pour la santé et l'autonomie à domicile ».

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprise
2008	117	en cours	en cours	en cours	en cours	en cours

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

L'approche du programme AAL169 est de considérer la personne comme un sujet au centre des produits et des services lui assurant une vie autonome, au lieu d'être un objet d'application de technologies et de services. Pour parvenir à une bonne acceptabilité par les individus, les projets du programme AAL doivent être pilotés par la demande. Ainsi, la focalisation et les domaines d'application du programme sont considérés du point de vue des besoins individuels auxquels une réponse doit être apportée en termes de technologies, de procédures opérationnelles et de services innovants. L'accent est donc mis sur les scénarios d'usages où les personnes âgées représentent un ensemble spécifique de consommateurs en quête de produits et de services « normaux ».

Résultats attendus :

Les résultats attendus de ce programme concernent le développement de solutions opérationnelles innovantes en termes de produits, de systèmes ou de services et correspondant à des besoins clairement identifiés des utilisateurs finaux qui seraient mis sur le marché deux à trois ans après l'obtention des résultats des projets.

Impact espéré :

L'impact attendu concerne en premier lieu le développement de solutions adaptées et validées pour les utilisateurs finaux visés (les personnes âgées) et aussi les utilisateurs secondaires (aidants et personnels médico-social) et tertiaires (les institutions apportant des services aux personnes âgées). Il y aura donc un effet sur les développements technologiques nécessaires pour satisfaire les besoins de ces populations.

Des retombées sont aussi attendues en termes d'une meilleure prise en charge par les individus eux-mêmes, par le système de soin et par le système d'aide médico-sociale des conditions liées à l'âge.

L'innovation attendue aussi sur le plan économique pourrait permettre la mise en place d'idées nouvelles ayant un impact tant individuel que collectif permettant aussi bien le déploiement durable de services que de nouvelles opportunités de marchés.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les statistiques et la démographie concernant le vieillissement de la population en France et en Europe sont éloquentes. On projette aujourd'hui pour 2030 au niveau de l'Union Européenne 17,6 % de la population entre 65 et 80 ans et 7,5 % au-delà de 80 ans, avec une progression respective à 18,2 % et 11,8 % en 2050. Cette évolution a des conséquences à divers niveaux sociaux et économiques. A l'évidence, elle constitue tout d'abord un défi pour le système de soin, de prise en charge et les familles des personnes âgées. Les enjeux se situent ensuite au plan des incapacités et des handicaps et des pathologies chroniques dont les proportions vont s'accroître dans la population du fait de l'augmentation de l'espérance

de vie. De nombreux défis concernent enfin la société dans son ensemble que ce soit au plan du travail et de l'emploi, des formes de solidarité intergénérationnelle et de pension, des pratiques de consommation, de l'investissement et de la croissance.

Les effets négatifs de cette situation trouveront pour une part des remèdes dans le développement de politiques adaptées. De nouvelles formes d'assistance aux personnes âgées sont aussi nécessaires pour leur permettre une vie autonome dans le meilleur état sanitaire possible, alors que le risque de handicap reste élevé et que la prévalence des pathologies chroniques augmente avec l'âge. Cette situation offre des opportunités pour les technologies les produits et les services innovants au service des besoins spécifiques des personnes âgées et de leurs exigences en termes d'usages.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes

AAL169 est un programme de financement de projets qui fonctionnera par appels à projets sur des thèmes prédéfinis. Les thèmes potentiels pour les appels sont les suivants :

1. Communication et ambiance intelligentes :
 - Domicile intelligent, communicant et sans barrière ;
 - Dispositifs portables et textiles intelligents ;
 - Inclusion sociale et solutions de communication pour les personnes âgées.

2. Santé et bien-être
 - Prévention ;
 - Prise en charge de la démence ;
 - Solutions pour maintenir le bien-être et la vie active des personnes âgées.

Le premier appel a été focalisé sur le thème « ICT based solutions for Prevention and Management of Chronic Conditions of Elderly People ». Le second appel, dont le lancement est prévu fin 2008, pourrait aborder le thème « ICT based solutions for Improving Social Interaction of Elderly People »

Positionnement scientifique et technologique

Le programme AAL vise à promouvoir l'innovation systémique, où les besoins de vie autonome dans son environnement préféré sont garantis à l'individu par des produits et des services utilisant des technologies, des fournitures de services, des partenaires réseaux et des nouvelles chaînes de valeur qui sont adaptées au comportement du consommateur et des structures de marché. Les projets devront donc prendre en compte :

- La compréhension des besoins du marché spécialisé des seniors et des produits et des services parfois complexe à destination de ce public ;
- Les besoins de produits et de services personnalisés, ce qui conduit à des projets de recherche et développement piloté par la demande et l'usage, avec pour conséquence que, dans de nombreux cas, les forces motrices ne soient pas le fournisseur de technologie ou de services publics, mais plutôt des groupes ou des organisations proches des usagers ;
- Le développement conjoint systématique de technologies, de services et de procédés.

Le programme AAL concerne l'innovation dans les activités des secteurs privé et public qui relèvent des domaines d'application suivants :

- La prévention et la promotion des capacités fonctionnelles de l'individu et de son activité sociale ;
- Les solutions permettant l'autonomie de la personne dans son environnement immédiat et étendu, en respectant ses choix de vie ;
- Les infrastructures et les services de télécommunications et de traitement de l'information permettant une vie autonome ;
- Les solutions permettant l'accès de la personne à l'information, à la formation, à la vie en société et aux loisirs ;
- Les services personnalisés d'approvisionnement en biens quotidiens (nourriture, médicaments, etc.), de soins à domicile et de mobilité ;
- La compensation des incapacités fonctionnelles dues à l'âge ou au handicap, la rééducation fonctionnelle après une maladie ou un accident.

Type de recherche :

Pré-concurrentielle, avec perspective de mise sur le marché des produits et services à 2 ou 3 ans.

Positionnement par rapport au partenariat

Participation financière :

ANR co-financeur avec la CNSA au plan français (1,5 M€ + 1,5 M€ par an sur 6 ans)

Partenariat :

Programme réservé à la recherche partenariale. Dans un projet AAL, le consortium doit comprendre :

- au moins trois partenaires d'au moins trois Etats Partenaires d'AAL169,
- au moins deux partenaires industriels,
- au moins une PME,
- au moins un représentant des utilisateurs.

Positionnement international

Le programme est à visée européenne (Article 169)

Programme :

Recherches en Santé Publique (PRSP)

Résumé :

La recherche en santé publique joue un rôle prépondérant en apportant des réponses concrètes tant à la demande sociétale qu'aux défis économiques liés à la prise en charge de la santé. Ce rôle devient essentiel aussi bien dans la gestion d'urgences sanitaires associées à l'émergence de nouvelles pathologies ou la recrudescence de grandes pandémies (obésité, SIDA, tuberculose, grippe aviaire, ...), que dans la prise en charge optimisée de phénomènes prévisibles associés par exemple au vieillissement de la population.

A travers le financement de projets de recherches interdisciplinaires, ce programme a pour objectif d'améliorer le système de santé en terme de gestion, prévision, évaluation des besoins et des résultats de politiques publiques.

ATTENTION : les contours exacts du programme seront précisés à partir des conclusions de l'Atelier de Réflexion Prospective mis en place sur ce sujet.

- **1^{ère} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme serait prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : ouvert**
- **Dimension internationale du programme : Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme se trouve en relation avec les programmes 2008 « Du gène à la physiopathologie ; des maladies rares aux maladies communes », « Maladies infectieuses et leur environnement », « Maladies neurologiques et psychiatriques », « Contaminants, écosystèmes, santé ».

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

A travers le financement de projets de recherches interdisciplinaires, ce programme a pour objectif d'améliorer le système de santé en terme de gestion, prévision, évaluation des besoins et des résultats de politiques publiques.

Résultats attendus et impacts espérés :

- Augmentation de l'interdisciplinarité et croisement des disciplines dans les recherches en santé publique.
- Amélioration du système de santé à travers une meilleure prise en charge des patients, une meilleure prévention individuelle et collective, une surveillance et des contrôles sanitaires optimisés
- Amélioration du contrôle des coûts de santé

Ce programme doit attirer l'ensemble des composantes de la recherche sur la santé publique incluant les équipes de recherche fondamentale, les cliniciens, les biostatisticiens, les modélisateurs, les économistes, les sociologues,

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

La santé publique est une priorité affichée dans tous les pays développés. La France dépense par exemple près de 10% de son PIB dans son système de santé. Ainsi, la santé publique est non seulement liée à une demande sociétale forte, mais elle est également associée à un défi économique permanent. Le vieillissement de la population et le développement de pathologies associées ne fait qu'accentuer cette double exigence.

La recherche en santé publique joue un rôle prépondérant en apportant des réponses concrètes tant à la demande sociétale qu'aux défis économiques. Elle contribue en effet à connaître l'état de santé de la population, à identifier les groupes à risque, à comprendre les mécanismes des modifications de la santé des populations induites par des déterminants génétiques, environnementaux, sociaux, ..., et à identifier les interventions possibles (et leur évaluation) pour améliorer la santé des populations et réduire les inégalités face à la santé. Ainsi, la recherche en santé publique a une approche à la fois populationnelle et transdisciplinaire, avec pour objectif premier d'obtenir des connaissances généralisables.

Les résultats de la recherche en santé publique ont vocation à être utilisés par les Pouvoirs Publics pour mettre en place des politiques efficaces de prévention, de dépistage et de soin. Le renforcement de la recherche française dans le domaine de la santé publique doit permettre l'amélioration de l'efficacité du système de santé en terme de gestion, prévision, évaluation des besoins et des résultats des politiques publiques.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Le programme « Recherches en santé publique » (appellation provisoire) est en cours d'instruction. Il résultera des travaux de l'Atelier de Réflexion Prospective qui débute le 1er décembre sur le même objet. Cet atelier devrait déboucher assez vite sur des propositions. Il prendra en compte les acquis de réflexion issus des aspects santé publique des programmes antérieurs du département Biologie et Santé.

Ecosystèmes et développement durable

La programmation 2009 pour le Département Ecosystèmes et Développement Durable rassemble

- le programme en alimentation et industries alimentaires ALIA
- le programme sur les écosystèmes SYSTERRA
- la participation française à l'ERA-net Biodiversa
- le programme sur la biodiversité La 6ème extinction (*nouveau programme*)
- le programme en Génomique animale, végétale, et microbienne à grande échelle
- la participation française au Trilatéral France-Allemagne-Espagne en Génomique des plantes
- la participation française au Bilatéral France-Allemagne en Génomique des animaux d'élevage.

Le Département EDD participe également à deux programmes transversaux

- le programme Contaminants Ecosystèmes Santé CES, avec le Département Biologie Santé
- le programme EVOLUTION (*nouveau programme*) avec le Département Biologie Santé.

Programmes en continuation :

Le programme ALIA mis en place l'an dernier et qui avait marqué une rupture avec les axes menés auparavant à travers le programme PNRA comporte une rotation de celui des trois domaines considéré comme prioritaire.

Le programme SYSTERRA, introduit l'an dernier pour les écosystèmes en agriculture, est reconduit en intégrant les inflexions résultant des conclusions du Grenelle de l'Environnement et les réflexions menées par les opérateurs de recherches de notre pays.

Le programme de Génomique, qui rassemble depuis 2008 les trois composantes animale, végétale et microbienne à grande échelle continue, avec l'individualisation d'un 4^{ème} axe transversal, interne à ce programme, dédié à la Bioinformatique pour ces 3 génomiques.

Le Trilatéral France-Allemagne-Espagne KBBE continue sa programmation en génomique des Plantes, toujours très axée sur le partenariat public-privé.

Le programme transversal CES est également reconduit dans ses grandes lignes.

Programmes nouveaux :

En Génomique animale, création d'un programme bilatéral France-Allemagne, principalement tourné vers les animaux d'élevage, avec une partie partenariat public-privé

très significative (il s'agit du pendant animal au programme Gabi-Geonplante, qui a évolué ultérieurement en l'ERA-net Plant Genomics puis en Trilatéral France-Allemagne-Espagne).

Le programme 6^{ème} Extinction est un nouveau programme dédié à différents aspects de la biodiversité, qui répond à des besoins de connaissances sur les évolutions en cours et à la nécessité d'amplifier les recherches en ingénierie écologique et sociale et de répondre aux premières mesures d'urgence déjà identifiées.

La disparition de l'Institut Français de la Biodiversité et la création très récente de la Fondation Biodiversité constituent un changement de cadre important. Des contacts sont programmés avec les nouveaux responsables; ces discussions, jointes aux incertitudes identifiées pour l'avenir et les orientations de l'ERA-net Biodiversa, amènent à une éventuelle recombinaison de l'ensemble formé par 6^{ème} extinction, Biodiversa, et la nouvelle donne Fondation Biodiversité.

Un nouveau programme transversal est proposé par les deux Départements Biologie-Santé et Ecosystèmes et Développement Durable; le programme Evolution est apparu très clairement comme une orientation considérée comme importante et consensuelle par la collectivité des biologistes et plusieurs organismes de recherche. La création d'un tel programme est très soutenue par les comités sectoriels de ces deux départements.

Nouvelles ouvertures de programmes nationaux à l'international :

Prise en compte de l'accord de coopération France-Hongrie (accord signé) et d'un accord France-Brésil (en cours de négociation) en Génomique.

OGM et biotechnologies végétales :

Suite à l'annonce par Madame la Ministre Valérie Pécresse de la mise en place d'un fonds de soutien spécial, dédié à la recherche en biotechnologies végétales et sur les OGM, le Département EDD a proposé à la DGRI un plan d'action en 4 grands domaines :

-relance des recherches scientifiques sur les OGM,

-amplification des recherches sur les biotechnologies cellulaires et moléculaires considérées comme stratégiques

-opération phare avec le séquençage du génome du blé (la France occupant une position de leader dans cette opération internationale)

-construction de plateformes de phénotypage à haut débit.

Plusieurs de ces domaines peuvent s'inscrire dans une collaboration entre la France et l'Allemagne.

Programme :

ALIA : ALimentation et Industries Alimentaires

Mots-clés : Alimentation, nutrition, procédés alimentaires, économie alimentaire, développement durable, sûreté des aliments, sécurité alimentaire, nouveaux aliments, formulation, ingrédients, modèles alimentaires, consommation alimentaire, éco-compatibilité des productions alimentaires, ingénierie reverse des productions alimentaires

Résumé :

Le programme ALIA propose des activités de recherche sur les aliments et les productions alimentaires en intégrant les enjeux environnementaux, de santé et de production.

Le programme s'articule autour de trois axes stratégiques dont les objectifs sont 1) de parvenir à améliorer la qualité de vie de populations spécifiques et fragilisées en développant une alimentation correspondant à leurs besoins, 2) de parvenir à améliorer la compétitivité des entreprises en encourageant l'innovation industrielle et l'image positive des productions alimentaires françaises à l'export, et 3) de parvenir à développer et à mettre en œuvre les outils encourageant la production d'aliments de qualité et sûrs, produits dans des conditions respectueuses de l'environnement et des écosystèmes.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : 1 axe ouvert à l'international**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le précédent programme, PNRA, était centré autour de 6 axes thématiques qui ont permis de financer la recherche fondamentale en nutrition s'intéressant aussi bien à la neurophysiologie des perceptions sensorielles qu'à la sécurité des aliments. En revanche, l'amélioration des technologies et le thème des politiques alimentaires ont insuffisamment été couverts eu égard à l'enjeu public et industriel de la recherche dans ces domaines. Le comportement des consommateurs était assez bien représenté surtout en ce qui concerne les études de maladies liées à l'alimentation.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	55	16 nationaux 4 en collaboration franco-allemande (financement DFG/ANR)*	7			

*état de la sélection au 27/10/08

Le nombre de projets reçus pour l'édition 2008 correspond au nombre de déclarations d'intention retenues pour proposition de projets complets à l'AAP PNRA 2007.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

ALIA a pour finalité d'orienter les recherches vers une alimentation adaptée aux besoins de populations spécifiques afin d'améliorer notablement leur qualité de vie. En générant des progrès pour l'alimentation de ces populations, il est attendu de certains résultats qu'ils soient transposés à l'«homme sain» et que cela facilite la prise en compte de recommandations nutritionnelles dans le monde du travail. La production d'aliments répondant aux critères de qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique doit aussi prendre en compte les aspects inhérents à l'atelier de production tels que les coûts, les approvisionnements et les intrants. Le programme ALIA a pour objectifs de proposer des solutions pour l'amélioration de la compétitivité des entreprises nationales ainsi que d'intégrer la notion de développement durable dans les productions alimentaires.

Enfin, le programme doit favoriser l'intégration de la recherche française dans le domaine à l'échelle européenne.

Résultats attendus :

Il est notamment attendu du programme qu'il soit à l'origine :

- d'un transfert accru des résultats de la recherche et de quelques innovations vers l'industrie et notamment les PME,
- de nouvelles méthodes d'évaluation des qualités intrinsèques et nutritionnelles des aliments incluant l'impact sur l'environnement des productions alimentaires,
- d'une meilleure compréhension de l'attitude des consommateurs afin de mieux cibler les messages de politique publique en matière d'alimentation et de diététique,
- d'un renforcement de l'intégration des disciplines scientifiques intervenant dans le domaine alimentaire,
- de nouveaux prototypes de produits à allégation « bien-être » avérée permettant l'amélioration notable de la qualité de vie de populations spécifiques,
- d'une participation active des entreprises aux projets de recherche afin d'atteindre l'objectif de 50 % de projets partenariaux financés tout en conservant les critères d'excellence scientifique édictés par l'ANR.

Impact espéré :

Le programme devrait générer :

- un nouveau mouvement d'amélioration de la compétitivité des industries alimentaires par la qualité des produits, par leur reconnaissance à l'export et par une solution proposant une plus grande flexibilité des productions,
- une amélioration et une diversification de l'offre en produits,
- la prise en compte de recommandations nutritionnelles par des populations cibles et par les fournisseurs d'aliments, notamment acteurs de la Restauration Hors Foyer,
- une meilleure ouverture internationale des activités des équipes de recherche françaises.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

L'enjeu de la recherche en alimentation est en premier lieu l'amélioration de la qualité de vie des populations par une alimentation nutritive, sûre et abordable. En ciblant ce programme sur des populations délaissées par les programmes précédents, les enjeux spécifiques sont la diversification de l'offre d'aliments élaborés correspondant aux besoins et la prise en compte de la spécificité des citoyens aussi bien en milieu hospitalier qu'à l'extérieur.

De plus, les activités proposées liées à l'atelier de production devraient aider à déployer de nouvelles méthodes de productions « flexibles et versatiles », qui, en terme d'enjeu social, pourraient permettre une diminution relative des coûts et offrir le meilleur choix pour la santé aux consommateurs les plus démunis.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Les résultats d'ALIA devraient permettre de promouvoir des productions industrielles alimentaires respectueuses des environnements et de favoriser l'export vers d'autres pays où les consommateurs sont extrêmement sensibles à des critères éthiques comme le bien-être animal. Un produit alimentaire mis à disposition du consommateur est un assemblage complexe incluant des matières premières d'origines géographiques diverses, des emballages associés à des coûts énergétiques et environnementaux directs et indirects. En conséquence, la caractérisation de l'impact réel des productions constitue un véritable défi.

Un autre enjeu est l'évaluation et la modernisation des ateliers de production d'aliments permettant de compléter les activités financées par la Commission européenne dans le cadre des appels à projets du 7ème PCRD.

L'augmentation de l'offre est une nécessité économique. L'innovation en matière de produits, du fait des contraintes réglementaires et des exigences des consommateurs, doit maintenant correspondre à des réalités et à des allégations vérifiées.

Une interaction avec le programme SYSTERRA est à prévoir.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

En France, l'alimentaire, avec un chiffre d'affaires de près de 140 milliards d'euros et ses 11 000 entreprises, décroche la première place des secteurs industriels, devant l'automobile ou encore la chimie. Le secteur alimentaire français est également fortement représenté au niveau européen, devant l'Allemagne et numéro 2 mondial derrière les Etats-Unis. Le tissu industriel français est composé à 90 % de PME de moins de 250 salariés. Néanmoins, cette avance est fragile si l'on considère que la part du budget consacrée par les ménages à l'alimentation est sujette à variations avec une exigence en termes de réassurance et de qualité toujours plus forte.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Dans le cadre de la compétition internationale, il est reconnu que l'innovation dans les pays riches est un des seuls modes de maintien et de développement des emplois dans un secteur. En participant au développement de l'innovation, le programme devrait contribuer à soutenir l'emploi dans le secteur alimentaire.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le programme devrait fournir des données soutenant l'argumentaire du PNNS.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme ALIA vise l'amélioration de la connaissance et en conséquence, de la maîtrise des risques et bénéfices liés aux aliments, eaux incluses, intervenant dans les processus de production alimentaire.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

Le programme devrait encourager la valorisation d'un mode alimentaire à la française.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ecosystèmes cultivés**

La diversification des sources de matières premières pour de nouveaux ingrédients pourrait être un encouragement à la diversification des productions agricoles ou aquacoles et par conséquent, à une augmentation de la biodiversité des systèmes anthropisés.

Cela pourrait accompagner la nécessaire prospective sur la mutation de l'agriculture liée au réchauffement climatique.

Les enjeux écologiques et environnementaux sont fortement liés à ceux du programme agriculture à haute valeur environnementale et du programme « Contaminants Ecosystèmes Santé ».

- **Pollutions**

Il est important de renforcer la dimension impact environnemental des transformations agro-alimentaires et de s'intéresser à la minimisation des charges polluantes rejetées par les industries alimentaires, eu égard aux consommations d'eau pour le lavage et la désinfection des installations ou comme ingrédient, et de la consommation en énergies des filières alimentaires pour le transport des denrées, leur stockage et conservation, ainsi que leur transformation.

Il est aussi à noter que les industries alimentaires sont de gros consommateurs d'emballages spécifiques qui sont rejetés soit par des industries secondaires (restauration collective) soit par les consommateurs. De gros efforts de recherche sur la minimisation des quantités de déchets et sur l'aptitude au recyclage tout en améliorant les propriétés nécessaires pour la préservation des aliments sont à réaliser.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Le programme repose sur 3 axes thématiques dont un est identifié prioritairement par édition de l'AAP :

- Axe 1 : Recherche en Alimentation pour le bien-être et le mieux vieillir des populations.

Axe thématique à forte composante de recherche académique qui soulève les problèmes de :

- l'amélioration effective de l'alimentation de populations spécifiques : malades dénutris, malades à pathologies chroniques sous médication lourde à effets indésirables avérés, obèses,..
- le développement de méthodes fiables, rigoureuses et reproductibles à haut débit in vitro et in silico pour l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments et leur validation in vivo,
- la détermination de biomarqueurs (chez l'homme ou dans les aliments) intermédiaires spécifiques pour la nutrition et leur validation,
- la compréhension et la modélisation des mécanismes de transformation mécaniques et biologiques des aliments dans l'ensemble du tractus digestif permettant de relier la composition de l'aliment proposé au consommateur aux nutriments potentiellement biodisponibles.

La coopération internationale bilatérale est fortement encouragée notamment avec des équipes allemandes potentiellement financées par la DFG.

- Axe 2 : Recherche en Alimentation pour une économie plus dynamique

Axe thématique à forte composante partenariale et visant l'ouverture à des développements technologiques d'autres filières industrielles à vocation biologique. L'axe inclut :

- L'intégration et les couplages de procédés ainsi que leur validation montrant des bénéfices en termes d'amélioration de la qualité et de la sécurité des produits, et de durabilité.
- La modélisation, le développement et l'intégration de technologies high tech pour une modernisation des ateliers de production incluant une analyse de l'impact économique de la mutation engendrée.
- Le développement de méthodes permettant la production de nouveaux produits alimentaires sur mesure incluant à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles avérées.
- Le développement de nouveaux ingrédients à propriétés fonctionnelles et nutritionnelles à partir de nouvelles sources et l'évaluation de leur valeur ajoutée.

- **Axe 3 : Recherche en Alimentation pour une société équilibrée et un développement durable:**

Axe thématique à forte composante intégrative de champs disciplinaires visant à développer et à valider les outils nécessaires à la mesure des impacts sociaux et environnementaux des productions alimentaires. Cet axe s'intéresse :

- au développement et à la validation d'outils intégratifs permettant une évaluation et une analyse complète des filières et de produits élaborés incluant la mondialisation des approvisionnements (une coopération avec les pays du Sud est envisageable),
- au développement de méthodes pour l'évaluation bénéfice-risque de la qualité des intrants incluant ou non des facteurs exogènes sur la santé des consommateurs (OGM exclus, eau et énergies incluses),
- au développement et à la validation de méthodologies permettant d'intégrer la notion de durabilité dans les productions alimentaires,
- au développement et à la validation de méthodologies pour la compréhension des attitudes alimentaires des consommateurs. Soutien aux politiques publiques permettant de mieux gérer les crises et de favoriser une information ayant un impact véritable sur les consommateurs.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Dans le programme ALIA, l'interdisciplinarité est requise, permettant ainsi d'intégrer les connaissances pour la conception d'aliments et d'alimentations ; les finalités des recherches sont appliquées pour favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie.

Afin de faciliter l'intégration des productions alimentaires dans la société du 21ème siècle, le programme ALIA favorisera le développement de méthodologies intégrant la contribution de plusieurs champs disciplinaires forts (boîtes à outils).

- **Type de recherche**

ALIA propose de la recherche fondamentale et/ou appliquée dont les applications à court, moyen et long termes doivent être le domaine de l'alimentation des êtres humains. A partir de là, ALIA nécessite une très forte multidisciplinarité intégrant aussi bien les sciences issues du domaine médical que les sciences humaines et sociales ou les sciences de l'ingénieur.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

DFG (Allemagne) : co-financeur sur quelques thématiques de recherche de l'axe 1. La coopération franco-allemande pour la première édition de l'AAP ayant été un franc succès, il est envisagé de renouveler cette expérience.

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte : les activités partenariales sont fortement encouragées et en particulier, la participation des entreprises (toutes entreprises confondues) est favorablement accueillie.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

En raison de la mondialisation des approvisionnements, les questions de traçabilité de l'origine des produits, de la certification de leurs qualités ainsi que les questions d'éthique y afférant sont particulièrement importantes aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle européenne.

La réglementation communautaire en matière de denrées s'appuie fortement sur les résultats de la recherche européenne en faisant fortement appel aux experts scientifiques présents dans les projets du PCRD. Afin d'augmenter la visibilité de la recherche française, le programme ALIA propose une orientation en adéquation avec les questions du 7ème PCRD : par exemple, retour en force de l'aspect process / industries en incluant l'impact environnemental.

- **Caractère international du programme**

Faisant suite à une forte demande de l'Allemagne, une ouverture internationale forte avec ce pays est réalisée : la DFG, organisme financeur allemand et l'ANR ont initié un processus de réflexion dans les domaines attenants à la nutrition humaine. L'intérêt d'une collaboration bilatérale est de :

- Mettre le pied à l'étrier aux équipes françaises pour construire et conduire des projets de plus grande dimension internationale (PCRD) en créant des bases solides de coopération et de confiance mutuelle,
- Aller chercher des compétences qui ne seraient pas développées au niveau national.

Programme :

SYSTERRA : Systèmes, Territoires, Ressources vivantes et Agricultures

Mots-clés : Biodiversité, écosystème, écologie, ingénierie écologique, géographie, gouvernance, institutions, territoires, sols, océans, forêts, zones humides, eau, horticulture, arboriculture, foresterie, pêche, aquaculture

Résumé :

L'histoire de la progression des sociétés humaines dans la biosphère montre que les écosystèmes ont été profondément modifiés par l'agriculture, l'élevage et la pêche, et que l'avenir de la pression démographique va encore les modifier fortement. Or, ces écosystèmes à très forte transformation anthropique connaissent une crise écologique. Les différentes activités économiques qui utilisent les écosystèmes et les territoires (écocultures) jouent dans cette crise un rôle clé, pouvant aussi bien l'amplifier que contribuer significativement à la résoudre. Cela requiert à la fois une nouvelle vague de technologies et des innovations sociales appropriées.

Les activités agricoles, d'élevage et d'aquaculture, de foresterie et de pêche peuvent en effet contribuer efficacement à la production de services écologiques, comme le rapport du *Millenium Ecosystem Assessment* l'indique : gestion des eaux, gestion du cycle du carbone et des nutriments du sol, lutte contre l'érosion, gestion de la biodiversité... Les futures technologies correspondantes font appel à une nouvelle ingénierie écologique liée à la science écologique et appliquée aux écosystèmes très artificialisés.

En même temps, les activités productives doivent conserver un haut niveau de production. Or, les agricultures intensives en énergie et en intrants chimiques (au sens large), tout comme la foresterie, l'aquaculture et la pêche, seront de plus en plus soumises à des contraintes fortes de viabilité économique, environnementales et sociales. De nouvelles technologies deviennent donc nécessaires pour associer les hauts niveaux de productivité rendus nécessaires par l'accroissement de la demande mondiale, et une saine gestion de l'environnement ainsi que des ressources naturelles. L'ensemble technologique qu'il convient d'explorer modifie sensiblement les paysages et est donc indissociable de l'avènement de nouvelles formes d'organisation et de gouvernance des territoires ruraux (multiplication des interactions entre acteurs concernés par l'utilisation et l'aménagement des milieux), de nouvelles formes d'apprentissage et de transfert des techniques et des modes de gestion, ainsi sans doute que d'innovation dans les politiques publiques.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2008-2009-2010**
- **Type de programme : ouvert**
- **Résultats des années antérieures : (résultats en cours de dépouillement lors de la rédaction de la fiche)**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	54	15*	1*			

*état de la sélection au 27/10/08

- **Dimension internationale du programme : Programme national ouvert à des collaborations internationales en particulier en direction de pays du Sud.**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR**

Ce projet de programme résulte de :

- Discussions lors des réunions du **Grenelle de l'Environnement sur l'agriculture « écologiquement intensive » et « à haute valeur environnementale ».**
- Sources d'inspiration dans des projets « Agriculture et Développement Durable » (2005-2006) qui a produit une série de projets de qualité.
- Conséquences du bilan du programme « Biodiversité 2005-2007 » : il a été souhaité que les activités anthropiques et leur rôle dans la gestion de la biodiversité soient abordés.
- Résultat du groupe de travail Gestion des écosystèmes, services écosystémiques et territoires (GeSET) de l'ANR coordonné par l'INRA en lien avec le CNRS, le CEMAGREF, l'IRD, l'IFREMER, le CIRAD
- Proposition résultant de demandes de : **INRA, CIRAD, CEMAGREF, CNRS, IFREMER, IRD, MEDAD, ADEME, MAP/DGER/ en 2007** et réitérées en 2008
- L'INRA a souhaité que ce programme intègre le concept de **production intégrée.**
- Domaine enregistré **comme « technologie clé » par la DGE.**
- Sur les mêmes questions, quatre séminaires nationaux ont été organisés en 2005 et 2006, organisés par quatre ministères (MAE, MAP, MEDD, MESR) et six organismes (CEMAGREF, CIRAD, IFREMER, INRA, IRD, MNHN) dont les travaux ont été publiés par la Documentation Française en 2007 : Ecosystèmes et développement durable : concevoir une recherche pour un développement durable. J. Loyat ed.
- C'est un domaine peu couvert par le FP7 Thème 2 et stratégique pour l'agriculture française. L'édition 2007 du programme Systerra a intéressé des responsables de la DG Recherche.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les écosystèmes de la planète connaissent une transformation de plus en plus profonde au fur et à mesure que les sociétés humaines conquièrent des espaces nouveaux pour assurer leur alimentation et divers besoins (textiles, habitat, énergie...). Cela conduit à exploiter de manière non durable les ressources naturelles renouvelables (pêche, chasse) et fossiles (gisements d'engrais et d'énergie), à dégrader significativement les écosystèmes (assèchement des hydrosystèmes, perte de biodiversité, déforestation ...) et à générer des pollutions.

L'accroissement de la production de biens se fait donc ainsi souvent au détriment des écosystèmes. Le *Millenium Ecosystem Assessment* a révélé que les systèmes productifs pouvaient, tout au contraire, contribuer beaucoup à la « santé des écosystèmes » et à une gestion durable des ressources qui les composent : par exemple en limitant l'érosion et les risques d'inondation, en favorisant les auxiliaires protégeant les cultures, en favorisant les insectes pollinisateurs, en séquestrant mieux le carbone dans les sols, en facilitant la fonction d'épuration des eaux par les écosystèmes eux mêmes... L'aquaculture et la pêche peuvent de la même manière contribuer à la gestion durable des ressources et à la qualité de l'environnement. L'agriculture et les autres activités peuvent donc se comporter en gestionnaires des services écosystémiques. **Cela requiert une véritable ingénierie écologique faisant appel d'une part à l'écologie scientifique**, (en particulier l'écologie du paysage –*landschaftsoecologie*- et l'écologie fonctionnelle) et **d'autre part à un renouveau des méthodes de gestion des territoires ruraux** de manière à ce que les différents usages qu'en font les différents acteurs (production, gestion du cycle du carbone, gestion du cycle de l'eau, protection de la biodiversité) puissent être rendus compatibles, individuellement et mutuellement bénéfiques.

Il faut donc définir les bases d'une nouvelle vague de technologies agricoles capable d'assurer un haut niveau de rendement biologique tout en ayant une haute qualité environnementale. C'est le but d'un courant de recherche international qui existe depuis plus de 10 ans sous les appellations d'agroécologie, de *ecoagriculture*, de *doubly green revolution*, de *conservation agriculture*... Ces recherches sont **fondées sur une intensification de l'usage des processus écologiques. On peut dire qu'il s'agit d'une technologie écologiquement intensive (Grenelle de l'Environnement).**

Résultats attendus :

- **Constituer de nouveaux savoirs** concernant les techniques et méthodes par exemple, de gestion de la fertilité des sols, de protection sanitaire des cultures et des élevages, de gestion écophysiological des peuplements végétaux complexes, de gestion quantitative et qualitative des eaux, de gestion du carbone (séquestration dans les sols et la biomasse), de gestion des éléments minéraux (bouclage des cycles), de gestion de la biodiversité, de réhabilitation des milieux abîmés, de gestion des

paysages (écologie du paysage), et de gestion de l'esthétique du paysage (externalités économiques positives). Ces techniques empruntent à l'ingénierie écologique, **l'éco-agronomie** (ou agroécologie), à l'écologie fonctionnelle (par exemple les chaînes trophiques), à la phytopharmacie, à la médecine vétérinaire, à la sélection végétale et animale.

- **Constituer de nouvelles méthodes et outils de gestion des territoires** afin de concilier les différents usages productifs, les services écologiques, dans le présent et en prospective pour les générations futures.
- **Définir des méthodes permettant un apprentissage permanent** des savoirs et connaissances nécessaires à la gestion des fonctions productives, et à la gestion des services écosystémiques et des territoires.

Impact espéré :

- Mise en œuvre de nouvelles techniques agricoles : il y a dans le monde (Brésil en particulier) près de 50 millions d'hectares utilisant les premiers éléments de technologie de cette nouvelle vague, mais l'agriculture française est encore insuffisamment touchée par le mouvement. Cependant, de nombreux groupes d'agriculteurs inquiets de l'évolution du contexte économique, social et environnemental expérimentent des solutions alors qu'il n'y a pas encore eu d'effort suffisant de recherche à caractère fondamental dans les différents domaines concernés. L'attente des professionnels est importante et se manifeste de multiples manières. L'impact espéré se chiffre en surfaces d'agriculture certifiée « haute valeur environnementale ».
- Meilleure gouvernance des territoires et gestion des services écosystémiques.
- Meilleure définition des politiques publiques dans leur intégration locale .
- Meilleure articulation entre territoires ruraux et zones d'urbanisation rapide.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

La mise au point de nouvelles technologies bénéficiera de manière importante...

-aux citoyens en général en matière de qualité de l'environnement et de fourniture de services écologiques d'intérêt général ;

-aux consommateurs d'aliments en matière de réduction de l'utilisation des pesticides, mouvement commencé avec la propagation des thèmes « d'agriculture raisonnée » et que le programme poursuivra.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

-Le cahier des charges des nouvelles technologies est entre autres destiné à adapter l'agriculture à un contexte d'accroissement des prix des intrants, donc à réduire les charges

et accroître les revenus agricoles. L'ensemble des exploitations agricoles sont concernées, en particulier la céréaliculture.

-Les matériels agricoles devront être mieux adaptés aux nouvelles techniques de production.

-Sont aussi concernées les entreprises de pêche et d'aquaculture qui peuvent attendre une gestion plus soutenable à long terme.

-L'objectif est aussi de préserver un haut niveau de productivité et d'améliorer la compétitivité à l'exportation pour certaines cultures (en particulier le blé).

-L'obtention d'une agriculture plus saine pour l'environnement pourrait donner lieu à la définition d'un label nouveau et d'une certification donnant des avantages compétitifs aux produits.

-Enfin, la combinaison entre production, amélioration des qualités environnementales des territoires et amélioration des conditions du tourisme, renforce la multifonctionnalité de l'agriculture et peut favoriser l'emploi local, le tourisme devenant une activité plus importante dont l'ancrage territorial est fort.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

-L'aménagement des paysages, à la fois pour des raisons de productivité, des raisons environnementales (services écosystémiques) et des raisons esthétiques, permettra d'améliorer la qualité des services touristiques et des produits économiques qui en résulteront. Certaines régions de montagne par exemple pourront bénéficier particulièrement d'une amélioration des conditions du tourisme, ainsi que des effets directs de revenus espérés.

-Les recherches devraient aussi conforter les principes de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC)

-Le domaine agricole péri urbain et littoral sont particulièrement concernés par le programme en raison de leur caractère de forte pression anthropique.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

La gestion intégrée des activités de production et des activités de gestion des services écosystémiques pourrait créer des emplois dans les régions où les besoins en gestion des écosystèmes sont élevés, en particulier dans les zones à forte densité de problèmes environnementaux.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

-Les nouvelles technologies requièrent des qualifications nouvelles de la part des producteurs, notamment des connaissances en sciences écologiques et agroécologiques.

-L'expérience indique que ces connaissances sont acquises facilement et confèrent au métier de producteur un intérêt nouveau. Gérer la production et en même temps la complexité d'un écosystème et prendre en permanence des décisions ayant des effets multiples stimulent le sens de la curiosité intellectuelle et de la responsabilité. Pour cette raison, on qualifie ainsi cette révolution technologique comme « **intensive en connaissances** ». Le métier de producteur, déjà très technique et à caractère entrepreneurial, deviendra ainsi encore plus technifié et sera susceptible d'attirer plus encore de jeunes désirent s'installer dans la profession.

-La gestion intégrée et concertée des écosystèmes et territoires ruraux suppose aussi l'acquisition d'une culture de la négociation qui conforte l'évolution vers des pouvoirs plus décentralisés.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

La gestion des écosystèmes par l'agriculture et par les autres activités de production s'effectuant dans le cadre des écosystèmes constitue une grande innovation sociale. Elle est de nature à changer le contrat social qui existe implicitement entre les agriculteurs (éleveurs, aquaculteurs, pêcheurs) et l'ensemble de la société, pas seulement pour ce qui concerne la fourniture de produits sains, mais aussi –et pour beaucoup– pour la conservation de la biosphère afin qu'elle reste viable et vivable.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Par ailleurs, les agriculteurs eux-mêmes devraient bénéficier de ces technologies en termes de réduction des risques sanitaires dus aux épandages de pesticides et à la pollution des nappes phréatiques.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

Enfin, la relation de la société vis-à-vis des paysages et de l'environnement devrait évoluer. Les paysages devront, pour autant que nécessaire, intégrer l'utilité productive et l'utilité au titre des services écologiques, ainsi que l'esthétique du paysage.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Un des objectifs visés par les nouvelles technologies et les nouveaux modes de gouvernance est **d'assurer une gestion intégrée durable des ressources naturelles** :

- la ressource en eau de manière à en assurer un meilleur stockage dans les écosystèmes terrestres,
- les espèces animales et végétales au titre de la biodiversité, particulièrement les espèces faisant l'objet de pêche intensive,
- les forêts et leur diversité biologique,
- le carbone de manière à en stocker le plus possible sous forme organique dans les sols (pour améliorer la fertilité, ce qui fait du carbone une ressource) et à en soustraire une partie à l'atmosphère (effet de serre),
- les ressources en éléments minéraux de manière à limiter et supprimer les pertes de Phosphore, Azote, Potassium dans les circuits hydriques (pollutions des eaux et des nappes) et dans l'atmosphère (effet de serre des oxydes d'Azote).

- **Ecosystèmes**

La gestion par des pratiques et des techniques adéquates des services écologiques rendus par les écosystèmes concerne principalement : le maintien et la réhabilitation de la biodiversité (paysagère, spécifique et génétique) ; le maintien d'un niveau suffisant de contenu en eau des paysages (pour les besoins de la production, éviter l'assèchement progressif, gérer les nappes phréatiques et adapter les écosystèmes au changement climatique) ; la réduction de l'érosion et la filtration des eaux (voir ci-après).

- **Pollutions**

Les nouvelles technologies devraient réduire les épandages d'herbicides, d'insecticides, de fongicides et d'autres produits pesticides, à en limiter les effets polluants dans les sols, les eaux et l'atmosphère, mais sans pour autant viser à les faire disparaître pour autant qu'ils sont quelquefois indispensables au maintien des hauts niveaux de production qui sont rendus nécessaires par l'accroissement des besoins.

- **Risques naturels et risques industriels**

L'aménagement et la gestion des hydrosystèmes devraient permettre de réduire les risques de crue lors des épisodes pluvieux intenses, comme les risques de baisse trop accentuée des nappes phréatiques lors des épisodes secs intenses que pourrait amener le changement climatique, et ainsi de commencer à anticiper les risques de sécheresse.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

En 2008 les axes de recherche ont été les suivants :

- **L'intensification écologique des systèmes de production**
 - Connaître et moduler les fonctionnements biochimiques et physiques dans les agrosystèmes
 - Concevoir le pilotage des fonctions écologiques des sols
 - Développer des méthodes de protection intégrée des cultures et des élevages
 - Elaborer des techniques de pêche compatibles avec la ressource et la gestion environnementale.
- **Ingénierie écologique des paysages et des territoires**
 - Interactions entre fonctionnalités d'un écosystème ou d'écosystèmes reliés
 - Concevoir et intégrer des systèmes de production complexes
 - Conséquences des fluctuations temporelles sur les écosystèmes cultivés
- **Nouvelles formes de gestion et de gouvernance**
 - Comment et à quelles échelles spatiales et temporelles évaluer les fonctionnalités et services des écosystèmes ?
 - Dispositifs d'action publique facilitant la pérennité des fonctionnalités des écosystèmes
 - Dimension publique dans l'espace rural et côtier.
- **Nouveaux paradigmes et nouvelles méthodologies**
 - Approfondir la notion de service fourni par les écosystèmes
 - Concepts et méthodes de modélisation des écosystèmes cultivés

Les axes seront conservés mais le Comité de Pilotage pourrait réviser les différents items de chaque axe.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Bien que quelques pays (Brésil, Etats-Unis entre autres) disposent d'une avance technique concrète par l'extension de techniques agricoles dites de conservation, les bases scientifiques biologiques et écologiques d'une nouvelle productivité sont encore très faibles. Il y a donc, malgré les premiers succès, à la fois des risques éventuels non encore appréciés, et des potentialités entrevues et qui ne sont pas encore explorées.

-Les recherches doivent donc permettre **d'élaborer les bases scientifiques fondamentales des nouvelles technologies** proposées.

-Elles doivent aussi permettre de définir les **concepts, outils et méthodes** permettant de décrire, caractériser et mesurer les phénomènes en cause, en particulier des outils de diagnostic dynamique dépassant les seuls indicateurs d'état pour s'interroger sur la capacité des écosystèmes cultivés à supporter des perturbations et étudier les modalités d'adaptation et d'évolution des biocénoses.

-Elles doivent enfin permettre la mise en place **d'expérimentations en milieu contrôlé et en vraie grandeur**, si possible en envisageant une longue durée, en particulier des **recherches à caractère participatif avec des acteurs de terrain**.

Plusieurs domaines scientifiques sont à explorer :

-Celui des **écosystèmes et de leur dynamique sur longue durée** afin de définir des techniques de gestion, d'aménagement, et de réhabilitation. Les recherches feront appel à l'écologie en général, et plus particulièrement l'écologie du paysage, l'écologie fonctionnelle, l'écologie des populations, l'écologie évolutive... La compréhension des conséquences des interventions humaines sur le fonctionnement des écosystèmes devrait apporter des connaissances indispensables.

-Celui des **technologies issues du génie agroécologique**. La définition d'une nouvelle fertilité va particulièrement requérir des connaissances en biologie des sols (le séquençage du métagénome du sol, particulièrement dans la rhizosphère qui est prévu par ailleurs), et en pédogenèse. La définition de nouvelles techniques de lutte intégrée va requérir des connaissances particulièrement sur les réseaux trophiques, sur la dynamique de la biodiversité dans les milieux cultivés, ainsi que sur les processus chimiques de résistance à des agresseurs (la résistance génétique étant étudiée par ailleurs). La conduite de peuplements cultivés et de leur flore et faune associées, de nouvelles connaissances en écophysiologie et en écologie fonctionnelle... D'une manière plus générale, les recherches permettront d'utiliser les connaissances acquises sur les mécanismes du vivant comme source d'inspiration technologique.

-Celui **des méthodes de gestion des phénomènes naturels par les sociétés**. Il s'agit de passer de la notion de « ressources » à celle de « services », et d'une logique « mono usages » souvent génératrice d'externalités négatives, à une logique de « multifonctionnalité » plus intégrée. Partant de l'expérience acquise dans ce domaine en matière de concertation entre acteurs et de décision collective (à caractère privé ou public), les recherches devraient explorer les voies permettant une nouvelle gouvernance fondée sur les interactions multi acteurs, sur la coordination des préférences, la résolution de divergences et l'intelligence distribuée.

- **Type de recherche** : recherche fondamentale et finalisée, expérimentation, développement technologique.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement assuré par l'ANR seule, mais potentiellement ouvert à des cofinancements.

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche **ouverte et partenariale (mixte)** : les **partenariats avec les acteurs de terrain en charge de la gestion des ressources et des territoires** (producteurs agricoles, éleveurs, pêcheurs, gestionnaires d'espaces naturels...) **sont les bienvenus** dans le cadre de protocoles de recherche participative.

Positionnement international en Europe ou dans le monde

-Le programme est national mais ouvert à des collaborations bilatérales.

-Il est articulé avec l'ERAnet Biodiversa.

-Il est ouvert à des sujets intéressants des pays du Sud et à des collaborations avec des équipes de ces pays.

-Il serait nécessaire de l'ouvrir, si l'opportunité se présente, à des collaborations avec les Centres Internationaux du *Consultative Group for International Agricultural Research* (Washington) qui a été approché par l'intermédiaire de la Commission de la Recherche Agricole Internationale (CRAI). Une collaboration de ces Centres peut être recherchée dès 2009 et des cofinancements internationaux mis en place en 2010.

Programme :

La 6^{ème} extinction : quantifier la perte de diversité biologique ; comprendre et agir sur les processus écologiques, économiques et sociaux qui l'accompagnent et ERAnet Biodiversa

Mots-clés : Biodiversité, écosystèmes, génétique, évolution, ingénierie écologique, modélisation, expérimentation

Résumé :

Une 6^{ème} extinction des espèces est en marche comme en témoignent de nombreuses observations tout autour de la planète. Elle est due à l'action de l'homme sur les écosystèmes et est extrêmement rapide. Cette extinction s'accompagne de pertes de biodiversité à d'autres échelles : appauvrissement du patrimoine génétique des espèces survivantes, fragilisation des chaînes trophiques, pertes de fonctions essentielles à la pérennisation d'écosystèmes, pertes de services rendus par les écosystèmes...

Il est nécessaire de **mieux comprendre** les processus écologiques évolutifs, de **documenter** l'ampleur et les caractéristiques de l'érosion de la biodiversité et ses conséquences, de **prédire à l'aide de modèles** l'évolution de la biodiversité, de **promouvoir l'ingénierie écologique et sociale adaptée**, et de développer les outils incitatifs permettant aux sociétés humaines d'intégrer les objectifs de préservation de la biodiversité dans leur développement.

Il est aussi nécessaire de **désigner des priorités** d'action en fonction des urgences observables sur le territoire national, comme la préservation des récifs coralliens.

Ce programme sera couplé avec celui de l'ERAnet Biodiversa 2009.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2009 et les suites seront à analyser en fonction de l'articulation avec l'ERAnet Biodiversa
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national ouvert à des collaborations internationales en particulier avec des pays du Sud. Ce programme est articulé avec l'ERAnet Biodiversa promu par l'Institut Français de la Biodiversité, dont les objectifs sont plus généraux
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Ce programme fait suite au programme « Biodiversité 2005-2007 » qui a duré 3 années et qui a connu un grand succès. Le taux de pression a toujours été très élevé et les Comités d'Evaluation particulièrement soucieux de l'excellence scientifique. Les premiers résultats scientifiques témoignent de la très grande qualité des projets sélectionnés. Mais, en contrepartie, un grand nombre de sujets proposés n'ont pas été financés et de

nombreux domaines thématiques, pour lesquels il y a une certaine urgence à entreprendre des recherches, n'ont pas reçu de financement. Enfin, la tendance naturelle des réponses avait été assez logiquement de privilégier la connaissance à la recherche de solutions. Ce programme ayant naturellement évolué vers des alliances internationales et en particulier européennes, il a été décidé de financer en 2008 l'ERAnet « Biodiversa » dont les objectifs sont plus généraux. Cet ERAnet est lui aussi un succès mais les financements destinés à des équipes françaises sont plus limités que dans le programme Biodiversité 2005-2007 et ne permettent pas par ailleurs la prise en compte de tous les sujets indispensables, en particulier ceux qui pourraient intéresser particulièrement le territoire national. Par ailleurs, le programme Biodiversa ne connaîtra pas d'édition 2009. Pour ces raisons le programme 6^{ème} extinction constitue un relais au Programme de l'ERAnet Biodiversa et une suite logique au programme « Biodiversité 2005-2007 » en cherchant des prolongements vers l'action.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités⁵ :

Cinq évènements paroxysmaux d'extinction d'espèces, ou « crises », ont rythmé l'histoire de la Terre depuis 500 millions d'années. Une sixième extinction est en marche. Les modifications d'usage des écosystèmes, la surexploitation des ressources vivantes, et le changement climatique, autrement dit l'empreinte écologique de l'humanité, sont la cause de cette extinction massive dont l'impact est estimé entre 500 et 10 000 fois le taux naturel d'extinction. A terme, cette extinction va se traduire par un appauvrissement du patrimoine génétique des espèces survivantes, une fragilisation des chaînes trophiques, des pertes de fonctions essentielles à la pérennisation des écosystèmes, et des pertes de services rendus par les écosystèmes. Les sociétés humaines doivent réagir car cette évolution menace les bases mêmes de leur survie ou de leur confort à long terme.

Reprenant en partie et précisant les objectifs de la stratégie de recherche française en matière de biodiversité (2004), il convient, en 2008, de définir des objectifs plus avancés en matière de recherche et de propositions pour l'action. Nous aurons en effet besoin de comprendre ce qui va changer dans les écosystèmes qui sont des systèmes complexes, et ceci ne pourra être fait que si l'on parvient à développer une approche interdisciplinaire basée sur des concepts et des approches qui permettront de développer de nouveaux outils de prédiction. Les prédictions permettront alors en retour, dans une démarche itérative, de guider le recueil des données. Comme dans le cas du climat, il est indispensable de disposer préalablement de systèmes d'observation de la biodiversité sur l'ensemble du territoire national et particulièrement dans les zones menacées. En complément de la démarche strictement scientifique, comme pour le changement climatique, il sera nécessaire d'établir un dialogue renforcé entre la recherche et la société.

Le premier objectif du programme est **de modéliser et prédire** (même si au départ les marges d'erreur seront importantes) ce qui ne peut se faire qu'à l'aide de modèles permettant de représenter l'influence des actions humaines et du changement climatique sur l'évolution de la biodiversité au cours des décennies du siècle à venir. Pour modéliser et prédire, il faudra **documenter** l'ampleur et les caractéristiques de l'érosion de la biodiversité et ses conséquences en termes de dégradation de services écosystémiques, ceci afin de comprendre le processus écologique évolutif ainsi que les processus économiques et sociaux qui lui sont associés. Cet aspect est inséparable de l'examen d'adaptations susceptibles de fournir des solutions de remplacement. L'autre grand objectif du programme est de **promouvoir l'ingénierie écologique et les institutions sociales permettant aux sociétés humaines d'intégrer les objectifs de préservation de la biodiversité dans leur développement**. Le programme pourrait aussi **désigner des objectifs précis correspondant à des situations d'urgence où la recherche doit précéder de très peu l'action et l'accompagner**.

⁵ Ce texte emprunte très largement des paragraphes entiers du texte intitulé « la 6^{ème} extinction », défini par la Commission scientifique de l'Institut Français de la Biodiversité en décembre 2007.

Résultats attendus :

Pour des régions données et des écosystèmes particuliers, le programme devrait proposer des descriptions du fonctionnement des écosystèmes et des perturbations en cours, une modélisation de leur fonctionnement et de leurs trajectoires, des explorations des solutions à apporter, des résultats d'expérimentations à échelle réduite et contrôlées ou dans des situations modèles, des résultats de suivi scientifique d'interventions à caractère de préservation, des principes d'action en matière d'ingénierie écologique et de règles sociales de gestion des milieux.

Impact espéré :

Des lignes d'action sont attendues en matière de préservation...

- des principaux écosystèmes du territoire national, en particulier dans les Collectivités outre mer : les récifs coralliens et lagons, les zones marines à forte diversité biologique, les zones forestières, les zones humides...
- des espèces menacées, en ne privilégiant pas simplement des espèces emblématiques, mais en portant une attention particulière aux espèces jouant un rôle clé dans la résilience des écosystèmes,
- et de la diversité génétique et fonctionnelle des populations.

Certaines actions pourraient être développées en coordination avec le Fonds Français pour l'Environnement Mondial dont le rôle est de financer des actions innovantes en matière de gestion de la biodiversité et qui est un des tout premiers utilisateurs de résultats de recherche.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Ce programme devrait alimenter une réflexion sur les comportements des consommateurs vis-à-vis de la biodiversité. La certification des produits sur la base de critères environnementaux fait des progrès mais n'avance pas à un rythme suffisant. Pris parmi de nombreux exemples, à titre d'illustration, le marché des poissons tropicaux d'aquariums constitue un danger tant qu'il n'y a pas de technique de production autre que la capture dans les lagons et de certification garantissant que leur vente ne nuit pas aux écosystèmes lagunaires tropicaux. On peut considérer que la certification est un des éléments clé de la conservation de la biodiversité pour donner des signaux de marché aux consommateurs.

- **Enjeux de production**

La gestion de la biodiversité des sols et des paysages productifs est une des conditions nécessaires à la sécurisation de la production de biomasse. De même, la gestion des pêcheries afin de conserver un fonctionnement satisfaisant des écosystèmes marins est une condition indispensable d'une exploitation durable des stocks de poissons. Mais une gestion durable de la biodiversité implique dans beaucoup de cas une modification des techniques

d'exploitation et de production (par exemple : techniques de pêche durable, renoncement au labour pour limiter la destruction de la phase biologique du sol, aménagement des paysages par l'agriculture pour mieux gérer les hydrosystèmes...). Le programme définira les bases scientifiques d'une gestion durable de la biodiversité pour les écosystèmes concernés.

NB : Le programme Systerra traite, en complément, de l'ingénierie écologique spécifique des écosystèmes productifs à très forte pression anthropique.

Enjeux sociaux

- **Enjeux en termes de bien-être social et de sécurité**

Préserver la biodiversité est équivalent à préserver les écosystèmes et les services qu'ils apportent aux sociétés. Par exemple, la diversité biologique contribue à l'entretien des cycles nutritifs des écosystèmes et donc à la sécurité alimentaire des sociétés, à la régulation des cycles hydriques et à la sécurité de l'approvisionnement en eau. Par exemple encore, la diversité des propriétés des êtres vivants dont on ne connaît encore qu'une infime partie peut être à l'origine de nouveaux médicaments ou de molécules utiles pour d'autres usages (contrôle de parasites et ravageurs des cultures). D'autre part, l'adaptation à un même milieu s'est souvent faite par la sélection de solutions physiologiques variées qu'il est intéressant de répertorier dans le contexte du changement climatique. Les enjeux de bien-être et de sécurité, bien qu'évidents sont encore mal connus mais ils sont potentiellement tout à fait considérables.

- **Enjeux en termes de culture**

La préservation de la diversité à l'échelle des écosystèmes conduit à donner de la valeur aux paysages et à leur contenu esthétique et culturel. Les paysages sont de plus en plus des supports de loisirs et représentent un capital valorisable par le tourisme.

Enjeux écologiques et environnementaux

Les enjeux sont particulièrement décrits dans le rapport parlementaire « La biodiversité : l'autre choc, l'autre chance » des sénateurs P. Laffitte et C. Saunier au titre de l'OPEST en décembre 2007.

- **Ecosystèmes**

L'enjeu de ce programme est essentiellement écologique. Il est consacré à la gestion de la biosphère. Il faut notamment signaler l'importance de la diversité biologique des sols (pris comme écosystèmes) qui conditionne le fonctionnement de la biosphère et sa capacité à amplifier le cycle photosynthèse – dégradation de la biomasse – humification – minéralisation – absorption par les plantes. La structuration des sols qui en résulte peut permettre de mieux stocker le carbone atmosphérique, limiter la lixiviation des ions nutritifs et donc contribuer à purifier les eaux.

- **Ressources naturelles**

La production de biomasse, sa localisation dans le paysage et sa diversité peuvent contribuer à la régulation du système hydrique et donc à éviter les pénuries d'eau dans les nappes phréatiques ou les inondations, contribuer à la régulation du climat en maintenant le fonctionnement de cycles évitant la désertification. La gestion de l'eau comme ressource naturelle est donc très liée à la gestion des écosystèmes et de leur biodiversité. Le cycle de

l'eau et le cycle du carbone sont donc concernés. Mais pour l'essentiel, le programme vise la préservation des ressources vivantes.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Les axes et thèmes de recherche proposés complètent les projets financés dans le cadre du programme biodiversité 2005-2007 et le prolongent dans d'autres dimensions précises. Les actions qui sont et seront entreprises dans le cadre de l'ERAnet Biodiversa visent quant à elles à poursuivre l'effort de recherche fondamentale. Les axes de recherche envisagés sont les suivants⁶ :

- **Modéliser et scénariser les changements de la biodiversité**

Les changements climatiques et anthropiques ont une influence sur la dynamique adaptative des espèces : les extinctions seront-elles compensées par des processus de spéciation comme ceux observés lors des précédentes grandes extinctions, ou ces perturbations seront-elles si importantes et surtout si rapides que les émergences de nouvelles espèces ne pourront compenser les pertes ? En complément à l'estimation des extinctions et de leur taux, il est tout aussi important d'être capable d'apprécier la capacité des organismes à s'adapter et, même si cela est plus délicat du fait des échelles de temps concernées, de reconstruire des hypothèses sur les taux de spéciation. Dans cette démarche (extinction – adaptation – spéciation), il faudra tenir compte de l'homogénéisation croissante des écosystèmes au niveau mondial, ainsi que des activités humaines qui favorisent la multiplication des espèces invasives. Pour prédire les changements à venir dans la biodiversité, il faut identifier au préalable des processus, des lois les plus générales possibles, qui régissent les structures des populations, des communautés et des écosystèmes, ainsi que les changements de structure. Les données nécessaires à leur détermination sont hétérogènes et la complexité des problèmes écologiques actuels apporte des questionnements statistiques nouveaux qui nécessitent des développements appliqués comme théoriques. Il faut aussi étudier comment valoriser les bases de données hétérogènes déjà constituées telles que les herbiers, les collections et suivis d'écosystèmes. **La recherche française doit se doter de manière ambitieuse de plate-formes et de modèles mathématiques de simulation comparables à ceux qui alimentent l'expertise du GIEC.** L'objectif est de représenter les systèmes et leur fonctionnement par des modèles qui puissent contribuer à révéler les paramètres essentiels pour les changements de la biodiversité. Dans cette démarche, il sera important de bien intégrer la spatialisation (de mailles réduites jusqu'au global, de l'homogène au très hétérogène, de vastes espaces aux corridors...), ainsi que la dynamique des changements économiques et sociaux liés.

⁶ Là encore, le texte reprend les propositions de la Commission scientifique de l'IFB.

- **Documenter et caractériser l'érosion de la biodiversité et la dégradation des services écosystémiques**

A l'heure où la communauté scientifique s'accorde à considérer qu'une extinction massive est en train de s'amorcer, il est paradoxal de constater qu'en dehors de groupes taxonomiques emblématiques de par l'intérêt que l'homme leur porte, on n'est **pas aujourd'hui en mesure de quantifier précisément la réduction de la biodiversité**. C'est le cas par exemple dans le domaine marin où, à l'exception de la frange littorale et de quelques écosystèmes ciblés, notre ignorance est patente. C'est également vrai pour les organismes de petite taille très largement inconnus comme ceux des sols ou des forêts tropicales. Par ailleurs, la dynamique de ce qui est bien connu reste étrangement mal renseignée (par exemple, le devenir de la flore commune) et ininterprétable. On ne pourra pas nourrir les modèles sans une amélioration sensible de notre appréciation de la biodiversité, de son hétérogénéité spatiale et de sa dynamique. Il est donc nécessaire **d'assurer un effort important d'inventaire et de suivi** afin de contribuer à caractériser la diversité du vivant (y compris dans ses aspects fonctionnels), sa distribution dans l'espace et sa dynamique. Mais il est bien évidemment impossible de réaliser un inventaire exhaustif à l'échelle planétaire. Il faut donc effectuer des choix d'échantillonnage rigoureux en termes de biotopes d'espèces ; la métagénomique, utilisant les nouvelles techniques de séquençage à très haut débit peut vraisemblablement constituer l'un des moyens mobilisables. Cette aventure scientifique, qui est perçue en tant que telle par le grand public et à laquelle il participe à travers des observatoires, devrait permettre d'alimenter des scénarios.

- **Comprendre les processus écologiques, économiques et sociaux associés à la réduction de la biodiversité**

Il manque des diagnostics précis des fonctions écologiques, des services écologiques qui en découlent et de leur dégradation liée à la perte de biodiversité. La connaissance même de ces services est encore très imparfaite. Ces connaissances sont par ailleurs très centrées sur les usages actuels que font les sociétés de la biodiversité, mais ses usages sont susceptibles d'évoluer rapidement dans les prochaines décennies. L'expérimentation en milieu naturel, en méso et microcosmes (écotrons), sera une démarche nécessaire pour comprendre les processus et les conséquences de leurs dérèglements éventuels.

- **Soutenir l'innovation technologique et sociale**

La recherche doit irriguer l'innovation technologique, en particulier l'ingénierie écologique, ainsi que l'innovation sociale, en particulier la définition de règles de gestion, de nouveaux comportements vis-à-vis des espèces et des écosystèmes, et d'incitations politiques.

- **Agir face à l'homogénéisation des écosystèmes et face aux extinctions**

La gestion et la préservation de la biodiversité ne peuvent bien souvent pas attendre les progrès de la science. Des méthodes et des actions sont depuis longtemps mises en place (directives européennes, parcs et réserves, financements du Fonds Français pour l'Environnement Mondial) pour faire face aux situations d'urgence. La recherche doit donc aussi participer aux opérations de gestion de la biodiversité en apportant son point de vue critique, ses connaissances et ses méthodes de suivi. À cet égard, on peut penser à l'établissement d'une coordination entre des grands projets de gestion de la biodiversité financés par exemple par le FFEM, les actions des parcs et réserves, et des projets financés

par l'ANR. Des priorités pourraient être établies et **certains défis à la fois dans le domaine de la science et de la gestion** pourraient être proposés, par exemple : **le sauvetage des récifs coralliens tropicaux**. D'autres pourraient être imaginés et proposés.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le premier enjeu scientifique est celui de la représentation des écosystèmes, de leur biodiversité et de leur dynamique. Les équipes françaises n'enregistrent pas de grand retard dans ce domaine, mais les recherches actuelles manquent d'audace et ne se situent pas aux bonnes dimensions. Le rôle du programme est de faire accéder à une nouvelle dimension et une nouvelle ambition.

Le deuxième enjeu est de nature scientifique et technique : inventer une ingénierie écologique et les innovations sociales correspondantes qui soient capables de gérer dans la durée la soutenabilité des écosystèmes et de leur biodiversité.

- **Type de recherche**

Les recherches à effectuer sont de type fondamental et finalisé. Elles supposent des dispositifs de terrain en particulier des observatoires et des dispositifs permettant de réaliser des observations répétées. Elles comprennent aussi de l'expérimentation dans des dispositifs où de nombreuses variables sont contrôlées, comme dans des situations réelles avec la participation d'acteurs. L'interdisciplinarité est indispensable ; par exemple : l'étude du fonctionnement d'un sol peut se faire par une interaction entre des techniques issues de la physiologie et de la pédologie, et la métagénomique. De même, l'étude de la production primaire d'un écosystème peut mettre en œuvre des techniques de télédétections couplées à des mesures de terrain (mesure de biomasse et du fonctionnement végétal). Par ailleurs, l'interdisciplinarité doit se traduire aussi en rassemblant des physiologistes, des écologistes, des généticiens - y compris des généticiens des populations -, des évolutionnistes, etc. **Le but est bien de valider le mieux possible les modèles existants ou qui peuvent être proposés.**

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Il n'est pas prévu de cofinancement à ce stade mais l'ANR est ouverte à des participations financières.

- **Type de partenariat de recherche**

La recherche serait de type ouvert permettant des partenariats au sein du secteur public et entre secteur public et secteur privé. Des associations avec les organisations de la société civile à vocation de gestion environnementale de la biodiversité seraient bienvenues dans les cas où cette association serait utile.

Positionnement international

La France a pris des initiatives politiques importantes dans le domaine de la recherche en biodiversité : forte présence dans le programme international Diversitas, Conférence mondiale de Paris en 2005, leadership du processus IMOSEB destiné à être le « GIEC de la

biodiversité », leadership de l'IFB dans la création de l'ERAnet Biodiversa. Cette position doit être maintenue par des soutènements de recherche de qualité.

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme s'articule avec le septième Programme cadre de l'UE (relativement faible dans ce domaine) et avec l'ERAnet Biodiversa. Il est destiné à projeter les équipes de la communauté scientifique française à la fois vers la recherche fondamentale, et vers l'expertise, l'ingénierie, la concertation avec les acteurs, et la définition de stratégies.

- **Caractère international du programme**

Principalement destiné à faire des investissements propres à la communauté scientifique française, ce programme est national mais est cependant totalement ouvert à des collaborations internationales, et à la participation de partenaires des pays du Sud.

Programme :

Génomique et Biotechnologies végétales

Mots-clés : Génomique animale, génomique végétale, génomique microbienne à grande échelle, animaux de rente, aquaculture, bioinformatique, bactéries pathogènes, bioagresseurs et interaction avec les plantes, biologie intégrative, enzymes pour la chimie industrielle, génomique d'association (GWA), génotypage, métagénomique, microbiomes (humain, sols, station d'épuration eaux usées), milieu marin, organismes modèles, outils et ressources, pathogènes, plantes cultivées, QTL, rendement, séquençage complets de génomes, stress biotiques et abiotiques, symbiotes.

Résumé :

Le programme rassemble la génomique animale et végétale ainsi que celle des microorganismes menée à grande échelle. Il s'agit de la génomique au sens large, c'est-à-dire de l'ensemble des «-omiques», à savoir séquençage et annotation, transcriptomique, protéomique, métabolomique qui sont éligibles dès lors que les ressources -omiques précédentes dans l'ordre utilisé ci-dessus sont suffisamment étoffées. La génomique animale concerne les animaux de rente et les animaux modèles correspondants ; la génomique végétale concerne massivement les plantes cultivées et les plantes modèles correspondantes. Quant à la génomique microbienne à grande échelle, elle inclut la métagénomique et l'identification de nouvelles enzymes pour la chimie industrielle. Un sous-axe nouveau transversal est créé pour la bioinformatique dédiée aux thématiques impliquées dans ce programme.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010
- **Type de programme :** mixte
- **Programme national** dont certains sous-axes sont ouverts à l'international, complété par un AAP trilatéral France-Allemagne-Espagne en génomique des plantes et un AAP bilatéral France-Allemagne en génomique animale.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** il s'agit de la continuation du programme génomique, restructuré en 2008 avec la réunion en un seul comité d'évaluation commun de la génomique animale et de la génomique végétale, complété par la reconduction du trilatéral France-Allemagne-Espagne en génomique des plantes et par la création d'un nouvel AAP dédié à la collaboration bilatérale France-Allemagne en génomique animale.

• **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés*	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	176	11 (génomique animale) 21 (génomique végétale) 7 (génomique microbienne) 12 (génomique végétale en trilatéral)	5			

*état de la sélection au 27/10/08

La pression prévisible devrait se situer vers 27 %. Les communautés qui ont répondu sont, pour le secteur public, l'INRA, le CNRS, le CEA, le CIRAD, l'IRD, le CEMAGREF, des Centres techniques ; pour le privé, on retrouve les entreprises de semences, les laboratoires des filières professionnelles du secteur animal et des PME/TPE. 2008 a vu l'apparition de PME/TPE en génomique microbienne à grande échelle.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les objectifs et finalités du programme génomique sont triples :

- promouvoir des meilleures connaissances fondamentales de la structure et du fonctionnement des génomes, pris individuellement et globalement dans des niches écologiques (métagénomique),
- utiliser ces connaissances pour amplifier les recherches finalisées, au niveau de l'agriculture (élevages d'animaux, cultures de végétaux alimentaires),
- utiliser également ces connaissances pour inscrire l'agriculture actuelle, à vocation alimentaire, dans la durabilité écologique et pour construire une production de biomasse à vocation énergétique (énergie, chimie industrielle).

Résultats attendus et impacts espérés :

Sur le plan médical, l'étude métagénomique du microbiome humain (tube digestif, peau, sphère ORL, zones génitales) devrait apporter de nouvelles connaissances nécessaires pour envisager des thérapies innovantes ou minimiser certains aspects néfastes des thérapies actuelles. Les études sur les génomes complets de micro-organismes pathogènes ou symbiontes pour l'humain devraient vraisemblablement apporter de nouvelles connivences utiles en médecine.

Pour la génomique animale et végétale, les impacts espérés sont multiples ; préparation de réponses pour anticiper les effets du changement global (changements climatiques, raréfaction des énergies fossiles) mais aussi l'amélioration des rendements et de la qualité à travers l'identification des gènes impliqués dans les caractères importants pour l'élevage des animaux et la culture des plantes.

Pour la génomique microbienne à grande échelle, les impacts autres que médicaux se situent au niveau des pathogènes et symbiontes pour les élevages animaux ou les cultures de plantes, de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes naturels ou anthropisés.

Des conséquences significatives sont également attendues au niveau de l'énergie durable, à travers l'apport de la génomique végétale pour la production de biomasse à usage agrocarburants ou synthons pour la chimie industrielle. Pour cette dernière, la mise à disposition de nouvelles enzymes microbiennes pour les réactions de bioconversions devrait constituer un apport important pour la chimie durable.

Au-delà des aspects technologiques, les connaissances et progrès attendus s'inscrivent aussi dans les attentes citoyennes sur des questions sociétales préoccupantes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

L'axe génomique végétale inclut l'adaptation des plantes au changement climatique. Par ailleurs et en complément, la poursuite de l'augmentation des rendements à l'hectare s'inscrit désormais avec la réduction des intrants (eau, fertilisants azotés et potassiques, traitements phytosanitaires) dans la perspective de la durabilité sur une très grande échelle. Pour l'axe génomique animale, les aspects quantitatifs (dont le volet maladies des élevages) et qualitatifs sont pris en compte pour les différentes filières de production.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

Les enjeux de production mentionnés ci-dessus sont également très soutenus par les agences de financement de la recherche des autres grands pays producteurs ; il importe donc de maintenir notre recherche nationale dans le peloton de tête ; que ce soit en recherche fondamentale ou en recherche finalisée. Les actions internationales mentionnées dans ce document constituent une réponse européenne aux défis de la production dans le contexte de la mondialisation du commerce.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Les recherches amont pour inscrire les productions dans la durabilité à très long terme sont menées en parallèle sur les 2 échelles nationales et internationales, en tenant donc compte à la fois des cultures et élevages menés sur le territoire national (métropole et DOM-TOM) et des productions végétales et animales en développement dans des pays tiers, dont ceux du Sud.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Bien que les utilisations non alimentaires des cultures végétales qui sont préparées par les recherches en cours et à venir ne rentreront dans une phase industrielle que dans quelques années, les impacts sur l'emploi sont prévisibles car ces utilisations non-alimentaires s'ajouteront aux surfaces pour l'alimentation (homme, animaux).

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Il s'agit de la partie cultures massives qui devront être prises en charge par une « nouvelle génération » d'agriculteurs dont on peut prévoir qu'ils devront travailler sur des types de végétaux différents (hors légumineuses déjà cultivées).

- **Enjeux en termes de bien-être social**

La métagénomique du microbiome humain comporte des aspects thérapeutiques (exemple de l'étude en cours sur l'obésité en relation avec les transitions nutritionnelles).

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

La partie génomique végétale pour la biomasse du futur et la partie génomique microbienne pour l'industrie chimique sont des anticipations sur les réponses technologiques à préparer face aux changements globaux sur la planète (changement climatique et raréfaction des réserves d'énergie fossile).

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

La génomique apporte des informations essentielles pour l'inventaire des ressources naturelles (contribution à l'étude de la biodiversité animaux, végétaux et microbes des compartiments terrestres et aquatiques). Au-delà de l'inventaire, ces outils moléculaires générés par les projets de génomique permettent également aux généticiens des populations d'analyser efficacement les changements dans les populations d'organismes constituant les écosystèmes (aspect dynamiques).

- **Ecosystèmes**

Les cultures végétales et l'élevage d'animaux de rente constituent les coeurs des écosystèmes anthropisés. Si les aspects liés aux plantes et aux animaux sont pris en charge, pour les aspects dépendant de la génomique, dans ce programme, la métagénomique du sol est un domaine qui démarre tout juste, en France comme dans d'autres pays ; or les échanges entre plantes et animaux avec le sol représentent le réacteur chimique de ces écosystèmes qui reste encore assez peu connu.

- **Pollutions**

La réduction des intrants de type phytosanitaires pour les cultures végétales constitue l'un des points préoccupants pour respecter la législation REACH, tout comme l'impact très positif qu'aura l'utilisation de nouvelles enzymes dans la chimie industrielle (les biocatalyseurs réduisent de manière très importante les pollutions et les conséquences toxicologiques).

- **Risques naturels et risques industriels**

La compréhension des écosystèmes qui assurent le quotidien des stations d'épuration des eaux usées sera logiquement très utile dans la conduite de ces installations et des mesures à prendre lors d'accidents éventuels.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Le programme GENOMIQUE va rassembler les axes principaux suivants:

1°) l'axe génomique animale porte sur la génomique des espèces terrestres et aquatiques (eau douce et milieu marin) d'animaux de rente et des animaux modèles correspondants.

Les sous-axes concernent :

- la création de nouveaux matériels biologiques (banques génomiques dédiées, collections de c-ADNs, mais aussi animaux de génotypes particuliers),
- la connaissance de la structure et du fonctionnement des génomes (aspects fondamentaux),
- l'identification des gènes, et de leurs mécanismes d'action, qui gouvernent les caractères complexes d'intérêt économique. Les aspects rendement en viande, qualité organoleptique et sanitaires sont éligibles, de même que les mécanismes de résistance/tolérance aux agents pathogènes (maladies émergentes incluses).

2°) l'axe génomique végétale porte massivement sur les plantes cultivées (métropole et DOM-TOM) et leurs plantes modèles. Les sous-axes concernent :

- la constitution de nouvelles ressources pour la génomique (lignées particulières, tilling et écotilling, banques moléculaires),
- la connaissance de la structure et du fonctionnement des génomes (aspects fondamentaux),
- l'identification des gènes, et de leurs mécanismes d'action, qui gouvernent les caractères complexes d'intérêt économique (rendement des récoltes, amélioration de la qualité, de la sécurité alimentaire). La résistance aux stress abiotiques et aux agents pathogènes est incluse,
- l'amélioration du rendement en conditions de durabilité (diminution des intrants),
- l'utilisation non alimentaire des cultures pour les agrocarburants de 2^{ème} génération et la chimie industrielle.

3°) la génomique microbienne à grande échelle (essentiellement séquençage, génotypage et transcriptomique à grandes échelles) comporte les sous axes suivants:

- les micro-organismes pathogènes ou symbiotes pour l'humain, les animaux et les végétaux,
- les micro-organismes photosynthétiques des milieux marins,
- la métagénomique des microbiomes humain, des sols, des stations d'épuration des eaux usées et plus généralement des dispositifs à échelle industrielle impliquant des bioconversions,
- la génomique microbienne à grande échelle pour l'identification de nouvelles enzymes capables de catalyser les réactions utiles en chimie industrielle (bioconversions ou autres),
- sans qu'il y ait un sous axe individualisé et dédié, des projets visant à répondre à des problématiques importantes en biologie, et utilisant les échantillons récoltés durant l'expédition TARA qui sera réalisée à l'occasion de l'année DARWIN, seront par essence éligibles au sein de cet axe.

4°) création d'un nouvel axe, transversal entre les 3 premiers, dédié à la Bioinformatique : bien que les besoins en logiciels d'analyses de séquences, d'annotation des gènes, d'alignement de séquences, de présentations graphiques et de gestion de bases de données soient identiques pour la génomique animale et la génomique végétale, et très similaires (tout en étant moins complexes pour la génomique microbienne), l'ANR n'a jamais reçu de projets « génériques » malgré des demandes directes auprès de la communauté scientifique

et de plusieurs organismes de recherche. Le regroupement en un seul programme de génomique depuis 2008 permet de créer un 4^{ème} axe, transversal à l'intérieur de ce programme et dédié au type d'informatique mentionné ci-dessus. Compte tenu de l'arrivée cette année des séquenceurs d'ADN à haut et ultra-haut débit, il sera nécessaire d'étendre la liste aux logiciels d'analyse pour les scans complets de génomes, pour les alignements correspondants, pour les transcriptomes complets (WTA) et pour la génomique d'association sur génomes complets (GWA). Sont exclus de cet axe la bioinformatique concernant les aspects relevant spécifiquement de la biologie systémique (exemple des réseaux de gènes).

La création de cet axe dédié à la bioinformatique pour la génomique répond, partiellement, à une demande présentée par la communauté des bio informaticiens et les responsables de cette discipline en place jusqu'en 2004 au ministère de la recherche pour attirer l'attention de l'ANR sur la nécessité d'identifier un programme spécifique.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme :**

Les enjeux scientifiques portent essentiellement sur des connaissances fondamentales de la structure et du fonctionnement des génomes. Les traits complexes, très répandus en agronomie et ayant un très fort impact économique, représentent des enjeux majeurs. Les approches classiques par QTL peuvent être maintenant complétées par la génomique d'association menée à l'échelle du génome complet. Les développements technologiques sont pris en compte, en particulier les conséquences des nouvelles technologies de séquençage d'ADN à haut et ultra-haut débit qui impactent sur le séquençage des génomes, sur le reséquençage de génomes, sur le géotypage, sur la transcriptomique (WTA) et sur la génomique d'association (GWA).

- **Type de recherche :** la recherche implique une partie fondamentale et une partie appliquée à travers les axes animaux et végétaux qui portent sur des espèces d'intérêt économique.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme :**

Les axes génomique animale et génomique végétale comprennent des sous-axes réservés à la recherche en partenariat public-privé, dans lesquels les filières professionnelles apportent des financements complémentaires de type collaboratif. L'axe génomique microbienne à grande échelle n'a pas encore donné lieu à un financement complémentaire collaboratif ; il n'est pas évident que la structuration de la recherche privée dans ce domaine puisse conduire à une collaboration financière avec l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Les deux types de partenariat co-existent et toutes les structures privées sont éligibles : les grandes entreprises, les PME, TPE, les Centres techniques et les micro-entreprises.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Pour la majeure partie du programme national, les thématiques sont des compléments aux actions du 7^{ème} PCRD ; il convient cependant de noter que l'axe « participation d'équipes françaises à des consortia publics internationaux de séquençage complets de génomes d'organismes d'intérêt économique ou modèles » et certains gros projets de méta génomique représentent des opérations d'une envergure évidemment internationale.

- **Caractère international du programme**

Le sous-axe génomique (national) est ouvert à la collaboration avec la Hongrie en 2009 tandis que le programme Trilatéral France-Allemagne-Espagne pour la génomique des plantes est ouvert aux autres pays de l'Union Européenne qui en acceptent les règles et les champs thématiques (financement sur le principe du « juste retour »). Le programme bilatéral France-Allemagne en génomique animale démarrera avec ces deux pays en 2009 ; l'ouverture à d'autres nations pourrait intervenir dans les années futures.

Energie durable et environnement

Le changement global et les tensions sur les matières premières sont des problématiques fondamentales qui vont entraîner à terme des modifications profondes sur nos modes de vie, de production et de consommation énergétique. En termes d'enjeux pour la recherche, il s'agit d'inventer et de développer de nouveaux modes de production industrielle, d'organisation urbaine et de transports, permettant de modifier les sources d'énergie et de réduire massivement les émissions de gaz à effet de serre et de polluants.

Les politiques énergétiques européenne et mondiale sont désormais dominées par la question du changement climatique, cela influe très fortement sur l'établissement des feuilles de route technologiques et sur les orientations stratégiques de la recherche à moyen et long terme. En ce qui concerne « énergie-climat » l'Union Européenne, fixe des objectifs ambitieux à l'horizon 2020 avec 20 % de réduction d'émission de gaz à effet de serre, 20 % d'énergie renouvelable dans le mix énergétique et 20 % de gain en efficacité énergétique. La mise en route en 2007 du Strategic Energy Technology (SET) Plan de la Commission Européenne affiche un cadre de coordination des politiques de R&D et propose un schéma de déploiement de technologies de l'énergie à faibles émissions de CO₂.

En France, le Grenelle de l'Environnement et ses comités opérationnels ont formulé en 2008 des recommandations précises, identifiant des priorités en matière d'efforts de recherche pour les quatre prochaines années, notamment sur l'énergie, le changement climatique, mais également les transports durables, l'eau, les déchets, la production industrielle durable.

La programmation de l'ANR sur l'énergie et l'environnement était déjà largement en cohérence avec les thèmes traités par le Grenelle de l'Environnement; mais les priorités et les besoins de recherche récemment exprimés ont orienté l'évolution de la programmation, notamment sur les points suivants :

- la nécessité de réaliser des sauts technologiques, mais également organisationnels, en matière d'efficacité énergétique pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES (bâtiment, transports et industrie),
- la montée en puissance des énergies renouvelables dans le mix-énergétique et plus particulièrement, le photovoltaïque et les bioénergies,
- l'émergence de modes décentralisés de distribution et stockage de l'énergie,
- la gestion de la ville sur un mode plus durable,
- le besoin de mieux gérer les ressources naturelles et découpler croissance économique et production de déchets en instaurant des systèmes de production industrielle durable,
- la nécessité de mieux modéliser le changement global et d'identifier les voies d'adaptation et de mitigation à l'échelle régionale.

C'est dans ce cadre stratégique en forte évolution, que le Département Energie Durable et Environnement, appuyé par les recommandations des comités sectoriels « énergie » et « environnement, climat et systèmes urbains » a bâti sa proposition de programmation 2009. En 2008, une démarche d'évolution de la programmation avait permis le lancement de 5 nouveaux programmes (RiskNat, Villes Durables, VTT, HABISOL et Bioénergies).

La proposition de programmation 2009 poursuit cet effort d'évolution de la programmation avec 4 nouveaux programmes et 6 programmes reconduits intégrant quelques inflexions en termes de priorités (Bioénergies, HABISOL, VTT, Stock-E, Villes Durables et RiskNat).

Le cycle d'appels à projets du programme «Capture et stockage du CO₂» est arrêté. La thématique de la capture et du stockage de CO₂ reste bien évidemment un enjeu technologique majeur. Les questions de recherche sur la capture du CO₂ portent notamment sur l'efficacité et sur l'abaissement du coût de la capture. Ces thématiques seront intégrées dès 2009 dans le futur programme sur l'efficacité énergétique des systèmes industriels (EESI). Il est proposé une pause en 2009 sur les questions de stockage géologique afin de capitaliser les résultats des projets en cours et de mener une réflexion sur les priorités de recherche qui émaneront des projets de pilotes d'injection en cours de développement.

Deux programmes font l'objet d'un nouveau cycle d'appels à projets avec une refonte assez importante de leur périmètre :

- Le programme H-PAC prend le relais du programme PAN-H (2005-2008) en prenant notamment en compte les évolutions sur le plan européen (avec la création de la JTI Hydrogène). Le programme H-PAC se focalisera à la fois sur le développement de piles pour les applications stationnaires, l'accès aux premiers marchés commerciaux, et sur les principaux verrous technologiques (catalyseurs et membranes).

- Le programme ECOTECH, prend la suite du programme PRECODD (2005-2008). Il reste centré sur les technologies de l'environnement en renforçant les recherches sur les questions de production industrielle durable.

Deux nouveaux programmes sont initiés l'un sur l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels (EESI) ; le second porte sur les changements environnementaux planétaires (CEP) :

- Agir sur l'efficacité énergétique est considéré comme le principal levier d'action pour réduire nos émissions de CO₂. Le nouveau programme EESI sera donc ciblé sur l'efficacité énergétique **et la réduction des émissions de CO₂ dans le secteur industriel**. Il sera centré sur l'efficacité énergétique, couplée à la réduction simultanée, par capture, des émissions de CO₂ à l'atmosphère.

- Le programme CEP est un programme transversal de l'ANR, et prend le relais, par parte, du programme Vulnérabilité : Milieux, Climat et Sociétés. Il a pour objet d'accélérer les recherches françaises sur une approche intégrée des changements environnementaux planétaires. Le programme visera à faire émerger des projets portant sur l'ensemble des impacts, la mitigation et/ou l'adaptation aux changements environnementaux planétaires.

Programme :

Bioénergies

Mots-clés : ressources biomasse, transformation thermochimique et biologique, biocarburants, syn- gaz, biogaz, bio-hydrogène

Résumé :

La biomasse constitue une des sources importantes d'énergie renouvelable de la planète et fournit 10 % de la consommation d'énergie primaire contre 2 % pour l'hydro-électrique. La biomasse présente le plus fort potentiel de hausse des énergies renouvelables. Ainsi, l'Union Européenne ambitionne-t-elle d'augmenter d'ici 2010 la part des énergies renouvelables de 6 à 12 %, principalement en doublant la contribution de la biomasse de 4 à 8 %. La part d'électricité d'origine renouvelable de l'Union Européenne doit passer de 14 à 21 % d'ici 2010, et les biocarburants devraient atteindre un taux d'incorporation de 7 % en 2010. L'utilisation accrue de biomasse est donc indispensable pour réaliser une telle évolution, avec le challenge d'accomplir ces progrès technologiques dans un contexte de tension sur les agro-ressources et en assurant un impact environnemental le moins fort possible.

La transformation de la biomasse par voie thermochimique ou par voie biologique permet d'envisager, non seulement la mise à disposition de bio-gaz et gaz combustibles de synthèse, utilisables en substitution de gaz naturel, pour couvrir des besoins de chauffage ou pour la production d'électricité, mais également le développement de biocarburants.

Le programme « Bioénergies » vise à l'amélioration de la mobilisation de la ressource et la valorisation énergétique de tous les constituants de la biomasse, en particulier par le développement des biocombustibles gazeux, et de biocarburants :

- ✓ de seconde génération (bioéthanol et biogazole à partir de la biomasse lignocellulosique) et,
- ✓ de troisième génération (bio-hydrogène et bio-lipides à partir de l'action de micro-organismes),

en faisant appel à l'ensemble des procédés de transformations physiques, chimiques, thermochimiques et biotechnologiques, dans une optique de développement durable. Il concerne également la valorisation des coproduits dans le cadre des bio-raffineries.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme :** Programme national, ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme Bioénergies fait suite au Programme National de Recherche sur les Bioénergies (2005-2007). La première édition du programme Bioénergies, en 2008, était déjà focalisée sur les biocarburants de seconde et troisième génération. Une concertation

programmatische a été mise en place entre les programmes ANR « Bioénergies » et le Programme « BIP 08 » de l'ADEME, de façon à couvrir le champ des technologies applicables à la transformation de la biomasse. En particulier, les travaux sur le bois-énergie restent du ressort du Programme de l'ADEME.

Le champ des ressources en biomasses disponibles a été étendu, dans le nouveau programme Bioénergies, au-delà de la biomasse brute, aux déchets agro-forestiers et agro-industriels, aux déchets urbains et boues de station d'épuration. Le développement possible de filières d'importation de biomasse pré-conditionnée, prenant en compte les aspects de durabilité, a fait partie des incitations thématiques du programme 2008, permettant la mise en place d'un projet dans ce sens, avec des partenaires brésiliens.

Une forte incitation a été portée au développement de recherches finalisées, allant jusqu'à l'échelle pilote, en ce qui concerne le développement de travaux dans le domaine des biocarburants de 2^o génération, de façon à fournir les briques technologiques des futurs opérations de démonstration.

Enfin, des travaux à caractère plus fondamentaux ont été sollicités, de façon à pouvoir réaliser les sauts technologiques nécessaires au développement des filières de 3^{ème} génération, ainsi qu'à étendre l'offre de financement à de nouvelles communautés scientifiques pour un développement plus rapide de cette nouvelle génération de biocarburants.

- **Résultats des années antérieures**

Le nombre de dossiers soumis, en réponse à l'AAP « Bioénergies 08 » a augmenté de 34,5 % par rapport à la dernière édition du programme PNRB 07, traduisant bien l'intérêt croissant de la communauté scientifique pour le champ couvert par le nouveau programme.

De plus, une augmentation de 75 % du montant global de l'aide moyenne demandée par projet, a été obtenue en 2008, traduisant la volonté de mettre en place des opérations à caractère plus finalisé, de type pilote, par les proposant.

	PNRB 2005	PNRB 2006	PNRB 2007	AAP Bioénergies 2008
Nombre de projets présentés	19	31	29	39
Coût Total	27,3 MC	51,3 MC	43,3 MC	79,4 MC
Aide demandée	14,3 MC	22,2 MC	20,2 MC	35,3 MC

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

L'Union Européenne s'est donnée pour objectif global de recourir à l'utilisation de 20 % d'énergies renouvelables en 2020, la part d'électricité d'origine renouvelable devant passer, par exemple, de 14 à 34 %. Dans ce contexte, l'utilisation de la biomasse d'origine végétale présente un fort potentiel pour le développement attendu des énergies renouvelables.

La biomasse est la troisième source d'énergie primaire dans le monde, après le charbon et le pétrole, et l'une des principales sources d'énergie renouvelable. Son utilisation intensive permettra de limiter la dépendance aux hydrocarbures liquides naturels soumis à une demande croissante au niveau mondial, à l'érosion des capacités de production pétrolière, et à de forts enjeux géopolitiques.

Sous toutes ses formes, la biomasse représente actuellement, au niveau mondial, environ **1150 Mtep**, correspondant à 10 % de la consommation annuelle d'énergie dans le monde. En Europe, la part biomasse représentait environ **45 Mtep/an** en 1995, et, elle devrait atteindre **135 Mtep/an en 2010**, d'après les objectifs fixés dans le Livre Blanc européen, en 1997.

La fabrication de bioénergies de 2nde génération (en particulier de biocarburants, bio-alcools et bio-gazoles, issus de la biomasse lignocellulosique) et de 3^{ème} génération (bio-hydrogène, bio-lipides produits par l'action de micro-organismes, algues, etc.) permet d'éviter de mobiliser pour les bioénergies des surfaces cultivables dédiées à l'alimentation. Cependant les procédés physico-chimiques et biotechnologiques de production de bioénergies ne sont pas encore technologiquement au point, si bien que des programmes de R&D sont indispensables dans ce domaine pour convertir la plante entière. De plus, dans un souci d'efficacité énergétique et de valorisation du carbone végétal, les procédés doivent intégrer la production combinée de bioénergies et la valorisation des co-produits dans des bio-raffineries issues des filières existantes.

Résultats attendus :

L'objectif du programme « Bioénergies » est de promouvoir des projets principalement partenariaux « organisme de recherche/entreprise privée » ou de susciter des projets technologiques de rupture en matière de valorisation de la biomasse. Il s'agit :

- d'évaluer toutes les formes de biomasse mobilisable à des fins énergétiques ;
- de développer des filières de conversion industrielles de la biomasse lignocellulosique, notamment pour la production de gaz combustibles et de carburants de seconde génération ;
- d'explorer de nouvelles voies pour la production d'hydrogène et de lipides par l'action de microorganismes ;
- de concevoir des systèmes bioénergétiques intégrés, dans le cadre du concept de bio-raffinerie;

- et enfin d'évaluer les impacts socio-économiques et environnementaux de ces nouvelles technologies.

Impact espéré :

- ✓ Elargir la palette des matières premières mobilisées et diminuer les coûts de mise à disposition, en développant des filières à partir de ressources actuellement sous exploitées (résidus agricoles et forestiers) ou en structurant de nouvelles filières de ressources comme des cultures énergétiques dédiées ou les déchets d'origines agro-industrielle, industrielle et urbaine, ainsi que des biomasses aquatiques.
- ✓ Contribution à la mise en place de filières de production à partir de la biomasse lignocellulosique, de gaz combustibles, utilisables pour la génération de chaleur ou d'électricité, et pour l'élaboration de biocarburants de seconde génération (bio-alcools et bio-gazoles).
- ✓ Développement de nouvelles connaissances scientifiques et de savoir-faire technologiques à mettre en œuvre dans les procédés de transformation biologique ou thermochimique des biomasses.
- ✓ Favoriser des sauts technologiques pour le développement de filières de 3^{ème} génération.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les enjeux de développement en France de filières bio-gaz et de biocarburants à partir de ligno-cellulose sont considérables : réduction massive des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie et les transports, indépendance énergétique, création ou maintien de dizaines de milliers d'emplois, diversification des activités agricoles et forestières, développement durable, innovation industrielle et positionnement sur les marchés à l'export. Il s'agit d'une activité économique dont le chiffre d'affaires potentiel est évalué à plusieurs milliards d'euros et sur l'avenir de laquelle plusieurs grands pays font des investissements lourds : USA, Brésil, Japon et Chine.

Le développement d'une filière française de valorisation énergétique de la biomasse, notamment pour la production de chaleur et d'électricité, ainsi que pour la fabrication de bio-carburants de 2nde génération, est un enjeu économique, social et politique de premier plan pour les vingt prochaines années. Il s'agit également d'adapter la compétitivité des entreprises françaises dans le domaine des agro- et bio-industries à ces nouveaux marchés.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

- ✓ Enjeu stratégique mondial pour diminuer les émissions de GES et remplacer les sources d'énergie fossiles par des bio-énergies.
- ✓ Introduction de nouvelles composantes d'aménagement du territoire, notamment dans les zones rurales en lien avec la mise en place d'une nouvelle agro-industrie.

- ✓ Meilleure valorisation de la biomasse, à travers des utilisations performantes dans le domaine de l'énergie. Ceci concerne également les pays émergents et les pays du Sud dans le domaine de la transformation de la biomasse permettant d'assurer la fourniture d'énergie nécessaire au développement de ces pays, tout en facilitant leur contribution à une amélioration du bilan global en CO₂ et en favorisant le dialogue Nord-Sud.

Enjeux sociaux

- ✓ Création d'emplois dans les biotechnologies
- ✓ Création d'une filière agricole dédiée aux biocarburants
- ✓ Adaptation des filières forestières
- ✓ Adaptation des filières de production et de distribution des carburants
- ✓ Introduction du concept d'énergie verte

Enjeux écologiques et environnementaux

Si les processus de production et de récolte mis en oeuvre pour la biomasse utilisée est durable, le CO₂ absorbé par la plante par photosynthèse retourne à l'atmosphère au cours de la combustion du biocarburant ou du biocombustible. Ainsi, la combustion de biomasse est-elle considérée comme une source d'énergie non émettrice de CO₂. En pratique, les biocarburants et bio-combustibles produits et utilisés à échelle industrielle nécessitent une consommation d'énergie pour leur production, récolte, transport et conversion : en fonction des itinéraires culturels des filières de production de bio ressources et des procédés de conversion, la réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport à un usage équivalent à partir d'énergie fossile peut varier considérablement. Il est donc essentiel d'identifier et de favoriser le développement des filières les plus efficaces, mais également vis-à-vis des ressources agro-alimentaires et de l'impact sur les écosystèmes.

Le développement des bioénergies, notamment des biocarburants s'inscrit au premier plan d'une stratégie de développement durable : indépendance vis-à-vis des carburants fossiles, protection de l'environnement, débouchés pour l'agriculture et la forêt (et les emplois et la richesse qui y sont associés), ainsi que la promotion des énergies renouvelables.

En France, le secteur des transports est le plus gros émetteur de gaz à effet de serre (26 % des émissions nationales en 2004) et dépend à plus de 98 % des carburants d'origine fossile. Actuellement la biomasse est principalement utilisée pour la production d'énergie thermique, notamment dans les secteurs résidentiel et tertiaire (environ 15 %), et ensuite pour la production d'électricité (environ 0,8 %) et de carburants (environ 1 %).

Le potentiel supplémentaire de biomasse végétale mobilisable pour la production de bioénergies (biocarburants, chaleur, électricité, hydrogène) et de bioproduits industriels ("chimie végétale") est estimé à plus de 30 millions de tep, ce qui correspond à environ 10 % de la consommation d'énergie primaire de la France.

Une première génération de biocarburants a été développée ces dernières années et est en cours de déploiement dans le cadre du plan « Biocarburants » avec un objectif

d'incorporation de 7 % en 2010. Les biocarburants actuels, pour l'essentiel le bioéthanol (obtenu en France à partir de betteraves et de blé) et le biogazole (ester d'huiles végétales) mélangés respectivement à l'essence et au gazole, sont issus des organes de réserve de la plante. Or les surfaces agricoles utilisables pour les biocarburants sont limitées compte-tenu des usages concurrents (alimentation, etc.).

Il faudra aussi prendre en compte la nécessité d'alimenter le cycle du carbone dans les sols en conservant des flux d'apport de biomasse destinée à l'intensification et la minéralisation. Pour aller au-delà des objectifs d'incorporation ci-dessus, il est nécessaire de transformer la plante entière, donc sa partie lignocellulosique, ce qui permettra d'augmenter le rendement à l'hectare et aussi de mobiliser des ressources forestières. Or, on ne dispose pas à l'heure actuelle de technologies pour la conversion industrielle de la biomasse lignocellulosique en carburant (biocarburants de seconde génération).

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifiques et technique

Axes et thèmes des recherches

Compte tenu des travaux déjà réalisés, ou en cours, et de l'état actuel du développement de la filière biocarburant de 1^o génération, utilisant des sucres, des produits amyliques, des huiles végétales (éthanol, ETBE, EMHV,...), actuellement au stade de l'industrialisation, les actions de recherche, portant sur cette filière sont exclues du Programme Bioénergies.

Les projets impliquant plus spécifiquement des travaux de génomique végétale en vue de l'amélioration des plantes, utilisées comme matière première, pourront être soumis à l'appel à projets « GENOMIQUE » de l'ANR. Les projets visant plus spécifiquement la valorisation matière de la biomasse, par chimie végétale, pourront être soumis à l'appel à projet « CP2D » de l'ANR.

L'appel à projets 2009 du programme « Bioénergies » est organisé en quatre axes thématiques.

✓ Axe thématique 1: La ressource: mobilisation, pré-conditionnements, filières et soutenabilité

- Typologie de la ressource en biomasse non-alimentaire mobilisable (résidus forestiers et agricoles, déchets urbains et industriels, cultures énergétiques dédiées annuelles et pérennes, cultures en milieu aquatique,...)
- Optimisation de la productivité à l'hectare, sélection de nouvelles espèces dédiées à fort rendement
- Logistique, machinisme et management des économies agricoles et forestières, vis-à-vis de la mise en place de filières de biomasse-énergie, compétitivité des filières.
- Pré-conditionnements de la biomasse végétale (homogénéisation, broyage, séchage, densification, pelletisation, pyrolyse, ...) en relation avec les coûts de transport et de l'utilisation finale. Cas spécifique des biomasses d'importation

- Optimisation des prétraitements de la biomasse lignocellulosique par pré-hydrolyse acide, en vue de l'élaboration de biocombustibles de 2nde génération
- Analyses de cycle de vie, bilans environnementaux et sociétaux des filières de production/transformation. Développement de modèles et indicateurs
- Potentiel de modification et d'accroissement de la biomasse par génomique et biotechnologie des plantes et des algues

✓ **Axe thématique 2 : Développement de procédés de transformation thermochimique de la biomasse**

- Procédés visant à la production de gaz combustibles (chaleur, électricité) et de synthèse
 - o Dispositifs performants d'alimentation des enceintes réactives
 - o Développement de procédés de gazéification performants (pyro-gazéification étagée, oxy-vapo-gazéification,...) ou émergents (HiT gazéification, gazéification en eau supercritique...)
 - o Procédés d'épuration poussée des gaz produits (poussières, goudrons, composés alcalins, ...)
 - o Utilisations optimisées en moteurs thermiques et turbines à gaz. Cycles directs ou indirects
- Procédés d'élaboration de combustibles liquides (2^o génération)
 - o Huiles pyrolytiques flash
 - o Procédés de liquéfaction directe de la biomasse (désoxy-liquéfaction, ...)
 - o Elaboration optimisée de combustibles liquides BTL (bioéthanol de 2nde génération essence de synthèse par conversion catalytique Fisher-Tropsch, bio-DME, ...)
- Procédés thermochimiques pour la production d'hydrogène
 - o Optimisation des procédés de conversion déplacée à la vapeur d'eau pour la production d'hydrogène à partir d'huiles de pyrolyse flash ou des gaz de synthèse issus d'une vapo-gazéification
 - o Production d'hydrogène par gazéification en eau supercritique
 - o Epuration et utilisations optimisées de l'hydrogène produit

✓ **Axe thématique 3 : Développement de procédés de transformation biologique**

- Développement de souches spécifiques, d'enzymes ou de consortium microbiologiques dédiés à la transformation biologique performante des biomasses
- Optimisation paramétrique et fonctionnelle de la production de biogaz- méthane à partir de biomasses primaires (coproduits agricoles, marins ou forestiers,...) et secondaires (déchets agro-industriels, boues,...)
- Recherches et développements de procédés visant à la production biologique d'hydrogène
 - o Procédés directs et indirects de bio-photolyse
 - o Conversion biologique déplacée,
 - o Photo-fermentation
 - o Fermentation thermophile, couplage séquentiel avec photo-fermentation

- Elaboration de substrats à faible coût (effluents agricoles et agro-industriels, eaux usées, ...)
- Développement de biotechnologies réactionnelles
- Développement de procédés visant à la production de lipides par voie microbiologique
 - Production optimisée de triglycérides à partir de micro-algues, levures
 - Procédés de séparation/purification/transformation en combustibles liquides de type bio-huile
- Recherches exploratoires visant à la production directe d'électricité par dégradation biologique enzymatique ou microbienne de la matière organique (Bio-FC, ...)

✓ **Axe thématique 4 : « Briques technologiques »**

Cet axe concerne la mise en place de technologies ayant déjà fait l'objet de travaux de recherche suffisants pour pouvoir envisager la réalisation de pilotes ou d'unités de taille semi-industrielle. C'est le cas, par exemple, pour la filière thermochimique de production de BTL de 2^e génération. Les travaux correspondants devront s'appuyer sur les connaissances et savoir-faire technologiques disponibles ou à finaliser, et être conduits par un groupement associant la recherche universitaire et les entreprises, et notamment les PMI-PME. Ils s'inscriront, en particulier, dans des opérations d'appuis scientifiques et techniques au développement des futures unités de démonstration, mises en place dans le cadre des mesures du Grenelle de l'Environnement (Fonds démonstrateur géré par l'ADEME). Les actions de soutien technologique, à prévoir dans le programme « Bioénergies 09 » sont :

- Etudes de dimensionnement et d'intégration technico-économique des briques technologiques nécessaires de la réalisation d'unités pilotes intégrées, propres et sûres, de transformation de la biomasse en énergie ou vecteur énergétique.
- Identification des meilleures technologies auxiliaires disponibles ou en développement (manutention, préparation, conditionnement, dépoussiérage, enrichissement d'air, érosion-corrosion-dépôts, matériaux, catalyseurs, épuration haute température, séparation de gaz, substrats spécifiques....).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Sur un plan technologique, il s'agit désormais de valoriser la plante entière, y compris sa partie lignocellulosique, qui représente de l'ordre de 70 à 80 % du potentiel énergétique de la plante. Cela permettra d'augmenter la masse végétale utilisable à l'hectare, de mobiliser d'autres ressources dont les ressources forestières et les déchets, et de limiter la concurrence avec les productions agricoles destinées à l'alimentation.

L'alternative consistant à développer des bioprocédés ne rentrant pas directement en concurrence avec les filières agricoles conventionnelles, comme par exemple la valorisation de biomasse alguaire, devra être privilégiée.

Les recherches devront permettre d'éclairer les pouvoirs publics et les industriels sur la pertinence et la faisabilité de la mise en place de filières agro-énergétiques en fonction des différents contextes internationaux.

Ce programme visera également le soutien scientifique et technique, indispensable pour la mise en place d'unités de démonstration industrielle, destinées à la production de biocarburants de 2nde génération.

- **Type de recherche**

- ✓ Recherche exploratoire
- ✓ Recherche industrielle à démonstration expérimentale

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement ANR seul

- **Type de partenariat de recherche**

- Essentiellement public / privé. Le programme est orienté principalement vers la recherche partenariale organisme de recherche/entreprise, sauf en ce qui concerne les recherches sur la production de bio-hydrogène par les voies physico-chimique et biologique, et de lipides par l'action de microorganismes (recherche fondamentale pouvant n'impliquer que des organismes publics).
- Projets de recherche en amont des grands projets de démonstrateurs de chaînes complètes.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes**

Le programme Bioénergies se fonde sur l'analyse de programmes de pays européens (Pays-Bas, Autriche, Allemagne), USA (Biorafinery USDOE), Brésil, ERAnet « Industrial Biotechnology ».

Le périmètre du programme est notamment coordonné avec la priorité FP7 « ACTIVITY ENERGY.3: RENEWABLE FUEL PRODUCTION ».

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales. Un accord de coopération ANR-Ministère de la Recherche du Brésil a été signé pour favoriser les collaborations bilatérales France-Brésil dans le cadre de ce programme.

Programme :

Hydrogène & piles à combustible (H-PAC)

Mots-clés : Hydrogène, production d'hydrogène, électrolyse, système de stockage, Pile à combustible, PEMFC, SOFC, applications stationnaires, cœur de pile ; catalyseur, membrane, durabilité, architecture

Résumé :

H-PAC concerne la production propre d'hydrogène (électrolyse de l'eau à haute et basse températures), le stockage de l'hydrogène (gazeux à très haute pression, solide dans des solides innovants) et son utilisation dans les piles à combustible (principalement PEMFC). Les applications visées concernent essentiellement le stationnaire, les marchés précoces et la gestion des ENR, sans négliger les applications embarquées préparant l'extension au domaine automobile dans la continuité des efforts entrepris au cours des programmes précédents.

Le programme se structure autour de trois axes :

- Axe 1 : production propre d'hydrogène
- Axe 2 : stockage de l'hydrogène
- Axe 3 : système pile

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme fait suite au programme PAN-H (2005-2008). Prenant en compte les évolutions sur les plans national et international, le Comité Sectoriel Energie a proposé d'infléchir les orientations du programme, en mettant plus l'accent sur le développement de piles pour le stationnaire et les premiers marchés, et en renforçant les recherches sur les verrous technologiques (catalyseurs et membranes).

- **Résultats des années antérieures (PAN-H)**

Le programme PAN-H a fait l'objet de quatre AAP, de 2005 à 2008. Les données relatives aux projets de ces trois éditions sont présentées dans le tableau ci-dessous. Au total sur les 179 projets déposés pour une demande d'aide de 248 M€, 59 ont été financés en 2005, 2006, 2007, à hauteur de 72 M€, soit en moyenne 1,2 M€ par projet.

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué (M€)	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	75	25	15	29,6		91
2006	72	22	10	28,9		82
2007	32	12	9	13,7		37
2008	56	12*		10.6*		

*état de la sélection au 27/10/08

Le Programme PAN-H a ainsi permis de structurer fortement la communauté française de l'hydrogène et des piles à combustible avec une interaction forte entre les laboratoires publics et les entreprises (GDE et PME). La dynamique mise en place doit se poursuivre par l'émergence d'une filière industrielle de production propre d'hydrogène, de fabrication et de déploiement des PACs pour différentes applications. Outre le véhicule électrique (matériels professionnels roulants, transports collectifs, flottes captives, véhicules particuliers, etc.) cela concerne la production stationnaire d'énergie (centrales électriques, production locale d'électricité et de chaleur, alimentation de secours, etc.), les Groupes Auxiliaires de Puissance (en avionique, dans l'automobile, les applications ferroviaires et maritimes, etc.), les systèmes électroniques portables (téléphones, micro-calculateurs, baladeurs, etc.), etc.

La diminution du coût des systèmes, l'amélioration des performances et l'augmentation de la durabilité passent par une meilleure compréhension du fonctionnement du cœur de pile et la recherche de nouveaux composants (catalyseurs des réactions, électrolytes polymères, oxydes céramiques, etc.) intervenant dans l'Assemblage Membrane-électrodes (AME).

Les laboratoires français dans le domaine des matériaux de cœur de piles, aussi bien à basse qu'à haute température, sont bien reconnus au niveau international. Cependant, il apparaît de plus en plus nécessaire de transférer les connaissances technologiques vers le secteur privé, notamment dans le domaine des hautes températures (SOFC, EHT). Il faut en même temps développer une recherche fondamentale multidisciplinaire au niveau des composants de cœur de pile, et une recherche industrielle et/ou pré-concurrentielle au niveau des systèmes complets.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme H-PAC a pour objectif de déployer les technologies de développement de la pile à combustible en visant prioritairement les applications stationnaires (co-génération, groupes de secours, production électrique décentralisée, groupes auxiliaires de puissance, gestion des ENR, ...), sans toutefois renoncer à continuer les travaux entrepris dans le domaine des applications embarquées et du transport. Ce programme se veut complémentaire et en articulation des actions menées en Europe dans le cadre de la Joint Technology Initiative (JTI) « Hydrogen & Fuel Cells ». Il mettra fortement l'accent sur la levée de verrous technologiques (nouveaux catalyseurs, membranes innovantes, matériaux pour SOFC à plus basse température,...) et sur l'appui aux applications à moyen terme de cette technologie.

Résultats attendus :

H-PAC vise à contribuer au développement d'une filière industrielle française des piles à combustible pour des applications stationnaires, à préparer le marché automobile à l'horizon 2020, et à faire émerger une filière française de production d'hydrogène. Trois types essentiels de solutions techniques sont attendus :

- 1/ mise en œuvre de matériaux innovants pour l'électrolyse, le stockage de l'hydrogène, la pile ;
- 2/ intégration et optimisation des composants et des systèmes dédiés aux différents types d'applications visées ;
- 3/ introduction de la filière hydrogène/pile dans la gestion de l'énergie électrique (cogénération, gestion des ENR et de la production décentralisée).

Impact espéré :

A moyen terme, le programme H-PAC pourrait contribuer à l'introduction de l'hydrogène dans le bouquet énergétique. L'hydrogène jouerait à la fois le rôle d'un vecteur d'énergie propre, voire d'un élément de stockage des énergies renouvelables intermittentes (éolien, photovoltaïque, etc.). A plus long terme (horizon 2020), la pile à combustible, après avoir montré son efficacité dans des systèmes stationnaires, de secours ou portables, pourrait prendre sa place à grande échelle dans les systèmes d'alimentation électrique des véhicules, marchés préparés par l'exploitation de flottes de véhicules professionnels.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Diminuer la consommation de combustibles fossiles, contribuer au facteur 4 de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Créer une filière industrielle française des piles à combustible, de production et de stockage d'hydrogène.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

Dans le contexte actuel, le couplage hydrogène/pile à combustible affiche un réel potentiel permettant :

- d'améliorer l'efficacité énergétique, notamment dans la gestion des ENR ;
- de réaliser des véhicules efficaces (en termes de rendement énergétique, d'autonomie et de coût d'utilisation), non polluants et silencieux.

Les choix qui ont été faits en France dans le domaine de l'énergie avec la prédominance du nucléaire comme source d'électricité placent notre pays dans une position forte et idéale vis-à-vis de la production d'hydrogène sans émission de gaz à effet de serre (GES).

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Enjeu stratégique mondial pour diminuer les émissions de GES et remplacer une consommation énergétique basée sur les combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) par un bouquet énergétique où l'hydrogène jouerait un rôle important.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Des dizaines de milliers d'emplois sont à pérenniser et à créer dans la filière automobile qui doit garder sa compétitivité vis-à-vis des grands groupes mondiaux (Honda, Daimler, GM, Ford, etc.). Le passage progressif à la propulsion électrique, avec toute une gamme d'hybridations possibles (batteries, batteries plug-in, hybrides batteries & piles à combustible), est un enjeu économique à ne pas manquer.

En France, le groupe PSA affiche également une stratégie de recherche sur ce domaine en fédérant autour de lui un bon nombre d'acteurs français compétents. Par ailleurs beaucoup d'emplois peuvent être créés à moyen terme hors marché automobile notamment pour la production décentralisée avec couplage aux EnR.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

La substitution de moteurs électriques aux systèmes utilisant des carburants fossiles apporte un bien-être social évident en réduisant les pollutions chimiques, sonores, etc.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La sécurité hydrogène est un sujet technologique important :

au niveau de la production propre d'hydrogène, surtout dans la mesure où elle pourrait se faire par électrolyse de l'eau à haute température et avec couplage à un réacteur nucléaire de 3^{ème} ou 4^{ème} génération,

au niveau du stockage embarqué à haute ou basse pression qui nécessite de rentrer dans le cahier des charges des crash-tests automobiles.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles, pollution**

Devant la raréfaction des ressources d'énergie fossile et la pollution, il est nécessaire de repenser la consommation énergétique. Il faut notamment encourager toutes les solutions économiques et développer de nouvelles filières de production. Par exemple, au niveau des véhicules automobiles, la solution hybride (essence/électrique) permet de réduire la consommation de carburant et donc les émissions de polluants (CO, NO_x, SO_x, ..) et de gaz à effet de serre (CO₂). De même, on pourrait envisager d'exploiter de manière plus intensive les procédés alternatifs de production de l'énergie (éoliennes, photovoltaïque, énergie des vagues, ...). Le développement de toutes ces solutions requière la mise au point de systèmes tampons permettant de convertir/stocker l'énergie et de la restituer en fonction de la demande. La production et le stockage efficaces de l'hydrogène, puis la conversion en électricité dans la PAC sont donc des enjeux importants dans la lutte entreprise contre les gaspillages énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.

- **Risques industriels**

Le stockage et la distribution de l'hydrogène constituent des éléments de risques importants, comme pour toute technologie nouvelle, notamment dans le domaine de l'énergie.

Ces éléments ont fait l'objet de financement dans le cadre du précédent programme PAN-H et sont également couverts par des recherches au niveau européen (FP7).

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

- **Axe 1 : production propre d'hydrogène**

- électrolyse de l'eau à haute température à membrane céramique pour la production centralisée d'hydrogène à bas coût (synergie avec les recherches actuelles sur les matériaux des cœurs de piles à combustible céramiques SOFC) ;

- électrolyse à basse température et haute pression à membrane polymère pour la production décentralisée d'hydrogène, permettant des options de couplage avec les énergies renouvelables dans les sites isolés ; la recherche de rupture sur les matériaux (membranes, catalyseurs, collecteurs) sera une priorité pour améliorer la performance et la durabilité des électrolyseurs ;
- photoproduction directe d'hydrogène, par photocatalyse, pour viser un rendement supérieur à la conversion successive solaire – électricité (PV) puis électricité – hydrogène (électrolyse).

La production de bio-hydrogène par organismes vivants est couverte par le programme Bioénergies.

- **Axe 2 : stockage de l'hydrogène**

- les matériaux pour réservoirs, les composants et le système complet, notamment en vue du stockage à haute pression, avec un objectif clair de réduction significative des coûts ;
- les matériaux innovants pour le stockage « solide » de l'hydrogène ;
- le stockage de l'hydrogène dans des réservoirs de grande taille (cavités naturelles notamment) lié à la gestion des réseaux électriques.

- **Axe 3 : système pile**

Les piles à basse température, notamment à membrane échangeuse de protons (PEMFC) restent la cible prioritaire du programme. En attendant le marché de masse pour l'application automobile (en 2020), à plus court-terme, les actions doivent porter plus particulièrement sur :

- la compréhension des mécanismes multi-physiques et multi-échelles couplés qui régissent les performances des piles et électrolyseurs basse température, par une approche conjointe de modélisation et d'expérimentation (propriétés à l'échelle nanométrique conférant l'efficacité, la stabilité et la sélectivité des catalyseurs, impact du substrat carboné, propriétés des membranes en terme de transport d'eau et de mécanique, propriétés de la couche mince d'électrolyte présente dans l'électrode, nanofluidique dans des matériaux nanoporeux, fluide diphasique dans des couches minces poreuses anisotropes, (phénomènes couplés de dégradation...)) ;
- la recherche de rupture au niveau des composants du cœur de pile PEMFC (nouveaux catalyseurs, membranes innovantes) pour améliorer les performances, en particulier la durée de vie de la pile, en réduire le coût pour les premiers marchés et rendre la technologie à long terme compatible avec les ressources naturelles de métaux précieux (notamment le platine) ;
- le développement de prototypes de piles s'adressant à des marchés spécialisés plus précoces, en mettant l'accent sur la conception des « stacks », l'intégration des systèmes et leur optimisation jusqu'à leur expérimentation sur le terrain, seule façon d'accumuler un retour d'expérience significatif en matière de fiabilité, de maintenance et de conditions d'exploitation (systèmes de sauvegarde, flottes captives, etc.) (hors programmation de l'ANR).

Les piles céramiques haute température à oxydes solides (SOFC) restent un objectif pour les applications stationnaires, les Groupes Auxiliaires de Puissance (GAP) et à plus long terme

pour les centrales électriques à haut rendement. Des recherches sur des composants de cœur de piles (céramique, catalyseurs) sont essentielles pour améliorer les performances et augmenter la durabilité, mais aussi sur le système qu'il convient d'optimiser en fonction de l'utilisation.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les laboratoires français dans le domaine des matériaux de cœur de piles, aussi bien à basse qu'à haute température, sont bien reconnus au niveau international. Cependant, il apparaît de plus en plus nécessaire de transférer les connaissances technologiques vers le privé, et/ou de soutenir le développement de start-up issues de la recherche publique. Ceci est particulièrement vrai dans le domaine des SOFC où il n'y a pas d'ensemblier.

- **Type de recherche**

Il faut en même temps développer une recherche fondamentale multidisciplinaire sur des composants de cœur de pile et du stockage d'hydrogène sur solides (en cherchant à valider ses résultats sur des composants à une échelle représentative des applications visées,) et une recherche industrielle et/ou pré-concurrentielle sur les systèmes complets.

Le soutien à des opérations de démonstration n'est pas inclus dans le programme H-PAC et relève d'autres types de financements (fond de démonstration Grenelle, FUI, etc.).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement ANR seul.

- **Type de partenariat de recherche**

Essentiellement public / privé avec possibilité de projets de recherche fondamentale portés par des laboratoires publics.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Les budgets publics alloués aux programmes « Hydrogène & Piles à Combustible » sont très importants à l'échelle mondiale : 550 M€ aux USA en 2007, 420 M€ au Japon en 2006 (le Japon a un programme de 28 ans jusqu'en 2020 avec un financement public de 2,4 G€), 940 M€ pour la JTI (2008-2013), en Allemagne 500 M€ pour la R&D au niveau fédéral et 1 G€ pour les infrastructures sur 10 ans (2006 à 2015). Grâce aux programmes PACo, puis au programme PAN-H, la France est devenue l'un des principaux acteurs en Europe sur l'hydrogène, cependant derrière l'Allemagne, et surtout axé sur la R&D relativement amont avec peu d'orientation vers la démonstration et le déploiement technologique. La France occupe également une position importante (en nombres d'équipes de recherche publiques et privées et en investissement) au sein de l'Europe. Elle siège au conseil d'administration du JTI « Hydrogen » et y préside son groupe de recherche « Hydrogen and Fuel Cells ».

- **Caractère international du programme**

Les AAP 2007 et 2008 de PAN-H ont été ouverts à une collaboration avec l'Allemagne (BMWi), avec relativement peu de succès. Un retour d'expérience doit être conduit pour examiner les suites à donner à ce type de coopération, notamment par rapport aux actions menées dans le cadre du JTI.

Programme :

Stock-E - Stockage innovant de l'énergie

Mots-clés : Batteries, supercondensateurs, énergie thermique, énergie mécanique, stockage magnétique, pneumatique

Résumé :

Ce programme a pour vocation de promouvoir des recherches en rupture sur le stockage de l'énergie. Il fait appel à plusieurs disciplines scientifiques puisqu'il couvre les problématiques du stockage d'électricité, de chaleur ainsi que les stockages magnétique, mécanique et pneumatique. Dans son édition 2009, le programme souhaite s'ouvrir à la recherche d'une adéquation des systèmes de stockage aux utilisations envisagées. Le programme sera également ouvert à des projets visant à relever un défi technologique dans le domaine du stockage électrochimique.

- **3^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme est dans la continuité des éditions 2007 et 2008, tout en mettant l'accent sur une conception des systèmes de stockage tenant compte du type d'application. Il est également proposé de relever un défi technologique dans le domaine des batteries/supercondensateurs. Le programme est cofinancé avec la DGA.

Le programme Stock-E aborde une problématique générique en lien avec les programmes spécifiques sur les transports (VTT), le bâtiment (HABISOL), et le futur programme « Efficacité énergétique des systèmes industriels ».

Stock_E se situe également en relai des programmes Mat & Pro et PNANO, plus génériques, dont l'objectif est d'améliorer les performances ou de synthétiser des matériaux spécifiques entrant dans la composition des systèmes de stockage d'énergie.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2007	26	10	4	6,25 M€	42	12
2008	35	10*		7.7 M€*		

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme Stock-E a pour objectif de favoriser des ruptures scientifiques, voire technologiques, dans le domaine du stockage de l'énergie, tout en renforçant le partenariat entre les communautés scientifiques et industrielles, et en améliorant la compétitivité des technologies françaises. Ce programme a également pour ambition de soutenir des recherches à caractère plus fondamental ayant pour objectif de relever des défis technologiques et permettant de préparer de nouvelles orientations industrielles à moyen et long terme.

Le stockage de l'énergie est un défi majeur du 21^{ème} siècle, dans un contexte où le mix énergétique va fortement évoluer, où la production d'énergie décentralisée va se développer et où les énergies renouvelables, par essence intermittentes, vont représenter 20 % à l'horizon 2020. Le stockage devient une composante fondamentale pour :

- diminuer significativement la consommation de carburants fossiles dans les transports et, de ce fait, les émissions de CO₂,
- améliorer l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels,
- assurer une meilleure qualité de l'énergie électrique distribuée et contribuer à la sécurité des réseaux,
- intégrer les énergies renouvelables dans le mix-énergétique.

Résultats attendus :

Des améliorations de performance des systèmes de stockage existants sont attendues. Cependant, des résultats sont essentiellement souhaités sur des solutions innovantes de stockage permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des systèmes (par exemple gestion des réseaux liée aux ENR, applications automobiles, stockage de la chaleur, ...). Enfin, il est aussi attendu que des solutions novatrices soient proposées dans le domaine de l'électrochimie, en mettant en œuvre des matériaux électro-actifs organiques renouvelables.

Impact espéré :

Le stockage de l'énergie est le maillon faible dans les filières de distribution de l'énergie. Le stockage électrochimique de grande puissance permettra à terme de lisser la production (ENR) et la consommation de pointe et d'éviter l'allumage des centrales thermiques, ou de se substituer au groupe moto propulseur des véhicules.

Du point de vue stockage thermique, l'impact au niveau de l'habitat pour les basses températures et au niveau industriel pour les hautes températures contribuera à la réduction de la facture énergétique, donc à la diminution de l'émission de gaz à effet de serre et à l'appui du scénario facteur 4.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

L'utilisation du stockage de l'énergie a un impact sur le consommateur par l'intermédiaire du coût de l'énergie. L'utilisation d'une énergie stockée peut se révéler être un objet de réduction de coûts, par exemple dans le cadre d'un stockage nocturne, de l'utilisation d'énergies renouvelables ou d'énergie mécanique (récupération d'énergie au freinage). Mais l'enjeu est essentiellement au niveau d'une réduction des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. C'est donc un enjeu collectif et global. Cet objectif est avant tout environnemental ; son impact économique de grande ampleur se mesurera par ses effets indirects.

Du point de vue du stockage thermique, les enjeux technologiques et économiques sont importants pour le secteur industriel. Il s'agit d'une part de valoriser les rejets thermiques industriels afin de répondre à une demande de chaleur qui implique une gestion efficace de son transport. D'autre part, au-delà du stockage proprement dit, les enjeux se situent aussi au niveau des échangeurs thermiques et dans les solutions de transport efficaces.

Les analyses de marché aux niveaux européen et international dans les CleanTech montrent que les technologies portant sur l'efficacité énergétique (avec une part importante sur le stockage) vont représenter plus de 50% du marché des cleantech à l'horizon 2020 (estimation à 1100 Mds \$) avec une croissance annuelle de +6%. L'émergence des technologies Li-ion est identifiée comme le marché principal et est très fortement soutenu par le Japon, l'Allemagne et les USA.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

La France dispose d'un grand nombre de brevets ainsi que d'une communauté de chercheurs du plus haut niveau. Les acteurs industriels ont une visibilité internationale qui vient d'être renforcée. La joint-venture Johnson Controls-Saft a installé en 2008 à Nersac (France) la première usine dans le monde dédiée à la production de batteries lithium-ion pour véhicules hybrides et électriques. BatScap a annoncé que le Groupe Bolloré a inauguré le 24 janvier 2008 sa première unité de production industrielle de supercondensateurs à Ergué-Gabéric (près de Quimper). Bolloré et Pininfarina ont signé une joint-venture pour produire la Blue Car équipée de batteries lithium-polymère. Tous ces indicateurs démontrent que le stockage électrochimique va dépasser la fonctionnalité de service actuellement très bien développée (alimentation des PC, téléphones, PDA) pour prendre une place très importante au travers de l'hybridation électrique des véhicules terrestres, par exemple par l'introduction des technologies Li-ion dans l'automobile.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

L'enjeu est à l'échelle mondiale si l'on considère la problématique de l'effet de serre et les changements technologiques qui s'amorcent dans le domaine des transports ou en accompagnement des technologies de la communication. En dehors de cet aspect environnemental, l'enjeu est aussi énergétique et donc économique pour la France.

La problématique est bien prise en compte au niveau régional par des pôles de compétitivité très actifs :

- TENNERDIS en Rhône Alpes
- DERBI en Languedoc Roussillon
- CAPENERGIES en PACA
- MTA en Poitou Charente

Enjeux sociaux

Les exemples montrés ci-dessus indiquent que, grâce à la créativité scientifique et technologique de la France, de nouvelles unités de production sont (ou seront) installées, notamment dans le domaine du stockage électrochimique. Ces usines seront génératrices d'emplois qualifiés.

Le secteur est très compétitif. Il est aussi créateur d'emploi et nécessite des formations très diversifiées compte tenu des usagers des différentes sources d'énergie (renouvelables ou non) dont l'origine et les propriétés sont très diverses.

En matière de formation il fait appel à la communauté des chimistes pour le stockage d'électricité et aux mécaniciens, thermodynamiciens et hydrogéologues pour le stockage de chaleur et le stockage mécanique. De ce point de vue, les formations par la recherche sont bien dotées en France et reconnues internationalement. Il convient de les maintenir au même niveau de compétences.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le stockage électrochimique doit répondre à des contraintes de sécurité importantes, notamment dans le domaine des transports. La technologie lithium-ion qui est prometteuse en termes de densité d'énergie doit faire face à des difficultés telles que les courts-circuits qui ont déjà engendré des défauts de fonctionnement sur des éléments de faible puissance équipant les ordinateurs portables. L'utilisation pour des fortes puissances dans l'automobile nécessite un approfondissement de ce sujet afin d'assurer la sécurité des personnes transportées et des systèmes.

Le stockage de chaleur revêt un enjeu de sécurité quand il s'agit de comprimer des gaz à haute pression, par exemple dans des machines thermodynamiques frigorifiques. L'intégration dans des environnements complexes (industriel, de services) introduit un degré de sécurité accru.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles, pollutions**

Devant la raréfaction des ressources d'énergie fossile et la pollution, il est nécessaire de repenser la consommation énergétique. Il faut notamment encourager toutes les solutions économiques et développer de nouvelles filières de production. Par exemple, au niveau des véhicules automobiles, la solution hybride (essence/électrique) permet de réduire considérablement la consommation de carburant.

De même, les politiques de développement des procédés alternatifs de production de l'énergie (éoliennes, énergie des vagues, récupération de la chaleur des centrales électriques,...) affichées au niveau européen et dans les conclusions du Grenelle de l'Environnement requièrent toutes la mise au point de systèmes tampons permettant de convertir/stocker l'énergie et de la restituer en fonction de la demande. Le stockage efficace de l'énergie est donc un enjeu important, mais également le maillon faible technologiquement, dans la lutte entreprise contre les gaspillages énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Le programme Stock-E se veut transversal à la programmation de l'ANR sur les nouvelles technologies de l'énergie et les énergies renouvelables (piles à combustible, solaire photovoltaïque, biocarburants, véhicule propre et économes) puisqu'il entend traiter de verrous technologiques applicables à l'ensemble de ces filières énergétiques ou technologiques. L'appel à projets 2009 est structuré autour de plusieurs modes de stockage de l'énergie : électrique, thermique, mécanique, magnétique, pneumatique.

Axe 1 : Stockage de l'énergie électrique sous forme électrochimique dans les accumulateurs et les super-condensateurs. Bien que leurs performances respectives puissent être améliorées, ces deux systèmes ne doivent pas être considérés comme concurrents, mais comme complémentaires ; l'accumulateur pour sa forte densité d'énergie, le super-condensateur pour sa forte densité de puissance. Les projets attendus doivent répondre au minimum à l'un des objectifs suivants : caractère innovant ; prise en compte dans la conception du cahier des charges lié à une application (automobile, gestion des ENR, ...) ; défi technologique.

- *Pour les accumulateurs*, les couples dits traditionnels entrent pleinement dans le champ de l'appel. Par exemple, des projets de recherche sur les accumulateurs au plomb ou nickel-métal hydrure, pour lesquels un tissu industriel existe en France, sont tout à fait éligibles. Dans le cas des technologies lithium-ion et lithium-métal polymère, il faut aller au-delà des recherches incrémentales sur des solutions connues, et proposer des solutions innovantes et économiquement réalistes. Des recherches sur les nouveaux couples (lithium-air par exemple) sont attendues et notamment sur leurs potentialités en terme de densité d'énergie, de cyclabilité, de

coût et de sécurité. Des projets sur les couples à forte potentialité pour la gestion des réseaux électriques (Redox flow cells, NaS) sont également attendus.

- *Pour les super-condensateurs*, une part importante de l'effort de recherche doit porter sur l'amélioration de la densité d'énergie de manière à élargir le champ d'application de ces systèmes. Dans le cas des super-condensateurs à électrolyte organique, les gains devront être recherchés essentiellement dans l'optimisation de la compatibilité du couple carbone poreux/électrolyte, en considérant également les critères de sécurité et d'impact environnemental. Des recherches sont attendues sur les super-condensateurs en milieu aqueux, en raison du fort potentiel d'innovation qui existe autour de ces systèmes, mais également de leurs intérêts économique, environnemental et sécuritaire.

- *Nouvelle génération de systèmes de stockage électrochimique* : le programme Stock-E doit permettre d'initier des travaux sur les nouvelles générations de batteries et supercondensateurs. Dans le contexte mondial, il est capital d'insister sur la notion de développement durable, en utilisant des composés électro-actifs renouvelables (et donc non polluants) issus des végétaux. Des projets réalistes de développement de tels systèmes sont vivement attendus. Dans le contexte écologique, il est nécessaire également d'étudier les conditions de recyclage de l'ensemble des matériaux et composants de batteries ou supercondensateurs.

Axe 2 : Stockage de l'énergie thermique. Ce mode de stockage est en forte connexion avec la gestion des énergies renouvelables (géothermie, solaire, ...) et avec les productions industrielles de chaleur.

- *Chaleur sensible.* La chaleur sensible produite pendant l'été par des capteurs solaires ou des installations industrielles peut être stockée dans des réservoirs isolés thermiquement ou dans le sol (stockage géologique). Des progrès restent à faire dans la gestion de la convection de l'eau dans les ballons. La circulation de l'eau dans les couches géologiques, les impacts thermique, environnemental, économique, le développement des technologies associées font partie des sujets éligibles. La définition de matériaux innovants (autres que l'eau) et de réservoirs efficaces, de faibles coûts et faible impact environnemental, est une voie à privilégier dans le domaine du stockage par chaleur sensible.

- *Chaleur latente.* Ce mode de stockage vise la restitution de l'énergie stockée lors d'une transition de phase de la matière. La stabilité des produits frigoporteurs, leurs propriétés et comportements au changement de phase restent à étudier. La connaissance du positionnement du matériau à changement de phase dans le stock ainsi que la détermination du taux de changement de phase sont des points clé pour la gestion des stocks. Les projets devraient également prendre en compte la modélisation et l'expérimentation des systèmes, les matériaux et transferts thermiques, l'isolation, la durabilité, la flexibilité des températures de stockage, l'intégration source/stockage/utilisation, les risques et aspects réglementaires.

- *Stockage de chaleur par sorption.* Le stockage par sorption regroupe les trois classes de procédés que sont l'absorption liquide/gaz, l'absorption solide/gaz et la réaction chimique entre un gaz et un solide. Pour les domaines d'application où les couples

gaz/liquide ou gaz/solide sont connus, les projets devraient mettre l'accent sur l'aspect expérimental, avec la volonté de démontrer à une échelle représentative la faisabilité de l'opération de stockage, en tenant compte de l'ensemble des contraintes (température, pression, boucle fluide et échangeurs externes, compatibilité des matériaux, niveaux de performance...) liées au fonctionnement du procédé. Des projets plus amont ouvrant de nouvelles perspectives pour le stockage par sorption, notamment dans le domaine des hautes températures, sont également tout particulièrement sollicités.

Axe 3 : Stockage de l'énergie mécanique. L'utilisation de volants d'inertie est très prometteuse dans les applications embarquées (tramways, trains, ...) et pour la gestion des énergies renouvelables. Des recherches sont attendues sur l'amélioration des différents composants : utilisation de matériaux composites pour augmenter l'énergie stockée, environnement du volant, paliers magnétiques, gestion du système de restitution de l'énergie, confinement. Les critères de compacité, coût et sécurité des systèmes devront être pris en compte.

Axe 4 : Stockage pneumatique. L'énergie est stockée sous forme d'air comprimé (Compressed Air Energy Storage - CAES) avec des applications à la régulation journalière de la production électrique. Les concepts existants utilisent des cavernes salines à proximité des lieux de production, et un ensemble moteur, générateur, et turbine nécessitant l'utilisation de combustibles fossiles pour réchauffer l'air stocké. Les améliorations possibles seraient d'étendre ce type de stockage aux aquifères ou autres, et d'améliorer le rendement énergétique d'ensemble par récupération de chaleur, développement de technologies adaptées, mise en oeuvre de systèmes hydropneumatiques...

Axe 5 : Stockage magnétique supraconducteur. Le stockage magnétique supraconducteur est particulièrement intéressant pour les applications nécessitant une forte puissance dans un délai très court. Les domaines de recherche éligibles sont par exemple les conducteurs très forts courants, adaptés au SMES, avec performances mécaniques très élevées, la compréhension des sources de dégradation de performance des supraconducteurs à haute température critique après transition et les solutions à apporter.

Solutions innovantes de stockage de l'énergie. Des propositions sur de nouvelles solutions de stockage réalistes sont attendues. Il peut être également intéressant de comparer les différentes solutions existantes et de proposer des solutions combinant deux ou plusieurs systèmes pour répondre à des besoins particuliers.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Dans le domaine du stockage de la chaleur, les recherches concernent la mise au point de fluides frigorigènes à faible effet de serre avec des solutions de remplacement qui posent des problèmes complexes en termes de technologie et de sécurité : le CO₂, premier candidat au remplacement des CFC, nécessite des pressions élevées et les autres fluides tels que les hydrocarbures possèdent des caractéristiques spécifiques : inflammabilité, corrosion.

Le développement de batteries conçues sur les concepts de développement durable serait une véritable révolution technologique qui permettrait de s'affranchir définitivement des problèmes d'épuisement des ressources fossiles.

- **Type de recherche**

Recherche interdisciplinaire, fondamentale, théorique et appliquée qui nécessite des expérimentations.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Co-financement ANR et DGA (à confirmer pour 2009)

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariats de type recherche publique et public-privé

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme s'inscrit naturellement dans une logique de complémentarité par rapport aux autres programmes nationaux (HABISOL, PNRB, H-PAC) et européens (Smart grid) qui visent à promouvoir de nouvelles technologies de l'énergie faisant appel directement ou indirectement aux techniques de stockage.

Dans l'appel NMP (Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies) du FP7 2007-13, il y a un paragraphe « Materials for energy applications ». On peut noter que cela ne concerne que le développement de matériaux avancés ; les systèmes correspondants ne sont pas pris en compte. En Allemagne, le BMBF a un programme focalisé sur le lithium-ion « Lithium-ion initiative » (2007-2010). En Grande-Bretagne, l'EPSRC a également initié un programme en 2007 sur le stockage électro-chimique.

Le positionnement du programme Stock-E est relativement original par son concept et n'a actuellement pas d'équivalent en Europe.

- **Caractère international du programme**

Le programme est national, ouvert à des projets transnationaux en particulier avec la Chine et l'Allemagne. Un accord a été signé avec la Chine (MOST) pour favoriser l'émergence de ce type de collaborations.

Programme :

VTT - Véhicules pour les Transports Terrestres

Mots clés : Structure du véhicule et approche globale, Motorisation thermique, Motorisation électrique, hybrides, Régulation des flux et des réseaux, Sécurité et sûreté des transports, Accessibilités aux véhicules et aux nouvelles technologies, Productivité et services.

Résumé :

Ce programme est centré sur les véhicules et les technologies élémentaires permettant aux transports de réduire leur impact sur l'environnement et d'augmenter leur efficacité, leur qualité, leur sûreté et leur fiabilité.

Le programme se décline en deux axes :

- Un axe dédié à l'efficacité énergétique des véhicules et réduction des émissions.
- Un axe dédié à l'efficience des systèmes de transport et de l'augmentation de leur qualité.

- **2^{ème} édition** d'appel à projets du programme
- **Ce programme est prévu pour un cycle de 3 ans** : 2008 - 2010
- Le programme est de type **partenarial**
- **Dimension internationale du programme** : Programme national / ouvert à l'international spécifiquement à la coopération franco-allemande dans le cadre de Deufrako.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Ce programme s'inscrit dans le cadre du nouveau programme inter ministériel : le PREDIT 4. Il est dans la continuité des appels à projets ANR lancés dans le cadre du précédent PREDIT 3 (pour rappel les différents AAP lancés par l'ANR ont été en 2005 : TIC et sécurité, en 2006 : Transports Intelligents (TI) et Véhicules Propres et Economes (VPE), en 2007 Transports Sûrs Fiables et Adaptés (TSFA) et Véhicules Propres et Economes (VPE), en 2008 Véhicules pour les Transports Terrestres : (VTT)).
- **Résultats des années antérieures du programme VTT**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	60	14*	11	16.9M€	79	33

*état de la sélection au 27/10/08

Le programme est par nature très partenarial. L'implication des entreprises aux côtés des laboratoires est généralisée. Le soutien par des pôles de compétitivité est presque systématique.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme VTT s'inscrit dans la logique des orientations fixées par le Grenelle de l'Environnement⁷ en matière de recherche et dans la continuité de travaux du PREDIT (Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres). Il est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Ce programme aborde d'une part, les technologies conventionnelles pour les recherches incrémentales et, d'autre part, les nouvelles technologies pour des approches en rupture.

Le programme VTT couvre plusieurs champs scientifiques et technologiques. De plus, il concerne tous les modes de transports terrestres c'est-à-dire la route et le rail et toutes leurs applications (particuliers, professionnels, voyageurs et marchandises).

Les objectifs du programme sont centrés sur une approche d'optimisation des véhicules pour les transports et des systèmes de transports terrestres. Il vise principalement à

- **optimiser l'efficacité énergétique des véhicules et à réduire leur impact sur l'environnement** en termes de gaz à effet de serre, de polluants réglementés et non réglementés et de bruit.
- **optimiser l'efficacité des véhicules et des systèmes de transports** en privilégiant une approche en termes de sécurité, de qualité, de fiabilité d'accessibilité et de productivité.

Impact espéré :

Les impacts espérés sont de deux natures. Un impact environnemental en premier lieu et un impact sociétal d'autre part.

Les **impacts environnementaux** sont :

- L'obtention des gains significatifs au niveau de la consommation énergétique et des émissions de CO₂ afin de contribuer au ralentissement du réchauffement planétaire.
- La baisse des émissions de polluants réglementés (oxydes d'azote, particules, monoxyde de carbone et hydrocarbures imbrûlés) et non réglementés de manière à améliorer la qualité de l'air surtout dans les zones urbaines fortement peuplées.
- La réduction des nuisances sonores qui constituent la principale source de gêne des français en 2008.
- La réduction de la dépendance aux énergies fossiles de manière à assurer aux citoyens l'accès à une mobilité à faible émission de gaz à effet de serre.

⁷ Relevé de conclusion du programme « mobilité et transports » du Grenelle de l'environnement daté du 7 Novembre 2007 <http://www.legrenelle-environnement.fr>

Les **impacts sociétaux** sont :

- L'amélioration de la mobilité des biens et des personnes.
- La mise à disposition de modes de transport plus sûrs et plus sécurisés de manière à réduire la mortalité et l'insécurité.
- Le développement de véhicules de transports plus adaptés à la demande, en particulier plus accessibles et ergonomiques notamment pour les personnes à mobilité réduite.
- Le développement de véhicules de systèmes de transports plus fiables, en particulier pour toutes les applications intégrant l'électronique et les technologies de l'information et de la communication.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Le poste véhicule et carburant est aujourd'hui une source importante de dépense des ménages français. De fait, les usages évoluent et, en dehors de l'aspect économique, la prise de conscience environnementale intervient dans la façon d'organiser sa mobilité à transfert modal route rail, le covoiturage et le développement des modes doux.

Pour faire face à cette mutation, il convient de proposer aux usagers des véhicules terrestres de plus en plus performants sur les critères énergétiques et écologiques. L'efficacité des transports permettra aux usagers de disposer d'un choix modal diversifié qui répondra au mieux à leurs besoins et avec un impact sur l'environnement optimisé.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

Le domaine des transports représente le premier secteur d'emploi en France. Il est soumis à une concurrence internationale très forte et il est contraint par un système réglementaire des émissions très strict (Normes Euro). La compétitivité de l'industrie française dans le domaine sera assurée par un maintien d'une très forte capacité d'innovation de manière à assurer la pérennisation des parts de marché.

Sur le plan environnemental, les constructeurs européens de véhicules particuliers se sont mis d'accord pour respecter les émissions de CO₂ en 2008 au niveau de 140g/km, mais il n'y a pas de réglementation existante. Les négociations pour les futures normes risquent d'intégrer le CO₂ dans la réglementation ; cela sera un nouvel enjeu technique et économique.

En matière de polluants (HC, CO, NO_x, particules) les réglementations des émissions existent. Les normes Euro 5 nécessitent le développement de technologies qui font l'objet d'une compétition industrielle très forte. La France a une position de leader aussi bien en termes d'émissions de CO₂ qu'en termes de post-traitement des polluants réglementés. Des travaux seront aussi à conduire sur les polluants non réglementés.

En ce qui concerne la définition des normes pour la standardisation des logiciels embarqués et des systèmes de communication, il existe là un enjeu considérable de compétitivité pour les concepteurs. En effet, la compétitivité des entreprises dans ce secteur passe aussi par leur capacité à mettre en place leurs propres standards afin qu'ils se généralisent et s'imposent sur le marché.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

En matière d'aménagement du territoire, le secteur des transports alimente en région l'activité économique de plusieurs pôles de compétitivité de classes nationale et mondiale. A ce titre c'est le domaine économique qui connaît le plus grand nombre de clusters en région.

A titre indicatif voici une liste des principaux pôles ayant une activité transport identifiée dans leur feuille de route technologique :

- Itrans : industrie ferroviaire (Nord Pas de Calais)
- Automobile haut de gamme (Bretagne)
- Systematic Paris région sur les systèmes embarqués (Ile de France)
- Ville et mobilité durable (Ile de France)
- Moveo pour la sécurité et l'énergie (Ile de France et Normandie)
- Véhicule du Futur (Alsace)
- Aerospace Valley (Midi Pyrénées et Aquitaine)
- Lyon Urban Truck and BUS (Rhône Alpes)
- Mobilité et Transports avancés en (Poitou Charentes)
- Via meca (Auvergne, Limousin)
- Novalog (Haute et basse Normandie)

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Le domaine des transports est le premier gisement d'emplois en France

- **Enjeux en termes de bien-être social**

La mobilité est une notion de bien-être fondamentale. C'est un élément de la vie active, de la vie familiale, des loisirs. Le bien-être social passe par un transport de qualité efficace qui permet une mobilité sans contrainte, des gains de temps, des économies de moyens, une sécurité accrue, une interactivité avec les services des transports mais aussi avec d'autres secteurs comme la culture, les commerces, les loisirs, les modes de communication.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les enjeux de sécurité présentent plusieurs volets : la sécurité routière, la sécurité des usagers vulnérables, la sécurité du transport de matières dangereuses, la sûreté des transports.

Par ailleurs, la réduction des émissions conduit à une amélioration de la sécurité sanitaire des usagers et riverains.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

Les défis industriels du 21^{ème} siècle seront énergétiques et environnementaux. Pour les véhicules particuliers la France occupe une position de choix en faisant appel à des technologies dites conventionnelles (moteur thermique) de petite cylindrée, en particulier grâce à une maîtrise des technologies diesel à injection haute pression et des systèmes de filtres à particules associés. Pour aller plus loin, à terme, la maîtrise de l'hybridation des différentes sources d'énergie (électrique, mécanique, thermique) sera nécessaire. Le programme VTT doit permettre d'aider à se préparer aux futures ruptures technologiques afin de faire garder à l'industrie des transports français une culture et une image du leadership dans une compétition internationale.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

La dépendance au pétrole dans les transports est proche de 98%. Le recours à de nouvelles sources d'énergie est étudié : biocarburants, carburants de synthèse, pile à combustible alimentée en hydrogène, stockage électrochimique dans les batteries ou super-condensateur, volants d'inertie.

- **Pollutions**

La réduction des émissions polluantes est au cœur du programme car elle se conçoit dans les schémas alternatifs de motorisation. Les réglementations actuelles et futures qui fonctionnent par objectifs sont les principaux éléments d'action de la R&D dans ce domaine.

- **Risques naturels et risques industriels**

En termes de risques individuels ou collectifs, les sécurités routière et ferroviaire sont au cœur du programme.

Le risque industriel repose sur le fait que l'électrification prendra une part plus importante dans la voiture du futur dans son ensemble. La mutation technologique, déjà en cours, présente donc des risques très importants. De fait, l'appareil industriel sera certainement profondément modifié ; le modèle économique aussi.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Le programme scientifique est structuré autour de deux axes thématiques. Le premier est centré sur l'efficacité environnementale des transports en termes de réduction des émissions (gaz à effet de serre, polluants, bruit) sous les aspects suivants : approches globales de conception, motorisations (thermique, électrique, hybride).

Le second axe est centré sur l'efficacité des systèmes de transport en termes de régulation de flux et de réseaux, de sécurité et de sûreté des personnes et des biens transportés, d'accessibilité des modes de transport et de leur productivité à travers leur déclinaison en services.

Axe 1 Efficacité énergétique des véhicules et réduction des émissions

- *Structure du véhicule et approche globale et intégrée*
 - Allègement et matériaux de substitution
 - Conception et architecture du véhicule
 - Maîtrise des équilibres pollution / émissions de CO₂ et masse
 - Approche cycle de vie des matériaux, bilan énergétique des procédés de conception
 - Outils de dimensionnement et de conception
 - Aérodynamisme des véhicules et des convois
 - Résistance au roulement (VL et PL)
 - Récupération d'énergie (thermique, cinétique, mécanique...)
 - Gestion globale de l'énergie
 - Consommation et adaptation des auxiliaires
 - Outils d'évaluation de l'efficacité énergétique des véhicules
 - Prise en compte des usages et modes de conduite
 - Réduction des émissions sonores à la source
 - Traitement passif ou actif du bruit propagé à l'extérieur et du bruit intérieur dans le cas des véhicules de transports en commun ou pour tous les véhicules, sous réserve d'un compromis masse/bruit

- *Motorisation thermique*
 - Combustion des moteurs à combustion interne diesel et essence
 - Nouveaux modes de combustion
 - Carburants, Mélanges de carburants de substitution (Gaz naturel ou bio gaz, biocarburants, etc.)
 - Intégration des systèmes de stockage de carburants
 - Downsizing poussé
 - Systèmes de post-traitement optimisés en matière de réduction de polluants, de consommation et de coûts
 - Récupération d'énergie thermique (voir approche globale)
 - Motorisation ou chaîne cinématique innovante

- *Motorisations électriques, Motorisations hybrides*
 - Production et gestion d'énergie
 - Systèmes de stockage⁸ (gestion de l'énergie et intégration)
 - Electronique de puissance
 - Architectures véhicule hybride
 - Véhicules connectables sur réseau
 - Véhicule électrique à prolongateur d'autonomie
 - Machines électriques

⁸ Seules les approches d'intégration et de gestion de l'énergie entrent dans le champ de cet appel à projets. D'autres aspects de la problématique du stockage de l'énergie (électrochimie, énergie mécanique, composants, applications, ...) rentrent dans le champ du programme « stockage de l'énergie » de l'ANR.

- Véhicules hybrides et électriques (y compris deux-roues) pour le transport de voyageurs et de marchandises en ville
- Conception, caractérisation des gains en émissions, impact environnemental
- Auxiliaires dédiés, auxiliaires de puissance
- Nouvelles technologies ferroviaires et routières
- Conception de véhicules électriques différenciés en fonction des usages (utilitaire, professionnel, famille...)

Axe 2 : Efficience des systèmes de transport et augmentation de leur qualité

- *Régulation des flux et des réseaux pour tous les modes de transports terrestres*
 - Inter-modalité, plates formes d'échanges, Interconnexion, interopérabilité
 - Communication des véhicules avec l'environnement (infrastructures et autres véhicules), simulation, certification, réalité virtuelle, intelligence ambiante
 - Régulation de trafic, réseau guidé virtuel, réseau dédié, interaction entre systèmes dans un objectif de rendement énergétique maximal
 - Automatisation des processus
 - Traitement des informations multi-support (données satellitaires, Galiléo, son, vidéo, données, Radio reconfigurable par logiciel et radio interopérable.)
 - Réseaux de capteurs, fusion de données
 - Systèmes de communication robustes pour la sûreté des transports
 - Nouveaux concepts pour les déplacements urbains⁹ :
 - Systèmes de réservation des nouveaux services (transport à la demande, autopartage, covoiturage...)
 - Informations du piéton et utilisation cartographique des données
 - Systèmes d'aide à la décision pour arbitrages entre voyageurs et marchandises
 - Maîtrise de la demande de transport : méthodologie et outil de comparaison des performances énergétiques et environnementales des solutions de transport (éco-comparateurs, etc.)
- *Sécurité et sûreté des transports*
 - Thèmes relatifs à la sécurité routière
 - Développement de capteurs bas coûts, et algorithmes associés
 - Observateurs des défaillances de trajectoires pour la prévention
 - Véhicules traceurs et systèmes embarqués.
 - Dynamique véhicule
 - Gestion dynamique du trafic
 - Thèmes relatifs à la sécurité ferroviaire
 - Détection de situations à risques
 - Capteurs intelligents
 - Sûreté des voyageurs

⁹ Concernant la mobilité urbaine, seules les approches technologiques et de services associés entrent dans le champ de cet appel à projets. D'autres aspects de la problématique de la mobilité entrent dans le champ du programme « villes durables » de l'ANR.

- Techniques de détection de l'apparition de défaillances (homme et machine)
- Transport de matières dangereuses
 - Systèmes de suivi
 - Gestion du risque par système expert
- Développement de technologies d'aides à la conduite
 - Interaction avec le conducteur, (acceptabilité, gestion des différences individuelles et des défauts d'attention)
 - Systèmes coopératifs, systèmes de perception
 - Bases de données
 - Véhicules traceurs
 - Eco-conduite pour les baisses de CO₂, monitoring du véhicule
 - Certification des aides à la conduite
- Sécurité des systèmes et fiabilité des logiciels embarqués nomades ou distribués
 - Architecture électronique
 - Méthode et outil de qualification des systèmes « by wire »
 - Fiabilisation des systèmes
 - Diagnostic des systèmes embarqués
- *Accessibilité aux véhicules et aux nouvelles technologies*
 - Ergonomie des véhicules : gestion des interfaces pour l'accessibilité aux transports en commun et transports individuels, ...
 - Conception des Interfaces Hommes Machines (IHM) : gestion de la multiplicité des informations apportées aux conducteurs et interprétation, ...
 - Aide à la navigation et au déplacement
 - Adaptations conjoncturelles des aides à la conduite (travaux, conditions extérieures)
 - Bases de données dynamiques des services (dessertes, infrastructures)
 - Organisation des services : recueil et enrichissement des bases de données
 - Systèmes automatisés pour la mise à disposition de véhicules en libre service
 - Personnes à mobilité réduite
 - Développement d'interfaces avancées dans le cadre de handicaps sensoriel et physique
 - Technologies adaptées au vieillissement de la population
 - Qualité du transport des voyageurs
 - Confort, fréquence, rapidité, fiabilité, information
 - Développement des services destinés aux usagers des transports (transport à la demande, information multimodale...)
- *Productivité et services*
 - Introduction des TIC pour les services
 - Développement des services et véhicules dédiés
 - Information et billettique multimodale et multi support

- Logistique
 - Télé-opération, logistique collaborative, télématique pour le stationnement des poids lourds
 - Systèmes d'information des parties prenantes, chargeurs et transporteurs notamment
 - Compétitivité économique du transport ferroviaire et combiné (Capacité, massification)
- Qualité du transport de marchandises
 - Traçabilité des marchandises et protection
 - Contrôle et sûreté du contenu,
 - Maintien de la chaîne du froid
 - Systèmes favorisant l'inter modalité (productivité des interfaces, transbordements..), y compris dans les relations entre les modes terrestres et les modes maritime et aérien

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche :**

Elle est appliquée, finalisée pouvant faire appel à des expérimentations des développements technologiques. Cette recherche est par nature interdisciplinaire.

- **Participation au financement du programme**

L'ANR pourra s'associer à d'autres financeurs dans le cadre des défis technologiques du programme. Par ailleurs l'ouverture franco-allemande permettra aussi un cofinancement BMBF.

- **Type de partenariat de recherche**

AAP réservé à la recherche partenariale.

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Ce programme s'inscrit dans le cadre du nouveau programme interministériel : le PREDIT 4. Il est dans la continuité des appels à projets ANR lancés dans le cadre du Predit 3. Dans le cadre de la coopération franco allemande (Deufrako). Il est en synergie avec les activités du programme Mobilitat.

Programme :

EESI : Efficacité Énergétique et réduction des émissions de CO₂ dans les Systèmes Industriels

Mots-clés : Nouvelles techniques de combustions, conversion énergétique, capture CO₂, transferts thermiques, transport d'énergie, conception de matériaux, composants (électriques et thermiques), systèmes énergétiques intégrés, optimisation des procédés, , capteurs, contrôle, réseaux.

Résumé :

Les bilans énergétiques globaux mettent en évidence qu'environ 55% de l'énergie primaire consommée en France est inutilisée. Près de 70 % de l'énergie finale, consommée par le secteur industriel, est destinée à couvrir des besoins de chaleur. Le gisement potentiel d'économies d'énergie dans le secteur industriel est estimé à 20 % de l'énergie consommée, notamment sur les fours, les chaudières, le séchage, les moteurs électriques et thermiques, les procédés (chaleur fatale, optimisation exergetique des équipements et systèmes...). De plus, les émissions de gaz à effet de serre émises par le secteur industriel représentent environ 30 Mt/an et généralement centralisées, donc potentiellement adaptées à une captage du CO₂ à la source.

L'enjeu du programme EESI est de pouvoir conjointement améliorer l'efficacité énergétique industrielle et réduire les émissions de CO₂ afin de contribuer aux objectifs européens de 20 % de réduction des émissions à l'horizon 2020.

Le programme est conçu autour de 4 axes :

Axe 1. Identification et quantification des gisements d'énergie potentiellement récupérables

Axe 2. Intégration des systèmes énergétiques et réduction des besoins

Axe 3. Production performante d'énergie avec réduction simultanée des émissions CO₂

Axe 4. Transfert transport d'énergie calorifique et/ou électrique

- **Programme :** nouveau
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 – 2011
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme national et ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Agir sur l'efficacité énergétique est considéré comme le principal levier d'action pour réduire nos émissions de CO₂. Le nouveau programme EESI sera donc ciblé sur l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel, les domaines du bâtiment et du transport étant respectivement couverts par les programmes HABISOL et VTT.

Ce programme est construit à l'interface avec les programmes Stock_E (stockage de l'énergie) et ECOTECH (économies d'énergie par recyclage matière), Bioénergies et H-PAC (hydrogène et pile à combustible). Le cycle d'appels à projets du programme « capture et stockage du CO₂ s'est clôt en 2008, mais les problématiques de capture du CO₂ restent un enjeu scientifique et technologique majeur et sont considérées comme un élément complémentaire d'amélioration de l'éco-efficacité énergétique des systèmes industriels du futur, c'est pourquoi cette thématique a été intégrée au périmètre du programme EESI.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les scénarios de l'Agence Internationale de l'Energie montrent que l'essentiel du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 repose pour 29 % sur les actions à mener en matière d'efficacité énergétique sur la demande en électricité, et à 36 % sur les gains obtenus sur la combustion de carbone fossile. Il faut mentionner que l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur industriel était de l'ordre de 2 à 3 % par an jusqu'en 1990, mais n'est plus que de 1 % par an depuis cette date.

L'industrie consomme actuellement près de 28 % de la production énergétique en France, et représente environ 23 % des émissions de CO₂. L'essentiel du gisement d'économie d'énergie porte sur la chaleur (chaudières, fours, sécheurs, récupération de chaleur, chauffage). D'autre part, le taux de renouvellement d'équipements industriels est d'environ 5-6 % par an, ce qui confère au secteur industriel des perspectives importantes de gain en matière d'efficacité énergétique.

Les bilans énergétiques globaux français mettent en évidence que seulement 63 % de l'énergie primaire est convertie en énergie finale et sur cette énergie, seuls 70 % représentent l'énergie effectivement utile aux opérations humaines. C'est donc environ 55 % de l'énergie primaire consommée en France qui est inutilisée. Les pertes sont dues, pour l'essentiel, aux conversions des diverses formes d'énergie, à leur transport, à la façon dont elles sont utilisées.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes industriels passe nécessairement par une remise en cause des concepts de base, par des développements scientifiques nouveaux, par des analyses exhaustives des principales filières.

Le Programme EESI sera centré sur les conversions de combustibles fossiles en chaleur/électricité dans les secteurs de la transformation de l'énergie primaire, son transport et son utilisation finale dans l'industrie, couplée à la réduction simultanée, par capture, des émissions de CO₂ à l'atmosphère.

L'axe stratégique du programme EESI est la réduction du rapport :

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ émis}}{(\text{kW-h produits})}$$

dans les procédés de conversion de l'énergie.

Plus généralement, le but du programme est de développer des concepts innovants, permettant la **minimisation des consommations en énergies primaires** de type fossile par accroissement de l'efficacité énergétique des procédés de conversion, de transport et d'utilisation finale, avec **réduction simultanée des émissions de CO₂** à l'atmosphère.

Les actions à mener, avec cet objectif, concernent :

- L'amélioration de la conversion de l'énergie primaire,
- Le développement de technologies d'échange thermique à faible écart de température,
- Le développement de nouveaux procédés de stockage/transport de l'énergie,
- L'intégration et le couplage des systèmes énergétiques industriels.

Ces actions seront conduites par une approche intégrée (systèmes couplés, co-génération, etc.), ainsi que par composants (technologies et matériaux à haute performance).

Résultats attendus :

Les résultats attendus concernent :

- L'amélioration de la conversion de l'énergie primaire,
- Le développement de technologies de récupération d'énergie thermique en présence de faible écart de température,
- Le développement de nouveaux procédés de stockage/transport de l'énergie et leur gestion,
- L'amélioration des convertisseurs électromécaniques et statiques,
- L'optimisation des procédés et de leur conduite.

Impact espéré :

Les impacts prévisibles d'un tel programme seront :

- La réduction de nos consommations en énergies fossiles, à production industrielle constante ou supérieure.
- La réduction des émissions de CO₂ vers l'atmosphère des systèmes industriels.
- Le développement d'approches systémiques et d'outils pour la gestion énergétique optimisée d'ensembles industriels ou tertiaires intégrés.
- Le développement de nouveaux matériaux et composants de conversion, de transfert et de transport d'énergie, à grande efficacité énergétique.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

• Enjeux de production et par rapport aux producteurs

La consommation nationale en énergie primaire s'est établie, en 2007, à 276,1 Mtep/an, pour une consommation en énergie finale de 162,1 Mtep, soit une perte globale en conversion, transport de 41,3 %. Cette consommation en énergie finale se répartit entre les secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie, qui consomme actuellement, à elle seule, 45 Mtep/an. Près de 70 % de cette énergie finale, consommée dans le secteur industriel, est destinée à couvrir des besoins de chaleur (fours, séchage,...), le reste relevant pour l'essentiel de l'usage non thermique de l'électricité. Le gisement d'économie d'énergie dans le secteur industriel est estimé à 20 % de l'énergie consommée, notamment sur les

fours, les chaudières, le séchage, les moteurs électriques et thermiques, les procédés (chaleur fatale, optimisation exergetique des équipements et systèmes).

Le programme EESI vise la réduction des coûts de production dans les industries fortement utilisatrices d'énergie, tels que les producteurs d'électricité, les transformateurs de matières en produits finis (agro-alimentaire, chimie, sidérurgie, verrerie, génie chimique...).

Il favorisera l'intégration énergétique, et donc l'efficacité énergétique, par couplages entre différents utilisateurs industriels dans une approche intégrée des cascades exergetiques.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

La réduction des émissions de gaz à effet de serre va devenir une contrainte importante dans les années à venir pour le secteur industriel qui va devoir en absorber les surcoûts tout en améliorant sa compétitivité. L'intégration technologique poussée des composants et systèmes de production-conversion d'énergie, à la capture simultanée du CO₂, permettra à la fois la réduction des coûts à productivité constante et la réduction des impacts environnementaux de ces activités industrielles.

La mise en place des marchés d'émissions de CO₂ est de nature à pénaliser certaines industries à forte consommation énergétique (verre, ciments, sidérurgie, agro-industrie, ...), rendant urgent le passage à des modes de production de chaleur intégrant une capture simultanée du CO₂ produit.

Au-delà des questions environnementales, les gains en matière d'efficacité énergétique peuvent renforcer la compétitivité de certaines filières industrielles à forte consommation en énergie.

Le développement de nouveaux modes de transport de l'énergie permettra l'intégration de systèmes producteurs/utilisateurs d'énergie à grand rayon, compte tenu des distances croissantes qui séparent désormais les sites de production des sites d'utilisation de l'énergie, en particulier calorifique.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Ce programme devrait contribuer au développement d'activités industrielles nouvelles, à la fois compétitives et respectueuses de l'environnement, au niveau national. Le développement de technologies innovantes et leur transfert à l'industrie sont potentiellement source de valeur ajoutée et d'activités industrielles nouvelles.

Un certain nombre de techniques couplées de production/capture peuvent s'inscrire dans des actions à court terme, se traduisant par le « *revamping* » d'unités existantes. C'est le cas d'ensembles four-chaudière conventionnels qui pourraient rapidement être adaptés à la capture du CO₂ par mise en place, par exemple, de technologies d'oxycombustion avec recyclage de fumées. Ce type d'intervention sur le parc des chaudières existantes représente à la fois un nouveau métier pour des PME équipementiers, mais aussi un marché considérable.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Ce programme, en permettant le développement de nouvelles technologies et équipements, peut contribuer grandement à la création d'emplois basés sur de nouveaux savoir-faire industriels et de nouveaux équipements.

Enjeux écologiques et environnementaux

La demande en énergie primaire croît actuellement, en France de 0,8 %/an. A cette demande croissante sont associées des émissions de CO₂, elles-mêmes en augmentation de 1,3 % /an. Les émissions de GES, représentent annuellement en France, de l'ordre de 110 Mt/an, dont plus d'un quart par le secteur industriel. Contrairement aux émissions des secteurs du bâtiment, du transport et de l'agriculture, ces émissions de CO₂ sont centralisées, et donc, potentiellement bien adaptées à une capture du CO₂ à la source. Ce programme ambitionne de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effets de serre vers l'atmosphère.

Il favorisera le développement d'une écologie industrielle, les pertes des uns devenant des sources d'énergie pour les autres, permettant de limiter le recours massif aux ressources naturelles.

La réduction des émissions à l'atmosphère au-delà des émissions de CO₂ concourt également à diminuer les flux de polluants émis par le secteur industriel.

- **Risques naturels et risques industriels**

La gestion intégrée des systèmes industriels, leur auto-diagnostic, permet corrélativement une réduction des risques industriels par une gestion optimisée des flux matière et énergie, ainsi que de leurs couplages.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Axe 1. Identification et quantification des gisements d'énergie potentiellement récupérables dans les procédés de transformation

Analyses technico-économiques, socio-économiques et écobilans par composant et par système énergétique.

Identification des limitations et verrous techniques, réglementaires et sociétales à une gestion efficace de l'énergie.

Approches EMR (énergie minimale requise) par opération ou pour un ensemble d'opérations.

Méthodes d'analyse exergetique. Méthodes de diagnostic énergétique intégré.

Développement de méthodologies et d'outils génériques, permettant de faire à la fois les analyses d'intégration thermique et exergétique, avec minimisation des émissions (polluants, GES).

Axe 2. Intégration et optimisation des systèmes énergétiques

- Amélioration des procédés à consommation énergétique (séchage, cuisson, broyage, fabrication du verre, ciment, sidérurgie...), fours rapides.
- Passage de procédés discontinus à des procédés continus en transformation matière-énergie.
- Optimisation des consommations électriques par utilisation d'électronique de puissance (vitesses variables, actionneurs électriques, ...), maintenabilité et autodiagnostic électrique.
- Amélioration des efficacités de refroidissement (aubages de turbines, ...).
- Couplages et intégration de la chaîne : source/conversion/stockage/transport/distribution/utilisation d'énergie (poly-génération, réseaux hybrides, cascades énergétiques, cascades exergétiques, optimisation de fonctionnement, conception optimisée de réseaux, « îlotage » énergétique avec poly-génération, connexions, réseaux, ...).
- Optimisation et conduite et contrôle des systèmes (capteurs et mesures, nouveaux capteurs « intelligents », capteurs « globaux », élaboration de modèles génériques adaptés à la mesure et à la commande, en particulier en régime variable ou intermittent.

Axe 3. Production performante d'énergie avec réduction simultanée des émissions CO₂

- Nouvelles « combustions » avec capture de CO₂ (oxy-combustion avec recyclage des fumées, combustion avec des oxydes métalliques en boucle thermo-chimique, HTAC, combustion sans flamme, oxydation en voie humide, ...), transferts radiatifs dans des gaz à fortes teneurs en CO₂ et H₂O, études des régimes de combustion permettant la minimisation de production de NO_x et particules (micro et nanoparticules), procédés d'abattage en atmosphère oxydante, matériaux catalytiques en oxydation.
- Conversions thermo-chimiques de combustibles solides en gaz combustibles substituables au gaz naturel dans ses applications de production de chaleur/force (gazéification, IGCC, etc.). Procédés d'abattage en atmosphère réductrice.
- Minimisation des processus d'encrassement/dépôts en foyers de combustion ou en chaudière, conduisant à des baisses de rendement de récupération thermique. Développement de capteurs spécifiques de détection d'encrassement.
- Cycles et composants de conversion thermomécanique à haut rendement :
 - Moteurs de petite puissance (micro-génération, moteurs à vitesse variable, moteurs alternatifs à combustion externe, cycles de Rankine organiques, cycles Stirling, ...),
 - Turbines à gaz, micro-turbines, cycles HT indirects,
 - Chaudières de petite puissance (industrie, tertiaire),
 - Chaudières hypercritiques,
 - Machines à cycles tri-thermes, production de froid, ...).

Nouveaux matériaux et composants de conversion énergétique :

- Matériaux et composants thermoélectriques de conversion directe de chaleurs perdues en électricité, matériaux thermo caloriques,
- Matériaux et composants de conversion directe d'électricité en froid,

- Procédés optimisés de conversion électrothermique (induction, micro-ondes, ...).
- Nouveaux composants de thermo-transformation, destiné à relever le niveau de température de rejets basse et moyenne température :
 - Recompression mécanique de vapeur (RMV), nouvelles technologies de compresseur industriel (compresseur centrifuge à très haute vitesse, à fort taux de compression),
 - Pompe à chaleur haute température,
 - Analyse et optimisation du fonctionnement hors régime nominal.
- Nouveaux matériaux et composants en Génie Electrique :
 - Substrats de dissipation, diélectriques à conductivité maîtrisée, matériaux à hautes perméabilité, permittivité, ...
 - Nouveaux actionneurs électriques,
 - Composants performants de conversion électromécanique, convertisseurs électroniques de puissance (tenue en tension, température).

Axe 4. Transfert transport d'énergie calorifique

- Nouveaux matériaux et composants de transfert :
 - Matériaux thermiques et maîtrise de leur fiabilité (super-isolants, revêtements émissifs, matériaux thermochromes) isolation active,
 - Processus de base en micro- et nano-thermique appliqués à l'intensification des échanges en échangeurs compacts,
 - Transferts thermiques dans des milieux multiphasiques et lors d'un changement de phase (ébullition, évaporation, condensation) dans des échangeurs multicanaux (distribution des fluides, échangeurs à micro-canaux, échangeurs multitubulaires),
 - Les micro-échangeurs et micro-caloducs, avec recherche de la minimisation du rapport volume sur surface des composants associés,
 - Maîtrise des échanges thermiques en régime critique et supercritique, avec application aux cycles chaudière en hypercritique,
 - Amélioration des performances d'échangeurs thermiques par utilisation de promoteurs de recirculation, de turbulence, par utilisation de régimes d'écoulement oscillants, pulsés,
 - Nouveaux équipements de transfert thermique (échangeurs compacts, échangeurs à lit fluidisé, échangeurs à faible ΔT , échangeurs à contact direct, échangeurs multifonctionnels, échangeurs à haute et très haute température, ...),
 - Etude et maîtrise de l'encrassement dans les échangeurs thermiques. Analyse des processus de base d'érosion/corrosion/dépôts. Méthodes de nettoyage in situ, décolmattage.
- Transport d'énergie thermique (chaleur-froid) à longue distance, à faibles pertes :
 - Fluides caloporteurs et frigoporteurs adaptés, notamment à changement de phase, caloporteurs à réactions chimiques réversibles, ...),
 - Transport d'énergie thermique sur longues distances (> 10-100 km),
 - Conception de réseaux énergétiquement intégrés thermiquement, donneurs et accepteurs d'énergie calorifique (chaleur et de froid), couplage réseaux industriels-tertiaire.

La problématique du stockage n'est abordée dans ce programme, que par le biais de l'intégration de ce type de composants dans un système énergétique optimisé. Le développement de nouveaux composants de stockage reste du ressort du Programme ANR : Stock-E.

Les économies d'énergie associées au recyclage (verre, métaux,...) des produits en fin de vie ne sont pas abordées dans ce programme, cette question devant être développée dans le nouveau programme ECOTECH.

La production d'hydrogène est partie intégrante du programme Bioénergies (3^o génération), et son utilisation en PAC incluse dans Pan-H.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le développement de technologies dédiées de production d'énergie, couplées à une capture de CO₂ fait actuellement l'objet de recherches industrielles actives au niveau international, compte tenu des forts enjeux de propriété industrielle sous-jacents et de protections normatives associées.

Le développement de nouveaux composants de conversion, de transfert et de transport de l'énergie nécessite des travaux à caractère plus scientifique et exploratoire, sources de rupture technologique.

Les communautés des thermiciens, des combustionnistes, des électriciens et du génie des procédés sont actuellement bien structurées au plan national et sont susceptibles de pouvoir relever, dès à présent, les défis de l'efficacité énergétique industrielle. Un fort tissu de grandes entreprises productrices d'énergie, et les équipementiers dans divers secteurs industriels (agro-industries, sidérurgie, ciment, verre,...), permettront le développement de partenariats finalisés actifs.

Le développement de travaux originaux, sur de nouveaux composants ou procédés, permettra d'étendre les communautés scientifiques et techniques traditionnellement impliquées dans le secteur de l'énergie à d'autres communautés, notamment celles des matériaux, de la physique, de la chimie inorganique, etc.

- **Type de recherche**

La recherche visée est essentiellement de type finalisé et partenarial, souvent interdisciplinaire. Un certain nombre de travaux à caractère plus fondamentaux ou exploratoires seront néanmoins soutenus sur ces sujets ciblés, particulièrement dans le domaine des nouveaux matériaux et des composants.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera seule ce programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Les travaux soutenus s'inscriront principalement dans des partenariats public-privé, associant des laboratoires de recherche publique, des centres techniques à des entreprises, y compris les PMI-PME.

Des recherches exploratoires non partenariales sur des approches en rupture, seront également financées.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le Thème Energie est porté, à l'Europe, par deux directions générales (DG) de la Commission européenne : DG Recherche (DG RTD) et DG Transport et Energie (DG TREN). Le programme EESI est conçu en complémentarité de certaines actions thématiques déjà soutenues dans le 7^{ème} PCRD. Le volet énergie s'articule autour de 9 axes de recherche, dont un sur l'efficacité énergétique et les économies d'énergie et un autre sur la capture et le stockage de CO₂.

- **Caractère international du programme**

Le programme EESI est, a priori, à caractère essentiellement national, mais n'exclut pas les collaborations européennes ou internationales.

Programme :

HABISOL : HABitat Intelligent et SOLaire Photovoltaïque

Mots-clés : Bâtiment et énergie, approches système : modélisation, mesure, intégration des énergies renouvelables, domotique, usages et gestion des énergies ;
composants : enveloppe, structure, isolation, ventilation, équipements énergétiques ;
solaire photovoltaïque : matériaux, silicium cristallin, couches minces, procédés et concepts innovants

Résumé :

Le récent Grenelle de l'environnement a assigné au secteur du bâtiment des objectifs très ambitieux d'économie d'énergie et d'intégration des énergies renouvelables.

L'objectif d'HABISOL est de mobiliser la communauté scientifique et les industriels du secteur pour aider à y répondre. Il privilégie trois approches complémentaires :

- o l'intégration de solutions technologiques globales, permettant d'économiser l'énergie et d'utiliser les énergies renouvelables tout en garantissant le confort d'usage, la sécurité et la santé des utilisateurs ;
- o le développement des solutions technologiques-clé, en rupture, afin de réduire radicalement les consommations d'énergie dans le neuf et l'existant, tout en respectant le recyclage des matériaux utilisés et en évitant l'usage de produits qui seront interdits dans les futures réglementations (programme REACH...) ;
- o le développement des filières photovoltaïques qui contribueront à la production d'électricité au niveau même des bâtiments.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010
- **Type de programme :** partenarial (sauf axe thématique « nouveaux concepts pour le photovoltaïque »)
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** ce programme est issu de la fusion des précédents programmes 2005-2007 : briques technologiques pour le bâtiment dans le cadre du PREBAT (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur le BATiment) et Solaire photovoltaïque. Il s'agit de la seconde édition d'HABISOL.
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprise
2008	74	21*				

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme HABISOL vise trois objectifs complémentaires :

- l'aide à l'intégration de solutions technologiques globales, permettant d'économiser l'énergie et d'utiliser les énergies renouvelables tout en garantissant le confort d'usage, la sécurité et la santé des utilisateurs ;
- le développement de quelques solutions technologiques-clé, en rupture, afin de réduire radicalement les consommations d'énergie dans le neuf et l'existant, tout en respectant le recyclage des matériaux utilisés et en évitant l'usage de produits qui seront interdits dans les futures réglementations (programme REACH...);
- le développement des filières photovoltaïques qui contribueront à la production d'énergie au niveau même des bâtiments.

Résultats attendus :

Les résultats attendus correspondent aux trois objectifs précédents :

- le développement de méthodologies d'intégration et la validation de solutions technologiques performantes et cohérentes, le développement de la modélisation à des fins de connaissance et conception, le développement de méthodes de mesure des performances réelles et d'instruments de gestion intelligente de l'énergie (domotique, automatique...);
- des ruptures sur quelques éléments clé, à des coûts acceptables, notamment, les isolants minces adaptés à la rénovation par l'intérieur des bâtiments existants, la production de froid à partir du solaire ;
- le développement des filières photovoltaïques et notamment des filières en couches minces ;

Impact espéré :

Le secteur de l'énergie dans les bâtiments est un secteur clé à la fois pour la réduction des consommations énergétiques, pour les entreprises du BTP et celles de l'énergie et pour les utilisateurs de ces bâtiments, à travers la réduction de leur facture énergétique. Ce programme de recherche, avec d'autres initiatives plus proches du marché, devrait permettre d'aider à atteindre ces différents objectifs, à la fois à court terme (5 ans), dans le neuf et surtout dans l'existant, et à plus long terme (2020), notamment pour que se concrétise à grande échelle le concept de bâtiment à énergie positive.

Plus globalement, ces travaux contribueront à :

- Atteindre à l'horizon 2050 le facteur 4 au niveau de la réduction des gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment ;
- A produire de l'électricité de façon décentralisée et permettre d'atteindre les objectifs européens en matière d'intégration des énergies renouvelables à l'horizon 2020 ;
- A développer une filière française de production de cellules et modules solaires ;

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Un des enjeux majeurs est évidemment d'influer sur la consommation énergétique des bâtiments. Cela passe par la réduction des besoins énergétiques mais aussi par la mise en place d'instruments intelligents de gestion énergétique, faisant notamment appel à de la domotique, et qui puissent s'adapter aux comportements de consommation des utilisateurs des bâtiments et les optimiser. Cela devrait également permettre de réduire la facture énergétique des ménages.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Les enjeux sont considérables pour le secteur du bâtiment, à la fois très dynamique et très diffus. L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments s'accompagne souvent de la mise en œuvre de technologies modernes qui devraient permettre aux industriels de distribuer des produits à haute valeur ajoutée.

Cette démarche est « gagnante-gagnante » car économiquement vertueuse pour l'économie (emploi, chiffre d'affaires), la société (facteur 4), et les particuliers (économie d'énergie, acte écologique).

Du côté du photovoltaïque, en forte croissance au niveau mondial, des entreprises françaises (start-up, PME, et filiales de grands groupes) se positionnent clairement de façon à avoir une indépendance en matière de production de la matière première nécessaire à l'élaboration des cellules, quelle que soit la filière choisie. Sur ces technologies, la France peut garder une position visible sur l'échiquier international. Sur les équipements électriques, les grands fournisseurs affichent dès cette année de nouveaux catalogues de produits dédiés à la filière.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

Les typologies constructives françaises sont très variées car elles doivent s'adapter aux différents climats du pays. De fait les propositions sont exportables avec une offre très diversifiée.

A l'inverse, des initiatives étrangères doivent nous permettre de prendre des idées en matière de construction (ex : « Passiv haus » en Allemagne « Minergie » en Suisse, Leeds aux Etats Unis, ainsi que les typologies constructives japonaises, en particulier celles concernant l'intégration de l'énergie solaire photovoltaïque).

On constate aussi qu'aujourd'hui, il y a encore peu de solutions proposées pour les bâtiments des climats méditerranéens, où l'enjeu de confort estival est primordial. La France peut avoir sur ce créneau un avantage compétitif.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

En dehors de l'aspect global des émissions de gaz à effet de serre, l'enjeu est aussi énergétique et donc économique pour la France.

La problématique est bien prise en compte au niveau régional par des pôles de compétitivité très actifs : TENNERDIS en Rhône Alpes, DERBI en Languedoc Roussillon, CAPENERGIES en PACA.

L'électricité solaire photovoltaïque trouve un grand intérêt au niveau international en matière d'énergie quand les systèmes sont raccordés au réseau ; mais l'autre intérêt est celui de l'électrification de zones isolées dans les Dom-Tom par exemple, ou les pays en voie de développement dont l'ensoleillement est favorable.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Le secteur du bâtiment est l'un des plus gros employeurs. Il représente environ 1.7 millions de salariés. C'est un secteur en pleine croissance (+50 000 emplois en 2006). La problématique énergétique draine de nouveaux métiers de plus en plus spécialisés en particulier grâce à l'avènement de nouveaux types de composants énergétiques (pompes à chaleur, solaire photovoltaïque, etc.).

- **Enjeux relatifs au capital humain**

La formation des différents corps de métiers est nécessaire compte tenu des techniques nouvelles de construction et de la mise en œuvre de nouveaux produits. De nouvelles compétences doivent émerger dans les professions.

Les universités prennent en compte de plus en plus cette problématique (par exemple à l'université de Savoie un troisième cycle lui est dédié) ; par ailleurs la formation continue des installateurs et artisans est à développer (ex : avec INES éducation). Le développement de filières de formations diplômantes de courte durée est primordial. La France manque de techniciens supérieurs en efficacité énergétique.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est un objectif collectif. A titre individuel, une habitation performante énergétiquement est aussi une habitation agréable à vivre soit en termes de confort d'hiver, soit en termes de confort d'été. Les aspects de santé ne doivent pas non plus être négligés.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La production d'électricité solaire photovoltaïque nécessite des normes bien définies surtout lorsque le composant est intégré au bâtiment (en toiture par exemple). La sécurité des systèmes électriques est au cœur des problématiques de recherche.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

La réhabilitation de l'existant doit aussi intégrer la problématique du patrimoine architectural à préserver (bâtiment Haussmannien par exemple).

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Les équipements énergétiques peuvent faire appel à des sources « naturelles » jusqu'alors peu utilisées. Les kilojoules peuvent par exemple être puisés par l'intermédiaire de pompes à chaleur dans des nappes phréatiques ou dans l'air. Les apports solaires peuvent être passifs, servir à la conversion photovoltaïque ou au chauffage de l'eau chaude sanitaire.

Pour les énergies dites conventionnelles, les recherches incrémentales conduiront à l'amélioration des rendements et de la performance énergétique des appareils (chaudières, machines thermodynamique, etc.) afin d'économiser ces ressources énergétiques.

- **Pollutions**

Du point de vue environnemental, ce programme vise la réduction des gaz à effet de serre. Il est toutefois évident que le développement de nouvelles technologies (cellules photovoltaïques, isolants...) doit aussi être accompagné d'une évaluation des pollutions locales qu'elles peuvent générer, notamment en fin de vie, au moment du recyclage.

La pollution à l'intérieur des logements doit notamment être prise en compte, dans la mesure où l'air intérieur est en général plus pollué que l'air extérieur. Des travaux sur la ventilation performante des bâtiments doivent contribuer à cette réduction des pollutions.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Axe 1 – Approches systématiques, intégration des EnR, domotique et modélisation

Ce premier axe vise l'émergence de projets de recherche qui travaillent non plus sur les composants ou briques technologiques mais sur le bâtiment même, vu comme un système technique dont les usages de l'énergie doivent être optimisés, en fonction de son type d'occupation, de son utilisation et de sa localisation géographique.

Les différents thèmes que recouvre cet axe concernent aussi bien le neuf que l'existant, le tertiaire que le résidentiel, et ont vocation à s'articuler les uns les autres :

Thème 1.1 - Intégration architecturale et validation / industrialisation de bouquets de solutions.

Thème 1.2 - Modélisation et plateformes de calcul : il s'agit ici de proposer des développements en matière de modélisation de façon à rendre la simulation décisive dans le processus de conception. Pour ce faire, un effort particulier doit être apporté à la fidélité des modèles et algorithmes implantés ainsi qu'à leur intégration dans des outils complets permettant de décrire les différents types de construction. Sur ce point, le recalage et/ou le couplage de la modélisation sur l'expérimentation est attendu.

Thème 1.3 - Instruments et méthodes pour la mesure et le suivi des performances.

Thème 1.4 - Domotique, systèmes de gestion des énergies thermiques et électriques ; il s'agit de développer ici des composants qui permettent une utilisation optimisée de l'ensemble des propriétés du bâtiment : production d'énergie, protection solaire, systèmes de gestion de l'air. La conception de ces équipements doit intégrer les sciences humaines et sociales pour bien prendre en compte les problématiques d'usage, de confort et d'acceptabilité sociale.

Thème 1.5 - Intégration du solaire au bâtiment.

Axe 2 – Concepts en rupture sur quelques briques technologiques clés

Ce deuxième axe vise à accélérer le développement de quelques briques ou solutions technologiques-clés qui lèveraient les verrous pour une généralisation des bâtiments zéro énergie ou à énergie positive à coût maîtrisé. Notons que les technologies innovantes à faire émerger ne seront pas systématiquement les mêmes s'il s'agit de bâtiments neufs ou existants.

Thème 2.1 - Concepts innovants d'enveloppes, pour le neuf et pour la rénovation (enveloppes à propriétés variables, fenêtres intelligentes,...).

Thème 2.2 - Les super isolants adaptés aux opérations de réhabilitation par l'intérieur.

Thème 2.3 – Systèmes de ventilation et aéraulique : concepts de systèmes de ventilation en rupture par rapport à l'existant, selon différentes pistes pouvant conduire à des économies d'énergie (pré-conditionnement de l'air neuf de ventilation, récupération d'énergie sur l'air de ventilation extrait, adaptation des débits de ventilation aux besoins du bâtiment et des occupants, réduction des consommations des ventilateurs...).

Thème 2.4 – Equipements à très haute performance : systèmes de chauffage, de climatisation et de production d'eau chaude sanitaire très innovants, destinés à réduire très fortement les consommations énergétiques.

Axe 3 – Développement des filières solaires photovoltaïques pour généraliser la production d'électricité au niveau des bâtiments

Thème 3.1 – Filières silicium cristallin : ce thème couvre tous les aspects de la filière industrielle de la production de matière première de qualité solaire, le génie des procédés, les nouvelles techniques de mise en forme de plaques de silicium, et l'élaboration de cellules photovoltaïques de grandes dimensions et à rendement élevé.

Thème 3.2 – Filières des couches minces : l'ambition de ce thème est d'aider au développement à moyen terme des filières PV à base de couches minces qui pourront étendre la panoplie des solutions PV à intégrer au bâtiment (toitures, vitrages...). Les enjeux scientifiques dans ce domaine sont de développer des procédés à haut débit sur des grandes surfaces, avec des rendements de 12-15% sur module et assurer sa stabilité opérationnelle sur 20 à 30 ans avec une réduction du rendement inférieure à 10%.

Thème 3.3 – Concepts et procédés innovants : il s'agit ici de recherches en rupture concernant les procédés de génération 3, en particulier, la filière des matériaux organiques, éventuellement combinés à des matériaux inorganiques faisant appel à de nouvelles architectures de dispositifs pouvant utiliser les nanotechnologies.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

En matière d'enveloppe et d'isolation, il convient de développer des matériaux minces et performants pour la rénovation, gisement majeur d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment.

De même, au niveau des ressources énergétiques, la miniaturisation des éléments actifs est un sujet de premier plan.

Au niveau de l'intégration des briques technologiques, l'apport de la modélisation sera très important car il permettra de tester des scénarios et configurations très variés et à moindre coût.

Du point de vue des technologies photovoltaïques, la France est en retard par rapport au Japon, à l'Allemagne et à l'Espagne en termes de déploiement de technologies sur le marché. Cependant les équipes de recherche ont un niveau (physique du solide, chimiste, génie électrique) qui permet de croire en un positionnement à moyen terme très stratégique de par les brevets qui pourront être déposés et de par l'appui scientifique qui aura pu être donné aux entreprises sur le sol français.

- **Types de recherche**

La recherche du programme HABISOL est fondamentale et appliquée. Elle est caractérisée par de la modélisation, du développement de technologies mais aussi des études théoriques. Elle exclut l'expérimentation et le développement pré-concurrentiel, portés par d'autres dispositifs de soutien à la R&D.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement exclusif de l'ANR.

- **Types de partenariat de recherche**

Les projets sont essentiellement partenariaux public/privé, sauf les projets liés au thème 3.3 sur les concepts et procédés innovants pour le photovoltaïque.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le programme français est en phase avec les priorités du 7ème PCRD. Les programmes relatifs à l'habitat ont fait l'objet d'une analyse internationale des programmes existants (en particulier en Allemagne, en Suisse, au Japon et aux Etats-Unis).

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales au niveau des projets, dans la mesure où chaque équipe étrangère trouve son financement dans le pays hôte.

Programme :

Villes durables

Mots-clés : Limitation des impacts environnementaux des villes, systèmes urbains, gouvernance, aménagement de l'espace, architectures, services et réseaux urbains, dynamiques spatiales, mobilité, infrastructures, métabolisme urbain, vulnérabilité et résilience urbaine, ingénierie de l'adaptation, cycles de vie et exploitation des infrastructures, des réseaux et des constructions

Résumé :

Le programme « Villes Durables » a pour ambition d'intégrer les thématiques de recherche à l'échelle des systèmes urbains depuis les questions de gouvernance jusqu'aux aspects technologiques en passant par la production de nouveaux services. Deux objectifs fondateurs constituent le programme :

- L'efficacité énergétique à l'échelle urbaine.
- Une meilleure intégration sociale et environnementale dans un cadre de développement durable des villes.

Il cherche à mobiliser les communautés scientifiques autour de projets pluridisciplinaires, pour aider à faire émerger des solutions aux grands défis posés aux décideurs dans le domaine urbain.

Le programme est organisé en quatre volets thématiques :

- Module 1 « Nouveaux services, aménagement des espaces et gouvernance »
- Module 2 « Dynamiques spatiales et mobilités »
- Module 3 « Environnement et risques »
- Module 4 « Infrastructures, réseaux et construction »

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national, ouvert à des consortiums internationaux**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR : ce programme s'inscrit dans la continuité de l'édition 2008, qui avait vu sa création. L'inflexion thématique majeure par rapport à cette première édition sera de mettre davantage l'accent sur la question de la gestion de l'énergie dans les villes, thème qui était diffus dans l'appel à projets 2008 et qui a suscité peu de projets spécifiques.**

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	43	11*		9.1 M€*		

*état de la sélection au 27/10/08

Si relativement peu de projets ont été soumis à l'AAP 2008 au vu de l'étendue thématique du programme, on peut noter le souci des communautés scientifiques concernées d'avoir cherché à élaborer des projets pluridisciplinaires entre sciences de l'ingénieur, sciences de l'environnement et/ou SHS, développant des approches systémiques et intégrant souvent plusieurs dimensions du développement durable (environnement, économie, social).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

La ville concentre une part déterminante des grands défis du 21^{ème} siècle : défi énergétique lié aux consommations des bâtiments et des transports, défi des changements, évolutions quantitatives et qualitatives des très grandes agglomérations en quête de nouveaux services pour faire face à l'afflux permanent de populations nouvelles, aux attentes des personnes âgées de plus en plus nombreuses. L'extension corrélative de l'espace construit accroît la demande de transports individuels et concurrence les espaces naturels et agricoles.

Les composants de la ville doivent être améliorés dans une logique de développement durable en optimisant la consommation énergétique, la consommation de ressources naturelles (eau, air, sol...), en réduisant les émissions polluantes et de gaz à effets de serre dans un contexte socialement harmonieux et économiquement viable. La finalité est d'améliorer la qualité de la vie en ville tout en s'inscrivant dans une politique de développement durable, intégrant la nécessité de renouveler et d'adapter en permanence l'espace urbain.

Résultats attendus :

Ce programme vise le développement de connaissances finalisées et d'outils d'aide à la décision et l'aide au développement de services et de technologies qui permettront de concevoir, d'améliorer et d'adapter les différents composants de la ville (constructions, réseaux, transports,...) dans une logique de développement durable qui favorise la qualité de vie et la préservation des ressources naturelles. Les solutions proposées doivent concerner le développement et l'aménagement urbain, l'organisation de la vie et des activités en ville, l'exploitation et la maintenance des infrastructures et des réseaux, la conception de nouveaux services.

Les problématiques générales du programme ne pourront être correctement abordées qu'en explorant les approches comportementales des habitants et des créateurs d'activités ainsi que les processus de décision à l'échelle des agglomérations.

Ces problématiques impliquent d'interconnecter les savoirs et savoir-faire développés dans différentes disciplines et de développer des approches systémiques.

Impacts espérés :

- Développements méthodologiques innovants de gouvernance des villes, intégration des concepts de développement durable dans les systèmes de gouvernance des villes ;
- Meilleure appréhension de la consommation énergétique à l'échelle urbaine ;
- Meilleure intégration sociale à l'échelle urbaine ;
- Meilleure gestion de la qualité environnementale à l'échelle urbaine ;
- Amélioration des composants urbains (bâtiments, équipements urbains, infrastructures) .

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Le premier bénéficiaire de ce programme doit être celui qui utilise la ville, que ce soit pour y vivre, y travailler, y consommer, se distraire... L'objectif est que ces différentes activités s'inscrivent dans une perspective de développement durable globale, et minimisent leurs impacts environnementaux. Les services innovants qui pourront être explorés dans le cadre de ce programme, et qui ont vocation à se substituer à des produits ou services existants, devront quantifier leur apport à cet objectif.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Si ce programme ne s'adresse pas directement aux producteurs de biens manufacturés, il s'adresse à trois autres types de producteurs : les producteurs de services (services de mobilité, services destinés aux loisirs ou au travail...), les producteurs d'espaces (aménagement, urbanistes...) et les producteurs d'infrastructures (réseaux d'énergie, voiries,...). Il doit produire les outils destinés à éclairer leurs décisions dans une optique de développement durable des villes qu'ils contribuent à modeler.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, par rapport à l'évolution des normes**

Le développement de technologies et de services favorisant le développement durable dans les villes peut aussi être un élément de compétitivité important des entreprises nationales qui interviennent dans ce secteur, pour leur donner un avantage compétitif dans la perspective d'un facteur 4 à l'horizon 2050. Des acteurs économiques de dimension internationale comme Veolia environnement, Suez, EDF, Bouygues, Eiffage,... mais aussi des PME produisant des services basés sur des technologies innovantes sont concernés.

Enjeux sociaux

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le bien-être social est au cœur des enjeux de la ville durable : une ville durable est aussi une ville où les habitants se sentent bien.

Le programme vise aussi une meilleure cohésion sociale, et le développement de l'équité dans les villes, ainsi qu'une meilleure qualité de vie en ville, par l'amélioration du cadre de vie, la réduction des nuisances et l'amélioration des ambiances urbaines.

Enjeux écologiques et environnementaux

Un des objectifs visés consiste à aborder les enjeux environnementaux sous leurs différents aspects.

- **Ressources naturelles**

Ce programme vise à aider au développement d'outils d'aide à la décision, de services, de technologies destinées à réduire la dépendance aux énergies fossiles et le recours aux autres ressources existant en quantité limitée (minéraux, espace...).

- **Ecosystèmes**

La question de la place de la nature et des écosystèmes naturels en ville, ainsi que dans les espaces périurbains (notamment la question des trames vertes et des coupures) figure dans les problèmes de la ville durable.

- **Pollutions**

La gestion et la réduction des émissions polluantes à l'échelle de la ville (qualité de l'air, bruit, ressources en eau, déchets) sont également concernées.

- **Risques naturels et risques industriels**

Le programme vise aussi à éclairer la question de la vulnérabilité des systèmes urbains, vus comme des systèmes complexes, à toutes sortes de risques et leur capacité à réagir face à une catastrophe.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Volet 1: « Nouveaux services, aménagement des espaces et gouvernances »

Ce module vise le développement des recherches sur les outils d'aide aux politiques publiques et de leur évaluation en lien avec une analyse et une modélisation des systèmes. Il a aussi pour objectif de promouvoir le développement de bases de données, d'outils d'aide à la décision et l'élaboration de nouveaux services aux citoyens.

Il s'agit de produire des méthodologies et des outils pour des systèmes de gouvernances des villes intégrant les concepts de développement durable et les moyens et services pour y parvenir. Les acteurs de cette gouvernance sont aujourd'hui nombreux et la part publique n'est plus exclusive. Le secteur privé et le secteur associatif sont également des acteurs essentiels. Il convient de s'intéresser à la physiologie de la production et reproduction urbaine : comment la ville se produit-elle ? Comment les formes urbaines se développent-elles ? La combinaison droit (mécanismes juridiques) et économie sont à la base du développement urbain. Il convient de mieux comprendre ces mécanismes pour les maîtriser.

L'organisation des gouvernances, qui a des conséquences majeures sur l'aménagement urbain, doit aussi être re-questionnée. Par exemple, l'absence de structure politique au niveau "communauté urbaine" favorise la ségrégation car les communes privilégiées se referment.

Il faut produire des connaissances sur la consommation de l'espace et le lien avec les politiques publiques. La question d'outils d'évaluation des politiques publiques est également à traiter.

Les réponses pertinentes doivent s'appuyer sur des données fiables. La composante de modélisation des systèmes, utilisation de bases de données et processus décisionnels est essentielle dans ce module. L'objectif consistera notamment à rapprocher politologues, modélisateurs et gestionnaires publics et privés de bases de données.

Volet 2 « Dynamiques spatiales et mobilités »

Les programmes de recherche passés sur les transports ne se sont pas suffisamment intéressés à la dimension territoriale de la mobilité, notamment dans les espaces urbains d'habitat diffus ; s'ils l'ont fait, c'était très rarement dans une perspective de quantification ou de limitation de ses effets pervers sur l'environnement ou de sa dépendance au pétrole.

Ce module « dynamiques spatiales et mobilités » a l'ambition de susciter des travaux de recherche qui portent sur les relations entre formes et morphologies urbaines, stratégies de localisation territoriale de l'habitat, des activités, des services et des équipements fonctionnels et besoins et comportements de mobilité. Il concerne tant le transport de voyageurs que la logistique urbaine. Il privilégiera les approches systémiques, pluridisciplinaires (avec un encouragement particulier aux analyses économiques) qui visent à concilier intégration et équité sociales, accessibilité au travail, aux services et commerces, aux loisirs dans les grandes régions urbaines, pertinence économique à la fois pour les opérateurs et pour les citoyens, efficacité énergétique et préservation de l'environnement, à la fois en termes d'émissions et d'usage de l'espace et des ressources rares.

Deux grands enjeux pour la recherche peuvent être dégagés :

- répondre à des besoins de connaissance et d'appui aux politiques publiques, notamment au niveau local ;
- aider au développement de solutions associant technologies et services, avec des projets qui prennent en compte la faisabilité économique, l'inclusion sociale, les besoins et les aspirations des habitants et la réduction des impacts environnementaux et des consommations énergétiques.

Ces enjeux se déclinent en trois axes de recherche complémentaires :

Axe 1 : Connaissances des déterminants des consommations énergétiques liées aux mobilités et morphologies urbaines et anticiper leurs évolutions ;

Axe 2 : Production des outils d'aide à la décision et à la régulation ;

Axe 3 : Définition et production de services innovants pour la logistique et la mobilité, notamment à l'échelle des grandes régions urbaines.

Volet 3 « Environnement et risques »

La problématique Environnement-Risques est complexe, ce qui conduit à la formuler en plusieurs volets. S'agissant de recherches à débouchés applicatifs, l'ancrage « ingénierie » sera dans chaque cas le point d'entrée privilégié, mais l'intégration des dimensions sociales, économiques et politiques est recommandée.

Les recherches devront porter sur l'organisation des systèmes urbains, l'analyse de leurs performances, la façon de les mettre en place, de les améliorer et de les gérer, plutôt que sur les technologies elles-mêmes.

Trois angles d'approche sont retenus :

Axe 1 : Maîtrise des impacts de la ville sur son environnement : identification et caractérisation des flux de matières et des stocks, des réductions des impacts environnementaux du métabolisme urbain, requalification et réintégration des friches industrielles.

Axe 2 : Prévention et gestion des crises urbaines : évaluation des vulnérabilités urbaines associées à l'organisation et au fonctionnement de la ville, réduction de ces vulnérabilités, appui méthodologique à la conception des plans de prévention des risques.

Axe 3 : Ingénierie urbaine de l'adaptabilité aux changements climatiques.

Volet 4 « Infrastructures, réseaux et construction »

Ce module traite de l'ensemble des phases de vie des éléments urbains depuis la conception jusqu'au traitement de la fin de vie des bâtiments, des réseaux et des infrastructures, en passant par les étapes de construction, de maintenance, de réhabilitation éventuelle, de gestion et d'optimisation du service rendu. Il constitue une déclinaison au niveau de ces objets techniques des exigences du développement durable et des approches plus systémiques qui sont privilégiées dans les trois autres volets de cet appel à projets.

Les approches qui intègrent des méthodes d'analyse de risques seront particulièrement bienvenues, notamment dans les projets qui concernent la conception ou la gestion des infrastructures, des réseaux et des bâtiments.

Axe 1 : Critères et référentiels pour une conception orientée vers le développement durable.

Axe 2 : Procédés et techniques de construction, de maintenance et de réhabilitation adaptés à la ville.

Axe 3 : Exploitation des infrastructures, réseaux et bâtiments et optimisation de leurs usages.

Axe 4 : Organisation de la fin de vie et valorisation des ressources libérées.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme** : l'enjeu scientifique majeur est de développer des approches systémiques qui permettent de mieux appréhender la complexité des villes. Ces approches nécessitent la mobilisation autour d'une même question de différentes disciplines (SHS, sciences de l'environnement, sciences de l'ingénieur). Les outils comme la modélisation ou les notions comme celles du « service », associant technologies et usages, peuvent favoriser cette convergence entre disciplines.

Ce programme a aussi vocation à explorer des solutions qui peuvent amener des ruptures majeures dans le fonctionnement des villes.

- **Type de recherche** : une des ambitions de ce programme est de faire émerger des projets véritablement pluridisciplinaires pour s'attaquer aux questions le nécessitant. Une partie des recherches pourra être de nature exploratoire ou fondamentale mais la majorité des projets devra être finalisée et partenariale.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Ce programme est exclusivement financé par l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Dans le programme, coexistent le partenariat public-privé, exigé notamment pour le volet 4, et le partenariat entre organismes de recherche publique.

Positionnement international

- **Caractère international du programme**

Ce programme n'est, pour cette édition, pas spécifiquement ouvert à l'international. L'ouverture à des collaborations européennes est toutefois souhaitable, dans la mesure où les partenaires étrangers contribuent à leur propre financement.

Programme :

ECOTECH : Production durable et technologies de l'environnement

Mots-clés : éco-industrie, procédés propres, éco-conception, valorisation de déchets, traitement et mesure, eau, sols, air, littoral, effluents industriels, émissions polluantes industrielles et urbaines, pollutions marines

Résumé :

Le programme ECOTECH est le relais du programme PRECODD. C'est un programme de recherche axé sur le développement de technologies, d'instruments et de services visant à favoriser l'innovation en matière de production industrielle durable et dans les éco-industries. Le programme est composé de 5 axes :

- Pour une production industrielle durable
- Vers des matières premières secondaires
- Réagir : mieux traiter les environnements pollués
- Surveiller : observer plus et mieux l'environnement
- Changer de paradigme

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme ouvert à l'international

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme ECOTECH prend le relais du programme PRECODD initié en 2005 et dont le cycle d'appels à projets s'est clôt en 2008. Le PRECODD, premier programme sur les écotecnologies initié en France, a connu un réel succès depuis son lancement avec plus de 80 propositions en partenariat public-privé soumises par an.

Le premier objectif de PRECODD consistait à renforcer les partenariats publics-privés et à rassembler une communauté scientifique plutôt cloisonnée sur différents segments (eau, déchets, pollutions marines, etc.). Les premiers éléments de bilan du programme PRECODD montrent que le programme a rassemblé une large communauté de scientifiques et d'éco-industries qui commence à bien se structurer au niveau national. Le programme a acquis rapidement une visibilité nationale et constitue la principale contribution de la France au plan d'action européen sur les technologies de l'environnement (ETAP). L'aide consacrée aux partenaires industriels a été d'environ 30 % pour les entreprises, à part égale entre les PME et les grandes entreprises du secteur. En moyenne, 43 % des projets sélectionnés ont été labellisés par des pôles de compétitivité, essentiellement AXELERA, Mer Bretagne et PACA et Risques PACA. La Région Ile de France a attiré 24 % des aides versées, suivie de Rhône-Alpes avec 16 %, puis Midi-Pyrénées avec 12 %.

Sur un plan thématique, on a pu constater une évolution progressive de l'offre scientifique, initialement centrée sur les technologies de traitement des pollutions et la métrologie de l'environnement (80 % des projets sélectionnés en 2005), vers des projets plus focalisés sur les questions de production durable (45 % des projets en 2008). Le troisième thème du programme, « Outils et services pour une gestion intégrée » faisant appel à des sciences humaines et sociales, a connu un succès mitigé au début du programme, mais a réellement émergé à partir de 2007 (22 % des propositions).

On constate que l'essentiel des projets sélectionnés a porté sur de la recherche incrémentale, avec relativement peu de projets jugés à haut risque ou en rupture. Le programme a également été ressenti comme trop difficile d'accès par les PME en raison notamment d'un taux de sélection relativement bas (20 à 23 %).

La thématique des écotecnologies est en forte croissance au niveau international et ne nécessite pas de remise en cause profonde. Deux ateliers de réflexion prospectives lancés en 2007, l'un sur les technologies émergentes et leurs verrous (ECO-INNOV), l'autre sur l'évolution des modes d'organisations industriels et l'écologie industrielle (ARPEGE) ont permis de dégager des priorités de recherche et de fournir les bases du nouveau programme ECOTECH.

- **Résultats des années antérieures (programme PRECODD)**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	88	18	9 (55 %)	9.75 M€	75	49 %
2006	84	22	8 (38 %)	12.47 M€	117	40 %
2007	79	16	7 (43 %)	11.22 M€	86	41 %
2008	85	19*		13.9 M€*		

*état de la sélection au 27/10/08

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme ECOTECH est un programme de recherche générique visant à renforcer la recherche sur les écotecnologies¹⁰ en France, à développer l'innovation dans les éco-industries¹¹ et à réduire significativement l'impact environnemental des activités industrielles. Les mesures adoptées en aval du Grenelle de l'environnement, vont probablement soutenir le développement du marché des écotecnologies et favoriser l'émergence de nouvelles approches de gestion de l'environnement, notamment dans le domaine des déchets. Le programme ECOTECH aura pour objectif d'accompagner certaines recommandations issues des comités opérationnels du Grenelle, notamment dans les domaines des déchets, de l'eau et du développement industriel durable.

Le programme s'inscrit dans la continuité du programme PRECODD, il aura pour objectifs de poursuivre la structuration d'une communauté scientifique publique et privée de niveau international et de renforcer les principaux pôles d'excellence français sur le domaine. L'insertion des PME dans le programme sera favorisée.

En complément des approches technologiques, le programme devra développer des concepts, des outils et des services pour une production industrielle durable en favorisant des approches socio-économiques sur l'organisation des systèmes industriels au regard des critères de développement durable.

Le programme ECOTECH devra amplifier les recherches sur l'amélioration environnementale des filières industrielles, notamment en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de réduction des volumes de déchets et d'effluents, de consommation de ressources et de matières premières et de substitution des substances polluantes.

Le programme ECOTECH devra encourager les technologies de rupture pour favoriser la compétitivité des éco-industries dans le traitement des pollutions et la mesure de la qualité de l'environnement en favorisant notamment le transfert de technologies issues des technologies de l'information, des nanotechnologies et des biotechnologies. Des interfaces avec les programmes STIC, PNANO, Mat&Pro et Biotechnologies de l'ANR, seront mises en place pour favoriser les transferts de technologies émergentes issues de ces programmes.

Résultats attendus :

Le programme ECOTECH vise le développement des recherches finalisées permettant l'émergence d'innovations technologiques (nouveaux procédés ou instruments, nouveaux modèles, etc...). Il s'agit de favoriser le « verdissement » de procédés industriels, par l'introduction de technologies de substitution permettant de réduire significativement les

¹⁰ Définition de l'OCDE : « biens et services capables de mesurer, prévenir, limiter ou corriger les impacts environnementaux tels que la pollution de l'air, des eaux, des sols déchets bruit et écosystèmes ».

¹¹ Éco-industries : secteur industriel fournisseur de biens, services et équipements dédiés à la protection de l'environnement

émissions de gaz à effets de serre, la production de déchets, ou encore la consommation de ressources naturelles (eau et matières premières).

Impact espéré :

Le programme ECOTECH ambitionne de renforcer la capacité française d'innovation sur le secteur des écotecnologies et d'améliorer la compétitivité des entreprises du secteur, notamment les PME. L'impact attendu du programme consistera également à développer des technologies dérivées de sciences ou technologies récentes (ex : nanotechnologies, biotechnologies, etc.) permettant des gains significatifs en termes de traitements ou mesure des pollutions ou de limitation de la production d'effluents et de déchets.

Les impacts espérés des recherches se formulent en termes d'innovations technologiques, mais également de recherches plus académiques sur l'intégration des concepts de développement durable dans les systèmes industriels.

Sur un plan générique, les impacts espérés du programme peuvent se formuler ainsi :

- Réduction significative des émissions de gaz à effet de serre dans certaines filières industrielles.
- Réduction des émissions polluantes à la source par l'introduction de technologies de substitution.
- Réduction du volume de déchets industriels et urbains produits.
- Augmentation du taux de recyclage des matières premières et diminution de la consommation de ressources non renouvelables.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Le chiffre d'affaires des éco-industries en Europe (hors secteur énergétique) en 2004 représente environ 227 milliards d'euros (soit 2,2 % du PIB de l'Europe)¹². La gestion de la pollution y représente environ 64 %. Le marché français des technologies de l'environnement est estimé à 23 milliards d'euros par an. La France occupe actuellement le 4^{ème} rang mondial en chiffre d'affaires dans le domaine des éco-industries (et le second en Europe) et est particulièrement bien placée grâce à la présence de grands groupes mondiaux et d'un important réseau de PME.

L'analyse des tendances à l'échelle globale montre que les écotecnologies (cleantech au sens anglo-saxon) sont en forte croissance depuis trois ans et sont devenues en 2007 le second poste d'investissement du capital-risque derrière les technologies de l'information, mais désormais devant les biotechnologies. La croissance du marché des écotecnologies est estimée à +6 % par an, pour atteindre à l'échelle mondiale 2 200 milliards d'euros en 2020¹³ (énergies renouvelables incluses) dont un quart concernant les marchés de l'eau et de la valorisation des déchets.

¹² EU DG Environment (2006) - Study on Eco-industry, its size, employment, perspectives and barriers to growth in an enlarged EU, Final report, August 2006.

¹³ Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

La croissance des écotecnologies est bien évidemment soutenue par l'augmentation du prix des matières premières créant un contexte favorable à l'émergence de nouvelles technologies (énergie notamment), mais également par la mise en place de politiques publiques assez volontaristes dans le monde occidental en faveur du développement durable (eau, air, déchets, procédés propres...). La Commission européenne, dans sa communication sur la politique d'innovation¹⁴ en Europe, place les éco-innovations parmi les trois domaines ciblés.

Ceci crée un contexte favorable à l'échelle européenne, en faveur d'initiatives nationales ou européennes dans le domaine des écotecnologies, qui sont très dépendantes des évolutions normatives et réglementaires. L'instauration de politiques de « green procurements » et d'incitations fiscales « écologiques » dans plusieurs pays européens (Pays-Bas, Danemark, Suède...) renforce également le marché des écotecnologies et l'émergence de PME sur le secteur. Le Grenelle de l'Environnement a également formulé des recommandations dans ce sens, qui, à terme, devraient également dynamiser le marché français.

En matière de productivité, les technologies environnementales étaient jusqu'à récemment perçues comme des « surcoûts » à la production industrielle et pénalisantes au regard de la compétitivité. La mise en place de législations environnementales à l'échelle globale ou européenne modifie profondément les équilibres économiques et il est désormais démontré que les pays et les filières industrielles capables d'anticiper les évolutions réglementaires en matière environnementale bénéficient d'un facteur majeur de compétitivité¹.

Enjeux sociaux

Les écotecnologies (au sens large) n'ont pas d'indicateurs économiques précis et les chiffres sont essentiellement basés sur les secteurs traditionnels de traitement de la pollution (eau, déchets, air...). On estime à 3,4 M le nombre d'emplois concernés dans ce secteur dont 78 % dans la gestion de la pollution. Le reste étant occupé par les fonctions d'éco-innovation et de développement durable. En France, les emplois concernés par les écotecnologies sont estimés à 700 000 emplois, avec un taux de croissance de 6,5 % sur les 5 dernières années.

En Europe, le taux de croissance du marché des écotecnologies sur la période 1999-2004 a été d'environ +9 %, mais varie fortement au sein de l'Union Européenne de +30 à +50 % (Pays-Bas, Irlande, Finlande) à -18 % (Grande Bretagne). Ces fortes variations sont essentiellement liées à l'impact des politiques publiques volontaristes en faveur des écotecnologies (pour les fortes croissances) et à des contextes spécifiques de réorganisation du cadre réglementaire (pour les marchés en décroissance).

Enjeux écologiques et environnementaux

Ressources naturelles :

La diminution de la consommation de ressources naturelles (eau, granulats, matières premières, etc.), en particulier par leur remplacement par des « matières premières secondaires » est un thème fort du programme.

¹⁴ Putting knowledge into practice: A broad-based innovation strategy for the EU, COM(2006) 502 final

Pollutions :

Les enjeux pris en considération sont les flux d'émissions de gaz à effet de serre, les flux d'émissions de composés et d'éléments polluants (dans l'air, dans l'eau, dans les sols et les sédiments), les flux de déchets primaires et secondaires, la réduction des pressions sur les ressources naturelles, notamment au niveau de l'exploitation.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Les appels à projets du programme ECOTECH seront à l'interface avec d'autres programmes comme le nouveau programme sur l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels (EESI, incluant notamment les technologies de capture du CO₂), le programme CP2D sur la chimie durable, le programme PNANO, le programme Matériaux & Procédés et le programme Villes Durables.

Axe 1. Pour une production industrielle durable

Les tensions sur les matières premières et les ressources énergétiques fossiles, les coûts des procédés de traitement et les exigences croissantes de réduction des émissions appellent à envisager des changements radicaux sur certaines filières industrielles. Cet axe du programme ECOTECH s'aligne, en matière de procédés industriels, sur les objectifs définis par la Commission européenne en 2005 dans le cadre de la stratégie thématique sur l'usage durable des ressources naturelles¹⁵. Les procédés développés devront s'appuyer sur une évaluation environnementale et/ou une analyse de cycle de vie a priori. Cet axe thématique s'articule autour de deux priorités :

L'abattement des émissions de CO₂ dans les filières industrielles.

Il s'agit d'identifier les pistes permettant de réduire significativement les émissions de CO₂ et autres gaz à effet de serre dans certaines filières industrielles (hors filières énergétiques) fortement émettrices des GES¹⁶ en identifiant des alternatives au stockage géologique. Il pourra s'agir d'approches systémiques sur des filières complètes (ex : ciments, granulats, acier, chimie, etc.) visant la diminution des émissions de GES à la source soit par une modification des procédés, soit par une capture et recombinaison du CO₂. Les approches innovantes visant à trouver des voies de valorisation du CO₂ ou des autres GES concernés seront soutenues.

Les procédés « propres » et les technologies de substitution

Le développement des technologies de substitution voit son importance croître dans le cadre de la mise en place du règlement REACH et des directives interdisant l'usage de substances dangereuses dans les produits finis ou dans les procédés de production (industrie mécanique, traitement de surfaces, plasturgie, etc.). L'introduction de bioproduits, le

¹⁵ COM(2005) 670 final - Stratégie thématique sur l'utilisation durable des ressources naturelles

¹⁶ Gaz à Effet de Serre

remplacement de certains solvants, ou d'autres substances polluantes représentent souvent des sauts technologiques importants.

Axe 2. Vers des matières premières secondaires ?

La politique de gestion des déchets a été l'un des thèmes importants du Grenelle de l'Environnement et la France occupe une position forte en Europe et dans le monde. Par ailleurs il existe également un fort potentiel de développement de PME/PMI sur ce secteur. Malgré l'importance des progrès accomplis depuis plus de 20 ans, la gestion des déchets industriels et urbains reste un sujet sur lequel des améliorations importantes restent à apporter pour atteindre les objectifs fixés par la France et la stratégie européenne¹⁷. D'autre part, les tensions sur les matières premières sont en passe de devenir des verrous majeurs pour l'industrie. Il devient stratégique et économique d'augmenter significativement le taux de recyclage des déchets au-delà des voies conventionnelles de valorisation énergétique par l'incinération. Le programme aura pour ambition d'amplifier les recherches sur ce thème en forte croissance.

L'innovation dans ce secteur s'appuie sur une large palette de procédés de recyclage, de méthodes et de technologies, telles que le tri, les techniques de séparation et de déshydratation, etc. Les appels à projets porteront sur les filières à fort enjeu en termes de volume à traiter (sédiments, déchets du bâtiment, etc.) et à forte valeur ajoutée potentielle (récupération de métaux, déchets d'équipements électriques et électroniques, véhicules hors d'usages, etc.).

Axe 3. Réagir : mieux traiter les environnements pollués

Les technologies de traitement de l'eau, des gaz, des sols et du littoral ont fait d'importantes avancées ces dernières années en termes de performances, d'efficacité énergétique et d'optimisation des coûts. Ces technologies représentent aujourd'hui plus de 50% du marché des éco-industries avec une forte compétitivité de la France, notamment dans le domaine de l'eau. Il s'agira de mieux traiter en termes d'abattement et d'abaissement des concentrations en polluants et de leur niveau de danger.

Le programme ECOTECH se focalisera sur des recherches en rupture (partenariales ou non) en encourageant notamment le transfert de technologies issues des biotechnologies et des nanotechnologies pour viser des sauts de performances techniques ou économiques en matière de traitement des pollutions.

Axe 4. Surveiller : observer plus et mieux l'environnement

La surveillance de l'environnement est devenue un champ à part entière des écotechnologies et constitue généralement le premier pilier des politiques de gestion de l'environnement pour les risques chroniques (cf. directives cadres sur l'eau, sur l'air, les sols) et les risques accidentels pour l'environnement. Cela nécessite la mise en place de stratégies de déploiement (au sol, en mer ou dans l'espace), d'instrumentations à bas coûts, d'acquisition de données de masses et d'outils de validation, de gestion et d'interprétation de ces données.

¹⁷ Commission Communication "Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste", COM (2005) 666 final

Le programme soutiendra des projets visant le déploiement des systèmes d'instrumentation intégrés (capteurs, acquisition, interprétation) très innovants. On favorisera notamment des transferts d'innovation des sciences et technologies de l'information et de la communication, les couplages entre les systèmes d'observation spatiale ou aérienne et les mesures au sol, et les recherches permettant de réduire significativement le coût des mesures et analyses.

Axe 5. Changer de paradigme

Le programme PRECODD a initié ce type d'approche en complément des recherches technologiques et a connu un réel essor depuis 2007 avec une bonne implication des disciplines des sciences sociales. Au-delà des évolutions technologiques, les éco-innovations sont largement conditionnées par des évolutions en matière d'organisation industrielle. Il s'agit de pouvoir acquérir une vision stratégique du bénéfice potentiel d'une démarche de production durable (retour sur investissements financier, environnemental et social), tout en préservant, de manière acceptable, les aspects sociaux (sociétaux) et économiques. Cela nécessite des recherches sur les politiques et le développement de services facilitant l'intégration du développement durable dans la chaîne de valeur des produits.

Les recherches feront notamment appel à des concepts innovants permettant de favoriser les éco-innovations en matière de structuration des marchés, d'économie de fonctionnalité, d'écologie industrielle, de méthodes d'analyse de cycle de vie des produits et des services, d'organisation de systèmes industriels, etc.

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche**

La recherche du programme ECOTECH est essentiellement appliquée. Certains sujets traitant d'approches relativement amont mais à haut potentiel seront prises en compte dans le programme, et sans condition partenariale.

Le programme n'exclut pas l'expérimentation et le développement pré-concurrentiel, portés par d'autres dispositifs de soutien à la R&D.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR sera le seul financeur du programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Les projets sont essentiellement partenariaux public/privé, mais avec une part de projets académiques pour des projets à hauts risques et porteurs d'enjeux.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le programme est en phase avec les priorités du 7^{ème} PCRD : 6.3 (Environmental Technologies) et (NMP) Nanotechnologies, materials and Processes et également avec le

nouveau programme « Eco-innovation » du Programme Cadre Compétitivité Innovation (CIP).

Les programmes relatifs aux technologies de l'environnement et à la production durable ont également fait l'objet d'une analyse internationale des programmes existants (en particulier en Allemagne, en Suisse, en Autriche, en Suède et aux Pays-Bas).

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales au niveau des projets, dans la mesure où chaque équipe étrangère trouve son financement dans le pays hôte. Des accords bilatéraux seront recherchés avec des programmes proches en Allemagne (BMBF) et en Autriche (BMVIT).

Programme :

CEP - Changements Environnementaux Planétaires

Mots-clés : sciences du Système Terre, changements environnementaux planétaires, changement climatique, pression anthropique, interactions climat-écosystèmes-ressources naturelles-santé, vulnérabilité, résilience, adaptation, mitigation, rétroactions, gouvernance homme-environnement, systèmes socio-économiques

Résumé :

L'utilisation anthropique croissante des ressources naturelles induit des changements environnementaux planétaires qui ont des impacts sur le climat, les cycles biogéochimiques, la biodiversité animale et végétale ainsi que sur les sociétés humaines (santé, ressources alimentaires, développement socio-économique). L'objectif de ce programme est d'accélérer les recherches françaises ayant une approche intégrée de ces processus se développant à l'échelle de la planète mais générant des impacts d'ordres régionaux. Le programme visera à faire émerger des projets portant sur l'impact, la mitigation et/ou l'adaptation aux changements environnementaux planétaires.

Le programme est structuré en cinq axes :

Axe 1- Usage de l'espace et grands cycles biogéochimiques

Axe 2 - Biodiversité et vulnérabilité du vivant (continental et marin)

Axe 3 - Evolution et gestion prévisionnelle des ressources naturelles

Axe 4 - Changements environnementaux planétaires et santé

Axe 5 - Quelles alternatives pour le développement planétaire sous contraintes environnementales ?

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 – 2011
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme ouvert à l'international

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme est transversal aux domaines couverts par les départements Energie durable et environnement, Ecosystèmes et développement durable, Biologie-santé et Sciences humaines et sociales. Il se positionne à l'interface avec les programmes : 6^{ème} extinction - Biodiversa, Contaminants-Ecosystèmes-Santé, Villes Durables et Systèmes complexes.

Le programme CEP est conçu en relais du programme Vulnérabilité : milieux, climats et sociétés qui a fait l'objet de trois appels à projets de 2006 à 2008. Il s'appuie également sur d'autres programmes nationaux comme ceux de l'INSU (LEFE et EC2CO) et du MEEDDAT, notamment le programme GICC.

- **Résultats des années antérieures**

L'objet du programme VMCS consistait à développer des études sur les changements globaux non plus par une approche classique d'études des impacts de ces changements sur l'environnement, mais par une analyse de la vulnérabilité des systèmes naturels ou anthropisés. Il s'agissait de pouvoir évaluer la sensibilité de ces changements, leur résilience potentielle, et les rétro-actions possibles. Le programme se voulait également très interdisciplinaire couplant les interactions entre sciences de l'environnement et SHS.

Il est trop tôt pour dresser un bilan de VMCS, après deux appels à projets, mais l'on peut dégager quelques observations sur les appels à projets précédents. Le programme a généré environ 50 propositions par an, avec une taille moyenne croissante de 2006 à 2008, ce qui atteste d'une agrégation plus importante des équipes de recherche sur le sujet. Le taux de succès était d'environ 30 %.

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2006	51	17	3	9 345 708 €	82	3
2007	39	13	1	8 631 408 €	62	7
2008	50	17*	2	non arbitré	94	9

*état de la sélection au 27/10/08

Les projets sélectionnés se regroupent autour des thèmes suivants :

- Phénomènes extrêmes (climatiques, météorologiques),
- Impacts / rétroactions climatiques,
- Approches sociales et socio-économiques de la vulnérabilité et des risques,
- Vulnérabilité des agro-écosystèmes et écosystèmes forestiers aux changements globaux,
- Vulnérabilité des ressources en eau et des sols (quantité & qualité),
- Vulnérabilité des écosystèmes marins / estuariens / côtiers (physiques / biologiques),
- Approches paléo (climatiques, écologiques).

On observe désormais une bonne intégration des concepts (vulnérabilité, résilience, adaptation, risques et leurs perceptions sociales) dans les projets proposés. Les approches couplées SHS x Sciences physiques / naturelles sont en forte croissance par rapport à 2006 avec plus de 30 % des propositions dans l'appel à projets 2008. La sélection des projets 2006-2008 a permis de couvrir l'ensemble des zones à forte vulnérabilité : région méditerranéenne (15 projets), zones tropicales (12 projets), milieux arctiques & antarctiques (6 projets), régions alpines (5 projets) et systèmes urbains (5 projets).

Parmi les signaux positifs, on observe une percée significative dans le traitement des incertitudes (estimation / propagation) et la modélisation régionale « intégrée », de même que des projets sur des (bio) indicateurs de vulnérabilité / résilience / adaptation des milieux.

On peut également identifier quelques faiblesses du programme VMCS :

- une structuration du programme pas assez claire,

- une faiblesse des réponses sur les politiques publiques d'adaptation aux changements globaux (climatiques & anthropiques), ou de développement de modèles adaptés à l'aide à la décision pour les politiques publiques,
- une faible mobilisation de la communauté en accompagnement de l'initiative européenne GMES,
- un manque de réflexions théoriques sur le concept de résilience ou l'étude des boucles de rétro-actions,
- l'absence de projets en collaboration avec les programmes internationaux (i.e. ESSP).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les problèmes environnementaux sont souvent appréhendés comme une addition de phénomènes indépendants : le changement climatique, l'érosion de la biodiversité, l'usage intensif de l'eau, la pollution chimique, etc. En réalité, ces problèmes sont profondément reliés les uns aux autres par les enveloppes superficielles de la planète (air, eau, sols...) et l'évolution des activités humaines (progression démographique, des niveaux de vie, technologique et évolution des comportements sociaux). Les changements environnementaux sont désormais clairement perceptibles à l'échelle de la planète, d'où le terme de « Changements Environnementaux Planétaires », souvent réduit au terme « changement Global ».

La prise de conscience du changement global, notamment climatique, a abouti à une prolifération de programmes qui n'ont pas suffisamment favorisé les échanges entre disciplines. C'est ainsi qu'un enjeu majeur de la recherche environnementale actuelle est de faire émerger une approche systémique, profondément multi- et trans-disciplinaire, sur ce champ de recherche en émergence qualifié de "Science du Système Terre"¹⁸.

Il existe actuellement une importante activité scientifique sur ces thématiques mais qui reste pour l'instant très cloisonnée, y compris au sein du GIEC et du Millenium Ecosystem Assessment.

Il existe déjà plusieurs initiatives internationales sur cette thématique et la France a acquis un certain retard dans ce domaine, tout en affichant de réels potentiels sur certains compartiments (notamment la modélisation du climat, la gestion de l'eau, les usages du sol, la santé). C'est pourquoi l'objectif principal du programme CEP consiste à accélérer la coordination et l'intégration des recherches françaises sur la thématique ESSP.

Il s'agit de développer des recherches non plus seulement axées sur l'étude de processus et d'impacts comme très souvent en matière de recherche environnementale, mais de favoriser également des recherches analysant l'évolution du changement global depuis l'émergence des civilisations industrielles et adoptant une perspective de projection sur les 30 à 100 prochaines années.

¹⁸ connue sous le terme de Earth Science System Partnership, ESSP

Résultats attendus :

Les résultats des recherches sont attendus notamment sur :

- la compréhension des processus d'interactions entre les principales composantes du système (climat, écosystèmes, ressources naturelles, économie, santé, société) et la capacité à les modéliser,
- l'évaluation des changements environnementaux planétaires, à différentes échelles et pour différents compartiments du système (écosystèmes et biodiversité, usages et évolution des ressources naturelles, utilisation 3D de l'espace et des territoires, émissions anthropiques, impacts sur la santé, etc.),
- des méthodologies d'évaluation des processus de mitigation, d'adaptation, de résilience face aux changements environnementaux planétaires,
- la conception, le développement et l'évaluation d'outils pluri-disciplinaires de prévision, de projection, et d'indicateurs dynamiques à l'usage de la communauté scientifique ou des décideurs, en appui notamment de l'élaboration de stratégies nationales ou internationales,
- la mise au point d'indicateurs d'évolution et de vulnérabilité des systèmes naturels et anthropiques,
- les processus et les éléments de gouvernance du changement environnemental planétaire à l'échelle « régionale » et globale.

Impact espéré

Le programme doit amener à l'élaboration d'outils de modélisation, de méthodes d'évaluation du changement global, d'outils de prévision à l'usage de la communauté scientifique et des politiques publiques.

Le programme CEP souhaite renforcer des recherches sur les questions de gouvernance du changement global en examinant notamment les approches de politiques sociales et économiques.

Le programme CEP vise notamment à renforcer la production scientifique nationale et à renforcer les capacités d'expertises françaises dans les négociations internationales sur la thématique des changements globaux.

Le programme doit permettre :

- de développer les compétences françaises en recherche systémique,
- de positionner les chercheurs français dans le contexte international de la thématique ESSP afin de renforcer leur pertinence dans les appels d'offres européens et internationaux,
- de combler le retard relatif à la conception et la mise en œuvre de systèmes d'informations spatialisés dédiés aux changements environnementaux planétaires.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les conséquences des changements globaux commencent à être prises en compte à l'échelle macro-économique. Leur sous-estimation présente un risque économique majeur ; par

exemple le rapport Stern estime à une perte annuelle d'environ 5 % du PIB mondial si l'on ne réagit pas au changement climatique dans la gestion des sociétés. On observe des démarches analogues en matière économique à propos de la biodiversité. L'intrication entre les risques générés par les changements climatiques, l'intensification de l'usage des sols, la consommation intensive de ressources naturelles, l'érosion de la biodiversité influent désormais fortement sur l'économie mondiale et l'évolution des sociétés.

Ces éléments constituent un champ de recherche à part entière, comme l'évaluation économique de la vulnérabilité ou de l'adaptation des systèmes, ainsi que la gouvernance future des territoires concernés, notamment aux échelles régionale ou mondiale. Le programme est ouvert à ce champ de recherche.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Les changements environnementaux planétaires, influent bien évidemment sur les zones de création de richesse, la production de ressources (*agricoles, forestières, halieutiques, hydrologiques, etc*), mais également sur certains secteurs de la production industrielle par le biais notamment de la disponibilité des ressources naturelles. Les changements environnementaux planétaires et les politiques qui en découlent (ex : limitation des émissions de gaz à effets de serre) peuvent être la cause de tensions majeures à l'échelle internationale, voire intra-européennes.

Une meilleure prise en compte des risques environnementaux par les opérateurs économiques peut conduire à une meilleure organisation d'ensemble et par conséquent, à une amélioration de la productivité et de la compétitivité nationale et internationale.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Sur un plan international, l'acquisition des connaissances acquises dans le cadre de ce programme a pour objet de renforcer la position française au sein d'instances internationales comme le GIEC ou le Millenium Ecosystem Assessment.

Au plan national, le programme s'inscrit notamment dans le cadre du Plan Climat 2004-2012 et la Stratégie Nationale d'Adaptation au changement climatique.

Il existe des enjeux environnementaux, économiques et sociaux majeurs dans certaines zones géographiques sensibles, plus particulièrement vulnérables aux changements globaux, comme le bassin méditerranéen ou les zones soudano-sahéliennes pour lesquelles une approche systémique notamment en matière de disponibilité des ressources naturelles, de pression anthropique et de changement climatique sont indispensables pour appréhender l'avenir de ces territoires.

- **Enjeux sociaux et de sécurité**

Les enjeux sociaux, mais également de santé publique, sont fortement concernés par les changements globaux et génèrent des risques sanitaires importants.

Les conséquences des activités anthropiques ne sont plus locales ou régionales mais transfrontalières et trans-générationnelles, comme l'ont souligné abondamment les récents rapports du GIEC¹⁹ et du MEA²⁰. Au centre, demeure une interrogation lancinante : quelle est la capacité des sociétés à gérer ce système global ? C'est la prise en compte conjointe des contraintes liées à l'adaptation et des contraintes liées à l'atténuation – aujourd'hui traitées

¹⁹ <http://www.ipcc.ch/>

²⁰ <http://www.millenniumassessment.org/>

de manière indépendante - qui permettra de proposer des stratégies de gouvernance réellement durables.

- **Enjeux écologiques et environnementaux**

Les principaux moteurs de ces perturbations sont la croissance démographique, l'utilisation des sols et des ressources marines, l'usage de l'eau, la consommation intensive de carbone fossile et de ressources minérales. Ces impacts perturbent les grands cycles hydrologiques et biogéochimiques à l'échelle planétaire et génèrent des effets combinés dont la nature et l'amplitude constituent le cœur du champ de recherche du programme CEP. Si la gestion de ces effets à l'échelle locale commence à être bien maîtrisée, il convient de développer des modèles de risques environnementaux à l'échelle globale traitant également de la sécurité sanitaire, afin de pouvoir fonder des stratégies politiques de gestion environnementale globale sur la base de données fiables et scientifiquement étayées.

- **Ressources naturelles**

La croissance de la population, liée à son développement économique, induit une consommation croissante des ressources naturelles et de ce fait, entraîne des modifications durables des systèmes (eau, air, sols). Ces activités anthropiques ont des impacts qui peuvent avoir des extensions transfrontalières (ex : gestion de l'eau) ou temporelles (trans-générationnel) importantes.

L'usage des ressources naturelles renouvelables et l'évolution de notre capacité à les produire nécessite une approche prévisionnelle notamment à l'échelle régionale, afin de développer des politiques de gestion adaptées. Ces politiques devront s'appuyer sur des modèles et des scénarii de disponibilité de ces ressources et de leur capacité de production.

- **Ecosystèmes**

Le programme permettra de mieux analyser les facteurs d'évolution des écosystèmes face au changement climatique et les mécanismes de rétroaction. L'analyse de la vulnérabilité et les capacités de résilience des écosystèmes naturels et anthropiques face aux changements environnementaux constituent l'un des objectifs scientifiques principaux du programme.

- **Pollutions**

Le cycle du carbone à l'échelle globale et ses interactions avec les politiques environnementales est bien évidemment au centre des problématiques scientifiques, mais également de la gestion globale des politiques publiques.

La diffusion des polluants à l'échelle planétaire (ex : métaux lourds, polluants émergents, etc.), leur dispersion, leur accumulation et leurs impacts sur les écosystèmes nécessitent des approches très intégrées pour identifier les niveaux de risques pour les écosystèmes et les hommes. De plus, on maîtrise encore très peu les interactions entre les cycles de ces polluants diffusés à l'échelle planétaire et les changements climatiques et les systèmes de rétroaction entre les politiques environnementales (ex : restriction des usages du Pb ou Hg) et leurs effets planétaires.

- **Risques naturels**

Les changements environnementaux planétaires sont à l'origine d'une évolution de différents risques naturels (ex : risque inondations, cyclones, tempêtes, etc.) ou de risques

induits (incendies de forêts, etc.). Il reste de nombreuses questions à traiter sur les liens entre notamment le changement climatique et l'augmentation des facteurs de risques naturels. Remarque : les risques naturels à occurrence rapide (crues flash, mouvements gravitaires, etc.) sont traités dans le cadre du programme RiskNat.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifiques et technique

L'identification et la quantification des processus propageant les changements globaux entre les divers milieux du Système Terre, constituent un enjeu scientifique que le programme devra préciser en termes d'objectifs prioritaires. D'autre part, la gestion des territoires à l'échelle « régionale » reste un enjeu majeur entre des contraintes locales liées au développement socio-économique et les obligations d'une gouvernance intégrée, dans un contexte européen et mondial.

Axes et thèmes des recherches

Le programme visera à faire émerger des **projets portant sur l'impact, la mitigation et/ou l'adaptation à des processus susceptibles d'intervenir à une échelle globale, mais dont les effets peuvent se faire ressentir à l'échelle régionale, voire locale.**

Les appels à projets suivants (2010-2011) évolueront sur la base des résultats de l'atelier de réflexion prospective sur les changements environnementaux planétaires (ARP lancé en mai dernier par l'ANR). A ce stade de l'élaboration du programme, 5 axes principaux sont proposés :

Axe 1- Usage de l'espace et grands cycles biogéochimiques

Les changements globaux (changement climatique, épuisement des sols et des matières premières, pertes de biodiversité) interfèrent étroitement avec les changements d'utilisation des sols, que l'on peut percevoir dès l'échelle locale. En particulier, alors que la population urbaine explose pour atteindre probablement 75 % de la population mondiale en 2050, la question des modes de développement urbain est cruciale. La concentration des populations aura un impact sur l'ensemble des sols, et leur utilisation fait donc émerger des questions au premier rang desquelles apparaissent les questions de compétition pour l'usage des sols.

L'objectif principal de cet axe est, selon les modes de développement des territoires (urbanisation, milieu naturel, rural ...), d'évaluer les impacts associés à grande échelle sur les gaz à effets de serre, les nutriments (en particulier le cycle des composés azotés, phosphorés et carbonés) et les polluants diffus (et particuliers) ainsi que sur le climat régional, voire planétaire (changement des conditions physiques de surface).

- Quelles seront les dynamiques des grands cycles (i.e : carbone, pollutions diffuses, etc.) – climat – systèmes humains dans le futur ?
- Quels sont les scénarii d'intervention ?
- Quels sont les mécanismes de rétroaction d'origine naturelle ou anthropiques qui influent sur ces cycles ?

Axe 2- Biodiversité et vulnérabilité du vivant (continental et marin)

Cet axe est en interface directe avec le programme Biodiversa. Les services essentiels pour l'humanité de la biosphère globale (alimentation et fibres, mais également des services non matériels) dépendent de la biodiversité à différentes échelles. Il y a une réelle nécessité à mieux comprendre et représenter la diversité animale et végétale dans le Système Terre dans le but de mieux appréhender la vulnérabilité des systèmes biologiques au changement global.

- Comment représenter les impacts du changement global sur la biodiversité marine et continentale à l'échelle planétaire ?
- Comment représenter les impacts du changement global sur les services rendus par la biodiversité et les sociétés humaines ?
- Quels sont les effets des changements de la biodiversité sur le système climatique ?

Axe 3 – Evolution et gestion prévisionnelle des ressources naturelles

Le développement des sociétés et la redistribution des conditions climatiques est un facteur clef de l'évolution des ressources naturelles et notamment de l'eau (quantité et qualité). L'usage de l'eau est une variable critique de la production alimentaire générant également des rétroactions sur les principaux cycles biogéochimiques et sur le système climatique.

Le passé récent est le témoin des grands changements globaux, notamment l'anthropisation des hydro-écosystèmes. Dans ce cadre, l'intégration et la valorisation de bases de données est primordiale pour renseigner l'ampleur de ces changements et évaluer notre compréhension des interactions à l'œuvre entre les différents processus. Les ré-analyses (climatiques, usage des espaces et du littoral, ressources en eau, qualité de l'air, etc.) sont des éléments importants permettant de capitaliser et d'intégrer les nombreuses études déjà existantes.

- Comment l'humanité a-t-elle changé et va changer le cycle global de l'eau et les cycles biogéochimiques associés ?
- Quels en sont les impacts sur le Système Terre ?
- Quelles sont les conséquences sociales de ces changements ?
- Quelles sont les voies de mitigations ?

Axe 4- Changements environnementaux planétaires et santé

Les changements environnementaux planétaires peuvent influencer l'ensemble de la chaîne de facteurs impliqués dans le cycle des maladies infectieuses : pathogènes, vecteurs, espèces porteuses et populations humaines. De même, les activités humaines peuvent avoir de sérieuses conséquences sur les maladies humaines infectieuses ou non-infectieuses. Il est nécessaire de mieux connaître les liens complexes entre les changements environnementaux (climat, usage de l'espace (continental et littoral), des océans, biodiversité et évolutions sociétales) et les effets sur la santé. Peu de recherche systémique a été entreprise à présent sur ces questions.

Il est nécessaire de développer des méthodes et des modèles permettant de comprendre les relations entre le développement économique, les changements environnementaux, et la santé humaine.

Quelles sont les différences de risques pour la santé entre les populations au niveau global et identifier les vulnérabilités ?

Quelles stratégies d'adaptation développer pour réduire les risques pour la santé ?

Axe 5 - Quelles alternatives pour le développement planétaire sous contraintes environnementales ?

L'évolution conjointe de la démographie et des modes de vie fait peser sur le Système Terre des contraintes environnementales désormais à l'échelle planétaire. Cela nécessite de mettre en place des modes d'organisation et de gouvernance d'un tout nouveau type, requérant de nombreuses négociations internationales, incluant les forts intérêts géostratégiques. Parallèlement, l'acceptabilité de changements des comportements par les divers acteurs pour une Habilité du Système Terre à gérer non pas à 5 ans, mais à 50 ans reste un défi sociologique et économique majeur ; il nécessite le développement d'outils ad-hoc de réflexion et de diffusion des connaissances et des incertitudes associées.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les thématiques couvertes par le programme CEP sont très vastes, c'est pourquoi la structuration de l'appel à projets 2009 est volontairement proche de l'interface avec les grands programmes internationaux qui composent l'ESSP. Il s'agit d'agrèger les communautés scientifiques concernées à l'interface de ces thématiques principales, et d'afficher une visibilité internationale du programme CEP vis-à-vis de ces programmes internationaux.

Le programme vise à répondre à 3 niveaux de besoins :

- Scientifiques (accroissement dans les connaissances de phénomènes complexes, non linéaires, à seuils, couplés avec boucles de rétroactions,..).
- Méthodologiques (conduite d'actions transdisciplinaires, changements d'échelle, upscaling, downscaling et transferts d'échelles, estimation / réduction des incertitudes des processus et de leur propagation, développement d'indicateurs).
- Finalisés (évaluation d'actions, bases de connaissances, outils d'appui aux politiques publiques).

- **Type de recherche**

Le programme se positionne essentiellement sur des recherches exploratoires, mais il intègre également des éléments de recherche partenariale avec des industriels, des bureaux d'études et des collectivités territoriales. Le programme nécessite de conduire des études intégrées interdisciplinaires avec notamment une association étroite des sciences humaines et sociales aux sciences de la Planète, de la matière et de la vie.

Les aspects finalisés de la recherche auront pour objets d'élaborer des bases de connaissance et des outils d'appui aux politiques de gestion à l'échelle régionale des territoires.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera seule ce programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche ouverte et partenariale (mixte).

Les partenariats avec des collectivités territoriales, des établissements publics collecteurs et gestionnaires de données, des bureaux d'études, des compagnies d'assurances, des collectivités territoriales, des ONG sont recherchés.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le programme CEP se positionne également en complément de l'action prioritaire 6 « Global Change » du 7^{ème} PCRD.

Earth System Science Partnership (ESSP) vise à fédérer les quatre grands programmes thématiques sur l'étude du changement global, à savoir les programmes sur le climat (WCRP), la biosphère-géosphère (IGBP), la biodiversité (DIVERSITAS) et la dimension humaine (IHDP). Le programme CEP vise à représenter la contribution française à ESSP. L'interface sera assurée en coordination avec le CNFCG.

Le programme peut également contribuer à organiser la position française au sein du « Global Monitoring Environmental Services » (GMES), notamment dans la thématique « Nouvelles méthodes et technologies de mesure de l'environnement », en renforçant le segment « sol » de ce programme.

- **Caractère international du programme**

De part son essence, le programme CEP sera ouvert à des consortiums internationaux et notamment des équipes des Pays du Sud.

Programme :

RiskNat - Risques naturels : compréhension et maîtrise

Mots-clés : Risques naturels – avalanches – cartographie – crues – cyclones - développements instrumentaux – incertitudes – instabilités gravitaires – prévention – probabiliste - réparation – résilience – séismes – systèmes d'alerte – tempêtes – volcans – vulnérabilités – zones cibles pilotes

Résumé

Les catastrophes naturelles à occurrence rapide (catastrophes soudaines et rarissimes à fort impact) d'origine tellurique (séismes, volcans, instabilités gravitaires, tsunamis) ou hydro-météorologiques (tempêtes et cyclones, inondations et crues éclair, coulées de boues, avalanches, ...) ont des impacts physiques, humains, sociaux et économiques croissants. Comme elles ne sont pas par essence "régulables" à l'amont, la limitation puis la réduction de ces impacts imposent non seulement de maîtriser les risques associés (évaluation et prévention) mais d'agir sur les vulnérabilités (notion de solution à apporter), et de gérer les phases de réparation (au sens technique et juridique). Cet objectif nécessite de dépasser la seule connaissance des phénomènes naturels considérés, et d'envisager l'analyse des conséquences de ces phénomènes sur les systèmes anthropiques, et une meilleure prise de conscience de ces conséquences par ceux qui peuvent subir localement ces risques (décideurs, "experts" locaux, population...). L'accent doit donc être mis sur un travail le plus en commun possible des acteurs des sciences physiques, sociales, économiques et juridiques.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national ouvert à l'international**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme RiskNat a pour objectif de couvrir tout le champ des risques naturels, en incluant les vulnérabilités non seulement physique mais aussi fonctionnelle et sociétale, ainsi que les aspects réduction et réparation des risques. Le programme ambitionne ainsi de réduire le cloisonnement actuel (entre disciplines, entre organismes, entre acteurs publics et privés) pour tendre vers un continuum qui puisse intégrer transversalement tous les volets "disciplinaires" (sciences de la Terre et l'environnement, sciences de l'ingénieur, sciences humaines et sociales), tout en combinant également les aspects Aléas / Vulnérabilité / Expertise / Appui aux politiques publiques / Enjeux de sociétés.

Au niveau national ce programme se positionne dans le prolongement logique d'un certain nombre de programmes nationaux menés depuis une dizaine d'années en France (PNRN,

PNRH, PRCSR, ACI, FNS entre autres). Ce programme est coordonné avec les programmes de recherche initiés et soutenus par le MEEDDAT comme Risque Décision Territoire (RDT) et Risques InOndation (RIO).

RiskNat présente des interfaces avec d'autres programmes de recherche de l'ANR et plus particulièrement le nouveau programme "Changements Environnementaux Planétaires", le programme "Villes Durables" et le programme "Concepts et outils pour la sécurité globale CSOSG".

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	44	11*	3	6.5M€*		

*état de la sélection au 27/10/08

L'appel à projets 2008 de RISK NAT montre une réponse massive sur les aléas telluriques (les 2/3 des projets), assez loin devant celle des risques hydro-météorologiques (environ 25 % des projets). En outre, même si on constate heureusement une meilleure couverture des aspects "vulnérabilité physique" (environ 30 % des projets), et des aspects sociétaux (environ 30 % des projets affichent une composante de sciences humaines et sociales, et 7 % ont un coordonnateur du domaine des SHS. La prédominance reste encore fortement à des projets portés par les spécialistes des aléas (plus de 80 %).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

L'objectif final du programme est la réduction de l'impact humain, physique, social et économique des catastrophes naturelles à occurrence rapide. Pour cela, il est nécessaire d'identifier et comprendre les phénomènes naturels et sociaux qui sont à l'origine de ces catastrophes, d'analyser leurs conséquences sur les personnes, les biens et le fonctionnement de la société, de maîtriser les risques correspondants (prévention), de s'efforcer de les réduire et d'assurer la réparation des dommages (notamment au sens juridique du terme).

Ces risques concernent des territoires de taille variable et sur le territoire considéré, il est nécessaire d'articuler ces différents éléments, de les intégrer dans une démarche cohérente (*coordonnée*). Cela demande de conduire des études transdisciplinaires et systémiques associant des équipes des sciences de l'univers, de la nature, de l'ingénieur et des sciences humaines et sociales. Ces études doivent contribuer à produire des outils de gestion des risques à l'usage de la communauté scientifique mais aussi des décideurs qui pourront être associés avec profit à ces travaux.

Résultats attendus :

Il s'agit de viser une modification des approches et de l'expertise scientifiques sur les risques, intégrant tous les volets physique, juridique, économique et social et en combinant des aspects Aléas/Vulnérabilité/Expertise/Appui aux politiques publiques/Enjeux de sociétés. Si l'un des volets de RiskNat est d'approfondir la connaissance des phénomènes naturels considérés, il affiche aussi délibérément le souhait d'aller au-delà de cette seule connaissance et d'analyser leurs conséquences multiples sur les systèmes anthropiques, en vue de faciliter la prise de conscience par ceux qui peuvent subir localement ces conséquences, mais aussi les réduire (décideurs, "experts" locaux, population...). Une des ambitions primordiales de ce programme est donc de réduire le cloisonnement actuel (entre disciplines, entre organismes, entre acteurs publics et privés) et d'offrir / ouvrir un cadre pour un dialogue transversal.

Le champ de recherches abordées est donc très vaste, et des résultats peuvent être attendus dans des domaines très variés, notamment :

- l'étude des mécanismes de ces aléas naturels et de leurs possibles interactions,
- l'analyse des différentes vulnérabilités (physique, sociale, économique, organisationnelle) : méthodes d'estimation, leurs interactions, moyens de réduction, études coûts / bénéfices,
- la précision de l'acceptabilité des risques et de la gestion des incertitudes,
- l'amélioration des systèmes de surveillance et des procédures d'alerte précoce et de réaction rapide, éventuellement couplés à des outils de gestion des risques et de la crise,
- des réflexions juridiques et politiques sur les innovations institutionnelles.

Impact espéré :

L'impact espéré est de contribuer à la **réduction des risques naturels**, ce qui peut ou doit passer par

- **une amélioration de notre capacité à mesurer notre environnement terrestre "naturel"** (systèmes de surveillance, nouveaux capteurs, nouveaux algorithmes de détection, robustesse des systèmes de stockage et de transmission, ...) et "**anthropisé**" (suivi des ouvrages et systèmes),
- une évolution de la prise en compte des risques aux niveaux individuel et collectif,
- des améliorations décisives concernant l'aménagement du territoire et du suivi de la qualité des constructions nouvelles et existantes,
- une amélioration de la protection des biens et des personnes,
- **une implication des professionnels de l'aménagement et de la construction**, pour une formation efficace en direction de tous les acteurs de ces domaines,
- **une amélioration de la préparation en cas de crise**, à tous les niveaux et en particulier au niveau communal (mise en place de méthodes nouvelles de sensibilisation et de motivation à l'échelle locale).

De tels objectifs sont ambitieux et ne peuvent se mesurer que sur le long terme ; les améliorations listées ci-dessus peuvent cependant aussi avoir des impacts bénéfiques à bien plus court terme, comme par exemple :

- une meilleure gestion de notre environnement naturel grâce à un monitoring amélioré,
- une meilleure structuration de la recherche sur toute la chaîne, favorisant et encourageant l'interdisciplinarité et le travail aux interfaces,
- la production de connaissances scientifiques dans des domaines en rapide évolution,
- le soutien à la recherche technologique.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les aléas naturels ont de tout temps affecté les sociétés. L'urbanisation croissante de la planète, notamment dans les Pays en Voie de Développement, et le degré de sophistication croissant de notre société, font que les coûts humains et/ou économiques consécutifs aux aléas naturels à occurrence rapide vont en augmentant (150 Millions de personnes affectées, 60 000 victimes et 50 Milliards d' € en moyenne chaque année dans le monde depuis 2000, dont 10 à 15 % pour l'Europe).

Il s'agit donc d'un enjeu majeur pour une société qui se veut durable : contrairement à d'autres programmes, les enjeux se mesurent plutôt en "limitations de pertes", d'abord humaines, mais aussi économiques, plutôt qu'en gains économiques à court ou moyen terme (et cela explique pourquoi il est plus difficile de mobiliser des industriels, à moins d'imaginer un nouveau cadre institutionnel et assurantiel pour amorcer un système vertueux).

Enjeux économiques

Les **enjeux économiques** sont de plusieurs ordres.

Au niveau du consommateur, la définition du modèle économique se pose : combien un consommateur est-il prêt à payer pour sa protection physique et celle de ses biens ? Qui doit en assurer la charge ? A titre individuel, il existe également un enjeu au niveau de l'amélioration de l'habitat.

Concernant les **enjeux de production**, les séismes récents de Taïwan (1999), Niigata (2007) et Sichuan (2008) ont attiré l'attention sur la sensibilité de certains systèmes de production très mondialisés à des catastrophes survenant sur des lieux de production, ainsi que sur les pertes économiques massives associées à l'arrêt de certaines installations (centrale nucléaire de Kariwa-Kashiwazaki). La production de connaissances et de savoir-faire technologique, y compris avec des normes innovantes et scientifiquement fondées, peut alors constituer un argument de compétitivité et une valeur ajoutée pour l'exportation. Par ailleurs, la nécessité de recourir à des systèmes de surveillance de notre environnement sans maillon faible implique d'être capable de réaliser celle-ci de façon adaptée aux différentes échelles requises (**enjeu technique**) et à des coûts peu élevés (**enjeu de productivité**). Il existe certainement des niches de produits très spécialisés correspondant aux besoins spécifiques des différentes parties prenantes. Enfin, une meilleure prise en compte des risques au sein des opérateurs économiques conduit généralement à une meilleure organisation d'ensemble et donc, à une amélioration de la **productivité** et de la **compétitivité** aux échelles nationale et internationale.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Du fait de l'ampleur géographique possible de l'impact des catastrophes naturelles considérées (échelles nationale et européenne, voire mondiale), **les enjeux économiques géographiques** peuvent être très importants pour l'ensemble des populations concernées, à tous les niveaux (pertes économiques directes et indirectes, interruption complète des activités sur des zones très importantes, traumatismes sociaux et économiques, conséquences politiques si la catastrophe touche un centre urbain névralgique...). Du point de vue de l'aménagement du territoire, il faut trouver les solutions techniques au déploiement et à la pérennité des structures nécessaires au développement économique à l'échelle d'un territoire potentiellement affecté par des phénomènes naturels.

Enjeux sociaux

L'**enjeu social majeur** concerne le **bien-être social et la sécurité des personnes**. Les deux catastrophes majeures du printemps 2008 (cyclone Nargis en Birmanie, séisme de Sichuan en Chine) ont déjà eu des conséquences dramatiques pour des centaines de milliers de familles, et auront des conséquences lointaines pour les populations affectées. Des catastrophes similaires peuvent se produire dans l'espace euro-méditerranéen, et appellent à de sérieuses réflexions sur l'amélioration d'une part de la réponse sociétale à tout événement pouvant entraîner des pertes importantes de toute nature et des dysfonctionnements graves et

durables au sein d'une ville, d'une région, voire de la nation, et d'autre part des comportements individuels et collectifs vis-à-vis des risques.

Des **enjeux en termes de culture et d'image** peuvent ainsi être identifiés pour les régions soumises aux catastrophes naturelles, où il s'agit de développer un rôle actif plutôt qu'un rôle passif par l'appropriation locale et une adaptation aux risques dans les aménagements et les pratiques territoriales.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

L'observation massive de notre environnement aura des impacts considérables dans la gestion de nos **ressources naturelles** soit directes, soit lors de stockages avant utilisation.

Une maîtrise, voire une réduction des risques naturels contribuera à une réduction des **pollutions** qui peuvent être associées à des catastrophes naturelles (pollutions des eaux par exemple).

- **Risques naturels et risques industriels**

La réduction des risques naturels devrait également comprendre le *secteur industriel à risque* en termes d'installations, de fonctionnement et de pollution post-événement.

Enjeux juridiques

Bien que quasiment totalement absents des réponses au premier appel à projets, plusieurs enjeux juridiques peuvent être associés aux risques naturels considérés :

- sur la coordination des moyens juridiques,
- sur le choix des instruments juridiques appropriés,
- sur l'information et la participation du public et de la société civile,
- sur les limites de l'assurabilité des risques,
- sur la coopération internationale.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifiques et technique

Les causes de ces catastrophes "naturelles" et de leurs impacts grandissant malgré tous les efforts déployés, sont à rechercher non seulement dans leurs processus physiques, mais aussi dans l'incapacité de nos sociétés à y faire face. Les champs de recherches associés à ces risques naturels sont donc très variés, et requièrent aussi bien des travaux éminemment pluridisciplinaires que de fortes compétences dans des domaines très pointus ; le paysage de ces recherches est actuellement très émietté et très peu intégré, malgré des initiatives ici ou là pour tenter de remédier partiellement à cet éclatement.

De nombreux acteurs sont convaincus que la réduction des risques viendra surtout d'une amélioration de la prévention à long terme; il faut aussi cependant savoir gérer la crise et la post-crise, notamment pour l'existant.

Axes et thèmes des recherches

La variété des aléas et des communautés concernées multiplie les grilles d'analyse possibles. Nous avons choisi de les présenter suivant deux types de critères :

- le premier suit le découpage disciplinaire classique, distinguant aléas, vulnérabilités et applications opérationnelles,
- le second est beaucoup plus transverse, de façon à être compréhensible par toutes les communautés concernées : il s'agit d'une présentation "chronologique", distinguant trois périodes différentes : séquence "avant la crise" (période normale), séquence "pendant la crise" et séquence "post-crise" (période de récupération).

Découpage disciplinaire

Une bonne gestion des risques suppose que les trois éléments "aléas, vulnérabilités, applications opérationnelles" soient pris en compte dans une démarche intégrée.

- **Les aléas** constituent le domaine généralement le plus étudié par les scientifiques. Cependant, pour chaque phénomène, de nombreuses questions restent encore ouvertes (l'objectif devant néanmoins toujours rester une meilleure estimation de l'aléa à court, moyen ou long terme pour une meilleure maîtrise des conséquences dommageables). On peut citer par exemple : l'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène, la mise en évidence de phénomènes précurseurs, le développement de systèmes de prévision, les rétroactions de l'homme sur les aléas, les risques combinés.

- **Les vulnérabilités.** L'accroissement des dommages dus aux risques naturels constaté depuis quelques décennies est, pour une part, dû à une recrudescence des phénomènes destructeurs, mais surtout à l'accroissement de la pression anthropique. L'analyse et le diagnostic des vulnérabilités sont aujourd'hui insuffisants et doivent être améliorés et élargis, notamment sur les aspects suivants : vulnérabilité physique des ouvrages, vulnérabilité des systèmes complexes (notamment approches économiques et sociales), vulnérabilité "organisationnelle", (exemple du domaine de l'eau), caractéristiques sociales et pratiques socio-spatiales susceptibles d'aggraver la vulnérabilité.

- **Les applications opérationnelles** impliquent de considérer de nombreux aspects techniques, réglementaires et juridiques, historiques, sociaux, économiques, environnementaux qui concourent à une "bonne" gestion des risques naturels. Certains travaux récents en milieu urbain ont abordé le problème en inversant la démarche usuelle et en analysant d'abord la vulnérabilité des fonctions urbaines essentielles, à partir d'une analyse globale du système urbain (approche systémique). Une telle démarche est certainement à développer et notamment dans la dimension économique.

Découpage chronologique : axes thématiques

Pour favoriser les échanges aux interfaces et les analyses transverses, il a été volontairement choisi de présenter les axes thématiques sous une forme "chronologique": séquence "avant la crise" (période normale), séquence "pendant la crise" et séquence "post-crise" (période de récupération). Cette présentation recoupe évidemment de façon transverse les problématiques scientifiques décrites plus haut.

Période normale ("avant la crise") :

L'objectif est la prévention à long terme ainsi que la préparation à la bonne gestion des crises : il s'agit de bien connaître le risque et de développer une culture du risque chez tous les acteurs, de l'expert au citoyen en passant par les services techniques et les échelons politiques compétents.

- Prévention et préparation à la crise / culture du risque
- Compréhension des mécanismes (aléas, vulnérabilités, prise de décision, ...)
- Précurseurs, systèmes et méthodes de mesure
- Estimation et réduction des vulnérabilités
- Structuration et valorisation des bases de données
- Modélisation (physique, économique, ...)
- Appréciation et gestion des incertitudes
- Représentation du risque
- Efficacité des dispositifs en place...

La **connaissance du risque** passe aussi bien par une identification des enjeux majeurs dans un territoire donné, que par une évaluation de l'aléa auquel il est soumis, et une estimation de ses vulnérabilités physique, sociale, économique et fonctionnelle.

Période de crise :

Une première série de questions concerne les procédures d'alerte, puisqu'il existe en général un certain laps de temps (très variable : parfois extrêmement court, quelques secondes à peine, parfois beaucoup plus long: quelques heures, jours, voire semaines) entre le début du phénomène naturel et son impact sur les éléments exposés. Les sujets de recherche sont ici nombreux et variés, et la liste ci-dessous, non limitative, est donnée à titre indicatif :

- systèmes instrumentaux permettant de détecter les événements, d'éventuels phénomènes précurseurs, etc. Algorithmes de reconnaissance automatique d'un état "anormal" et risques de fausses alertes.
- Gestion de l'alerte : systèmes organisationnels, aspects juridiques, économiques, sociologiques, politiques, ...
- Cas particulier des phénomènes à évolution progressive.

Une deuxième série concerne la réaction immédiate juste après l'impact du phénomène naturel sur le territoire et ses différentes composantes vulnérables. L'efficacité de cette réaction peut être considérablement améliorée si l'information fournie par les outils d'observation en temps quasi-réel est bien adaptée aux différents acteurs destinataires. Une gestion efficace nécessite aussi des acteurs bien informés et préparés, notamment sur le plan de la définition de leurs responsabilités.

Enfin, un troisième temps de la crise concerne l'identification rapide des dommages afin de prendre toutes les mesures nécessaires à la sécurité des personnes et des biens. Les méthodes techniques permettant d'établir de tels diagnostics de sécurité, l'organisation de ces inspections (formation des personnels, habilitation, etc.), comme les procédures administratives et juridiques qui les encadrent sont souvent soit inexistantes soit rudimentaires, et très hétérogènes d'un aléa à l'autre.

Période de récupération :

Cette dernière période s'étend de l'immédiat "après-crise" jusqu'au retour à une situation "normale"; elle comprend donc la phase de "récupération" (reconstruction, réhabilitation, réaménagement), celle du retour d'expérience "réfléchi" pour mieux adapter les procédures générales de prévention (période "normale") et améliorer la gestion de la prochaine crise.

Positionnement scientifique et technologique

Ce programme doit permettre de :

- renforcer et mieux structurer la recherche fondamentale et appliquée française dans le domaine des risques naturels,
- renforcer l'implication des sciences humaines et sociales dans tout le processus d'analyse et d'engagement d'actions spécifiques concernant la réponse sociétale à l'impact de catastrophes majeures, et ceci avec une double liaison avec la recherche en sciences de la terre et la société civile qui peut être directement touchée par les catastrophes (politiques et décideurs, « experts » locaux, population),
- combler le retard concernant la conception et la mise en oeuvre de systèmes d'information spatialisés dédiés aux risques naturels.

Type de recherche

Si le programme RiskNat est fondamentalement un programme de recherche scientifique et technologique qui entend se focaliser sur des actions de recherche et de développement (méthodologiques et technologiques), il importe aussi d'assurer le transfert des connaissances scientifiques pour en maximiser l'impact, avec des répercussions sur l'aménagement du territoire sans se substituer aux études d'appui aux politiques publiques dans le domaine des risques naturels (réseaux de surveillance permanente, cartes de zonages, diagnostics de vulnérabilité, etc.).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Au stade actuel, seule l'ANR finance ce programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Le financement est assuré par l'ANR. La recherche doit être ouverte et partenariale (mixte). Les partenariats avec des bureaux d'études, compagnies d'assurances, collectivités territoriales et établissements publics collecteurs et gestionnaires de données sont souhaités. Les différents opérateurs économiques (y compris PME notamment dans les secteurs plus technologiques) des différents secteurs concernés devraient également être des partenaires potentiels. Ce partenariat est indispensable pour parvenir à un impact réel sur la réduction des risques.

Positionnement international

Le programme se positionne en complément de l'action menée dans le 7ème PCRD « Environnement » dans sa thématique "Changements climatiques, pollution et risques". Il

rejoint certaines des priorités exprimées dans des programmes étrangers européens (Italie par exemple) et rentre dans la dynamique globale de l'interdisciplinarité avec la nécessité de développement d'une expertise française dans ce domaine pour répondre aux sollicitations internationales (Europe, ONU, ...). Le programme peut également contribuer à organiser la position française au sein d'un programme tel que "*Global Monitoring Environmental Services*" (GMES) dans ses thématiques "Gestion des risques et des catastrophes naturelles" et de "Nouvelles méthodes et technologies de mesure de l'environnement" en renforçant la problématique "sol" de ce programme. Il pourra aussi s'insérer dans le cadre d'un ERAnet sur les risques naturels qui pourrait être affiché par la Commission européenne en 2010.

Les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), ainsi que les nanotechnologies, constituent des secteurs pour lesquels la recherche a une forte valeur ajoutée et impactera directement les innovations de demain. Nous vivons de plus une période de transition marquée par des bouleversements considérables qu'il s'agisse des STIC (par exemple : explosion des systèmes embarqués, essor de l'Internet, dématérialisation de tout ce qui est information...) ou des nanotechnologies (émergence de produits « nano » sur le marché, croissance de la nanoélectronique et des MEMS, émergence de clusters géants en particulier en Asie, mais aussi questionnement « sociétal » sur le domaine).

Selon le rapport « Technologies Clés 2010 » de la Direction Générale des Entreprises, « les STIC contribuent directement à hauteur de 5 % à 6 % du PIB des grands pays européens (8 % aux États-Unis) et, indirectement, à 40 % de la croissance de la productivité en Europe. Les STIC ont donc un rôle important à jouer en ce qui concerne la modernisation et la croissance économique des pays développés et de nombreux pays en émergence ».

Les enjeux sont la compétitivité de l'industrie nationale et européenne, mais également le développement des biens immatériels tels que la formation, la santé, le développement durable, l'accès à la culture. Ils concernent également le développement d'un monde numérique sûr inspirant la confiance des usagers.

En terme d'organisation de la recherche et développement, les STIC et les nanotechnologies présentent des caractéristiques communes que l'ANR prend en compte dans sa programmation :

- **La nécessité d'actions pluridisciplinaires.** Par exemple, les objets étudiés résultent de la convergence de diverses disciplines ou de l'intégration de technologies multiples. De même, dans de nombreux cas, recherche, innovation et sciences « molles » comme réflexion sur les usages et les modèles économiques sont intimement liés dans un processus de conception itératif.
- Il s'agit **de sciences et technologies « diffusantes »** qui prennent toute leur valeur lorsqu'elles sont appliquées à un autre domaine tel que commerce, santé, production, transport, matériaux intelligents.
- **La recherche fondamentale côtoie les applications.** Il reste dans tous ces domaines des sujets de recherche fondamentale fascinants. Pourtant, la distance entre recherche amont et produit industriel peut être courte.

Eléments de contexte

Fin 2007, la programmation « STIC » consistait en neuf programmes²¹.

- Cinq dans la prolongation de programmes existant à la création du GIP ANR, en 2005. Il s'agit des appels RNRT, RNTL, RIAM²² et deux des ACI²³ sur la sécurité des systèmes d'information et les masses de données.
- Deux ont été initiés en 2005. Le premier est le programme sur le calcul intensif et les grilles de calcul qui visait à contribuer à rattraper le retard national dans le domaine. Le second est l'appel PNANO qui provenait de la fusion du programme national sur les Nanosciences²⁴ et des actions de financement du réseau RMNT²⁵. En 2006, il a été complété d'un volet européen avec l'ERAnet Nanosciera.
- Deux ont été lancés en 2006 pour traiter de thématiques non couvertes. Il s'agit de « Architectures du futur » et « Systèmes Interactifs et Robotique ».

Il faut également mentionner la reprise par l'ANR de l'action de remise à niveau des sept principales centrales de nanotechnologies françaises, qui avait été initiée par le ministère en charge de la recherche en 2003.

Entre 2005 et 2007, l'ANR a soutenu 635 projets pour un montant d'aide de 435 M€ attribué à plus de 2850 partenaires. La partie partenariale est importante puisque plus de 820 entreprises sont concernées pour un montant de 116 M€ (dont 50 % à des PME).

Programmation 2008 et au-delà

Assez tôt dans la vie de l'Agence, il est apparu qu'il serait nécessaire de faire évoluer la programmation STIC qui datait de la fin des années 1990, d'une part, compte tenu de l'évolution des techniques qui rendait partiellement obsolète l'ancien découpage et d'autre part, pour reconsidérer la séparation « amont »-« aval » des appels à projets et la présence de « petits appels²⁶ » qui résultaient de l'historique. La préparation de cette nouvelle programmation STIC a été menée par le comité sectoriel en 2007 et a fait l'objet d'un rapport qui est disponible sur le site Internet de l'Agence²⁷. Une conclusion particulièrement importante du comité sectoriel est les deux buts auxquels devrait contribuer la programmation de l'agence :

1. Maintenir et améliorer notre compétitivité, en maîtrisant les techniques, les méthodes et instruments numériques qui facilitent, accélèrent, réduisent les coûts de la

²¹ En toute rigueur, il faudrait ajouter le programme « matériaux et procédés » qui a été à la charge du département jusqu'en 2006. Par soucis de clarté, ces appels sont présentés au chapitre « ingénierie et procédés ».

²² Respectivement Réseau National de Recherche en Télécommunications, Réseau National de recherche et d'innovation en Technologies Logicielles, réseau pour la Recherche et l'Innovation en Audiovisuel et Multimédia.

²³ Actions Concertées Incitatives

²⁴ Programme mené par le ministère en charge de la Recherche, le CEA, le CNRS et la DGA.

²⁵ Réseau Micro-Nano-Technologie

²⁶ En 2007, quatre appels à projets concernaient des enveloppes inférieures à 8 M€.

²⁷ http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/uploaded/2007/ANR_STIC_2008_2010.pdf

découverte, de la création, de la conception. Entre dans le périmètre une réflexion « amont » centrée sur l'utilisateur, en termes d'usages et modes de consommation. Des secteurs qui illustrent particulièrement cette préoccupation sont : la création d'un contenu audio-visuel, la conception d'une automobile ou d'un avion, la conception d'un système numérique.

2. Devenir une référence mondiale en matière de nouveaux concepts scientifiques ou d'usages.

Le découpage proposé par le comité sectoriel a été mis en pratique en 2008 et on peut considérer qu'il a été efficace. Pour mémoire, il s'agissait de 5 (+1) programmes :

- Systèmes embarqués et grandes infrastructures
- Contenu et interaction
- Réseaux du futur et services
- Conception et simulation numérique
- Domaines émergents

auxquels on a adjoint un appel transverse de l'Agence que l'on peut situer en amont de « Conception et simulation numérique » :

- Systèmes complexes et modélisation mathématique

On note en particulier que la thématique « sécurité » qui avait été répartie entre les appels a été bien couverte au moins en termes de projets soumis (8 % dans « domaines émergents », 22 % dans « Systèmes embarqués et grandes infrastructures », 17 % dans « Réseaux du futur et services » et 8 % dans Contenus et Interaction). Nous proposons de reconduire ce découpage moyennant quelques ajustements²⁸ mineurs.

Pour les nanosciences/nanotechnologies la situation était différente. Il s'agit d'un domaine plus récent qui n'a réellement émergé au niveau d'une programmation nationale qu'à la fin des années 1990. On pourrait décrire ce domaine comme une représentation des sciences (physique, chimie, biologie) fédérées autour d'une échelle de longueur qu'est le nanomètre. Le but de cette représentation est de permettre la mise en commun de concepts, de problèmes et de méthodologies mais aussi de mettre en perspective recherche et application. Cette construction a connu un vif succès à l'échelle mondiale car elle a été adoptée par tous les états qui investissent massivement dans ce domaine.

Le regroupement des appels concernés (amonts et applicatifs) en un programme de taille conséquente (PNANO) avait été effectué dès le début de l'Agence. La principale question était l'attractivité de cet appel pour les entreprises²⁹. Même si on peut considérer que le bilan des trois premières années de PNANO est tout à fait honorable (15-20 brevets/an, 25-30 projets partenariaux³⁰ par an), on a assisté à une érosion de la présence des entreprises en

²⁸ Il s'agit essentiellement de clarifications de périmètres. A noter une demande explicite du conseil de prospective de l'ANR sur l'interface STIC-vivant prise en compte dans le programme DEFIS.

²⁹ Des travaux menés dans le cadre du réseau Européen Prime, en particulier par le laboratoire LATTs, permettent d'estimer à un millier le nombre d'entreprises potentiellement actives dans le domaine.

³⁰ Il est intéressant de noter que les nanotechnologies sont un domaine qui reste émergent. Les projets diffèrent des projets « STIC » par le fait qu'ils sont souvent plus « amont » que les consortiums

2007. Le cap a été redressé en 2008, en combinant une amélioration de l'appel à projets avec une communication plus ciblée vers les entreprises. Pour 2009, il est proposé de maintenir ce cap, tout en affinant la finalité de ce programme et en le positionnant mieux par rapport aux autres appels de l'Agence. Des enjeux importants soulignés par le comité sectoriel sont :

1. L'essor du secteur de la nanoélectronique avec la poursuite de la miniaturisation en dessous de 32 nanomètres.
2. L'élargissement de la gamme des produits visés car on passe de systèmes principalement à base de transistors à des objets beaucoup plus diversifiés (capteurs, actionneurs, intelligence embarquée).
3. L'importance d'un programme d'accompagnement pour explorer les impacts juridiques, économiques, sociologiques des nanotechnologies, mais aussi pour réfléchir aux dynamiques d'organisations associées.

contiennent moins de partenaires industriels (1,6 en moyenne pour la recherche industrielle contre 2,5 en STIC).

Programme :

Domaines Emergents (DEFIS)

Mots-clés : Langages, algorithmes, composants pour les architectures du futur ; Du signal à l'information, des données à la connaissance ; Interface vivant – STIC ; Neurosciences.

Résumé :

Le but de ce programme est de susciter des projets sur un petit nombre de thèmes ciblés dans le domaine des STIC pour :

- Faire progresser les connaissances en explorant de nouvelles pistes en rupture qui intéresseront l'industrie dans le futur pour développer de nouveaux paradigmes de calcul et anticiper les fortes évolutions technologiques prévisibles.
- Rassembler des masses critiques de chercheurs autour de thèmes bien identifiés et de structurer ainsi la communauté française pour lui permettre d'être plus réactive aux futurs appels d'offre internationaux.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2011
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Poursuite du programme 2008. Il n'existait pas de programme similaire avant 2008. Les thématiques avaient été abordées partiellement dans les appels à projets « Masses de données et connaissance », « Sécurité et Sûreté Informatique », et « Architectures du futur » des années précédentes. Des thèmes évoqués dans DEFIS pouvaient aussi être soumis au blanc, mais ici la volonté est de rassembler une masse critique sur quelques sujets à fort enjeu.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	50	13*	11	En cours	En cours	En cours

*état de la sélection au 27/10/08

Excellente réponse des communautés concernées pour une première année. Les soumissions sont majoritairement en recherche fondamentale avec quelques participations d'entreprises (environ 20 %). On note une assez bonne répartition entre les deux axes thématiques de l'appel à projets³¹.

³¹ « Algorithmes, langages, architectures » et « du signal à l'information, des données aux connaissances ».

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

On prévoit de fortes évolutions technologiques qui auront un impact sur la puissance de calcul des machines, la gestion de l'information, le changement d'échelle des systèmes d'information, les interconnexions, les besoins de fiabilité des systèmes. Ces évolutions auront potentiellement un fort impact sur la société en permettant des applications nouvelles, par exemple dans les secteurs des transports, de l'habitat, des loisirs et de la santé. Il s'agit de donner les moyens à la communauté de recherche académique et aux industriels de préparer les ruptures et les mutations attendues, qui remettent en cause les concepts les plus fondamentaux du domaine des STIC. Les enjeux associés sont :

- D'ordre scientifique : il s'agit de faire progresser les connaissances dans ces domaines.
- D'ordre économique : création de nouveaux secteurs et de nouvelles entreprises.
- De souveraineté : conservation de la maîtrise de composants ou de l'accès à l'information.

Résultats attendus :

Ce programme vise :

- A faire progresser les connaissances en explorant de nouvelles pistes en rupture, qui intéresseront l'industrie dans le futur pour développer de nouveaux paradigmes de calcul et anticiper les fortes évolutions technologiques prévisibles. Le domaine qui sera privilégié cette année est l'interface entre les systèmes d'information et le vivant, sujet porteur de progrès aussi bien pour la conception de nouveaux paradigmes pour les systèmes d'informations que pour la compréhension du vivant.
- A rassembler des masses critiques de chercheurs autour de thèmes bien identifiés et de structurer ainsi la communauté française pour lui permettre d'être plus préparée à innover dans certains domaines à fort enjeu.

Impact espéré :

Repositionnement de la recherche nationale au premier rang mondial sur les technologies de rupture en STIC. Création de communautés de recherche sur des thèmes prioritaires correspondant aux nouveaux défis des sciences de l'information et de la communication.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

Il s'agit de mener une recherche d'excellence afin d'attirer et de former les meilleurs chercheurs sur ces domaines et, à terme, de contribuer au leadership industriel.

Les retombées économiques de ce programme sont à long terme, et passeront par la mise en œuvre de ses résultats dans des programmes partenariaux. Ce programme est toutefois hautement stratégique puisque qu'il s'agit de se préparer à répondre aux grands défis à dix ans posés par l'évolution probable des STIC : architectures massivement parallèles, fin de la loi de Moore, pervasivité des communications et des traitements, évolutions des usages, passage des systèmes à de très grandes échelles, utilisation des STIC dans le domaine médical, systèmes bio inspirés.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Il s'agit aussi de se donner tous les atouts nécessaires (en termes de savoir faire mais aussi de compétences sur le marché du travail) pour prendre en compte les évolutions technologiques attendues.

Le repositionnement de la recherche nationale au tout premier rang des technologies de rupture dans le domaine des STIC lui donnera une grande visibilité internationale, attirera les meilleurs jeunes chercheurs étrangers, et devrait aboutir à ce que la communauté nationale remporte des prix scientifiques internationaux.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

L'utilisation des technologies de l'information dans le domaine médical reste un sujet à fort potentiel qu'il s'agisse de recherche en biologie, thérapeutique ou d'assistance à des personnes. Ainsi, les travaux visant à la lecture du fonctionnement du cerveau ou des organes sensoriels sous le prisme des systèmes d'information peuvent avoir des retombées positives dans le diagnostic ou le traitement d'affections invalidantes.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Il y a des enjeux de souveraineté nationale ou européenne évidents : la maîtrise de la production de l'information et de la capacité à y accéder sont devenus de plus en plus stratégiques.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Par rapport à l'appel à projets 2008, il y aura une focalisation plus grande autour de deux grands sujets : tout d'abord les nouvelles architectures qui font partie de l'axe 1 et d'autre part, l'interface « vivant-STIC » décliné dans les axes thématique 2 et 3 (en gros « les STIC pour le vivant » et « les STIC inspirées du vivant »).

AXE 1 : ARCHITECTURES, LANGAGES, ALGORITHMES

- Nouvelles architectures de composants et systèmes, rupture architecturale correspondant à de nouveaux paradigmes de calcul et de modèles de programmation.

- Algorithmique et langages pour ces nouvelles architectures : algorithmique probabiliste, algorithmique quantique, tolérance aux défaillances, calcul décentralisé, ressources finies, algorithmique adaptative et évolutionnaire,...

AXE 2 : DU SIGNAL A L'INFORMATION, DES DONNEES A LA CONNAISSANCE

En 2009 ce thème sera focalisé sur les signaux et données issues du vivant :

- Du signal à l'information : plus que l'approche linéaire capteur-signal-donnée, on privilégiera les systèmes variés couplant le monde réel et le monde numérique.
- Des données à la connaissance : les données peuvent avoir des caractéristiques variées : réparties, incertaines, dynamiques, hybrides, multi échelle, confidentielles, persistantes, Il s'agit de maîtriser leur volume et leur hétérogénéité, savoir les indexer et en extraire des nouvelles connaissances.

AXE 3 : LE MONDE DU VIVANT ET LE MONDE NUMERIQUE

Les mécanismes de fonctionnement des systèmes numériques et vivants sont fondamentalement différents (vitesse, connectivité, codage de l'information, non stationnarité,...). S'en inspirer et les interconnecter amène à définir des concepts nouveaux pour imaginer des systèmes biomimétiques, des interfaces électronique-vivant et des neuroprothèses.

En fonction des thèmes choisis un certain nombre de liens apparaissent :

- Les mathématiques, qui interviennent à divers niveaux : logique (langages), probabilité et statistiques, arithmétique (par exemple dans tous les domaines nécessitant de la cryptologie, ainsi que dans les nouvelles architectures), systèmes dynamiques (apparaissent pour modéliser les automates cellulaires, les liens discrets-continus, etc.).
- La biologie et les neurosciences : l'interface vivant-électronique, la modélisation du vivant, la conception de systèmes inspirés par le vivant, sont des enjeux majeurs.
- Les sciences humaines et sociales : sur des aspects liés à la complexité, à la cognition et bien sûr aux usages.
- Le lien avec le programme PNANO. Les nouveaux composants imaginés en remplacement ou en complément du transistor ne seront réellement utilisés que si de nouvelles architectures matérielles sont définies sur lesquelles il sera possible de porter des applications. Ce point est un véritable verrou qui peut empêcher la diffusion des nanotechnologies dans les systèmes de traitement de l'information.

Il est à noter que ces thèmes sont proches de ceux développés dans l'ARP PIRSTEC sur les sciences et technologies de la cognition qui a été lancé par une collaboration de trois des départements de l'agence (Biologie/santé – STIC – SHS).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il s'agit de donner les moyens à la communauté de recherche académique et industrielle de préparer les ruptures et mutations prévisibles à moyen terme et ceci aussi bien en termes de compétences que de structuration. Pour les deux derniers axes thématiques, un enjeu particulier est la fédération d'équipes différentes de disciplines différentes (STIC, nanotechnologies, biologie, neurologie, imagerie sciences humaines..) réunies autour de buts communs.

- **Type de recherche**

- Principalement, projets de recherche fondamentale (présence d'entreprises possible), quelques projets de recherche industrielle (collaboration académique-entreprise).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Projets collaboratifs dont un certain nombre assez gros fédérant des équipes d'origines très différentes à l'image de ce qui a été fait dans certaines grosses plates-formes STIC. Projets partenariaux (organismes-industrie) possibles.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le programme est proche du thème « FET (Future & Emerging Technologies) » du programme ICT du 7^{ème} PCRD, notamment dans ses actions proactives : 8.1 « Dispositifs et systèmes TIC à l'échelle nanométrique », 8.2 « Adaptation omniprésente », 8.3 « Convergence bio-TIC », et 8.4 « Sciences des systèmes complexes pour les TIC socialement intelligentes ». On trouve également certains thèmes dans les défis du programme ICT : notamment défi 2 : « Systèmes cognitifs, interaction et robotique » ; défi 3 : « Composants, systèmes, ingénierie » (« More than Moore », « Systèmes de Calcul », etc).

Diverses initiatives dans le monde ont des points communs avec celle-ci. On peut notamment citer « Blue Brain » en Suisse (<http://bluebrain.epfl.ch/>).

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Des ouvertures internationales sont tout à fait envisageables, notamment :

- avec la NSF sur la plupart des thèmes ;
- avec le NWO néerlandais sur le programme « invisible computer » ;
- avec le EPSRC britannique sur le programme « New and Emerging Computer Paradigms » et dans le cadre des Grands Challenges.

Programme :

Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures (ARPEGE)

Mots-clés : Architectures intégrées, matériels et logiciels associés ; Robotique ; Systèmes de grande taille, systèmes distribués et outils associés ; Contrôle, commande, mesure et outils associés ; Méthodes et outils logiciels de spécification, modélisation, validation et optimisation ; Sûreté, sécurité et outils associés ; Technologies pour de nouveaux services.

Résumé :

Le programme soutient des projets visant à développer des briques technologiques spécifiques en ciblant les domaines pour lesquels il faut maintenir/développer une forte capacité d'innovation, un leadership : systèmes embarqués, systèmes de grande taille, chaînes de mesure, génie logiciel, sûreté, systèmes d'information, web, etc.

- Il vise à positionner la R&D nationale en pointe dans la compétition internationale sur ces domaines à fort enjeu à moyen terme. Il cherche à conforter et développer des compétences nationales sur ces sujets à enjeux de souveraineté. Il soutient la création d'une industrie nouvelle du logiciel embarqué.

- Il a pour but de prendre des positions technologiques fortes au démarrage des grandes tendances qui renouvellent la problématique du traitement d'information.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2011**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Poursuite du programme 2008. Les programmes 2007 Technologies Logicielles, Calcul Intensif et Simulation, Masses de Données et Connaissances, Architectures du futur, Sécurité et Sûreté Informatique, ont fourni des éléments constitutifs pour ce programme.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	77	21	32	en cours	en cours	en cours

Bonne réponse pour une première année, soumissions majoritairement (à 85 %) partenariales entreprises - organismes, 62 % en recherche industrielle et en développement expérimental, 38 % en recherche fondamentale. Bonne répartition entre les domaines, avec une présence forte de projets dans les thèmes des systèmes embarqués et de la sécurité.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Accompagner la recherche publique et privée dans les évolutions suivantes :

- Diffusion croissante de systèmes de traitement numérique dans les objets de l'environnement des individus ou des machines ; amélioration significative du compromis consommation en énergie versus performance de calcul pour les objets nomades ; étude système de nouvelles interfaces homme-machine ; prise en compte du sens dans les techniques de communication et de mémorisation, gain en productivité des méthodologies de conception des systèmes mixtes (matériel et logiciel).
- Développement de très grandes Infrastructures centralisées et/ou distribuées de calcul intensif ou de traitement des connaissances, informations, données.
- Anticiper les changements de business models : software as a service, open source, repositionnement d'industriels en aval de la chaîne de valeur ; évolution des usages (web 2.0 par exemple).

Résultats attendus :

Ce programme vise à :

- Positionner la R&D nationale en pointe dans la compétition internationale sur des domaines à fort enjeu à moyen terme.
- Conforter et développer des compétences nationales sur ces sujets à enjeux de souveraineté.
- Soutenir fortement les PME, génératrices d'emploi.
- Soutenir la création d'une industrie nouvelle du logiciel embarqué.
- Prendre des positions technologiques fortes au démarrage des grandes tendances décrites ci-dessus, qui renouvellent la problématique du traitement d'information.
- Diffuser ces technologies dans des nouveaux secteurs avec de nouveaux usages.

Impact espéré :

- Positionnement de la recherche nationale au premier rang mondial sur les technologies des systèmes embarqués et des architectures distribuées à grande échelle.
- Amélioration de la compétitivité des industries des composants, du logiciel et des services.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Les retombées économiques de ce programme sont la compétitivité des industries des composants, du logiciel et des services. Ces secteurs recouvrent des enjeux économiques majeurs, compte tenu de la taille des marchés concernés. Ainsi, si le marché mondial des TIC était de plus de 2500 Milliards d'€ en 2005, 30 % de ce montant correspond à des domaines couverts par ARPEGE.

Dans ce contexte, la part des systèmes à petite échelle (systèmes embarqués) est en très forte croissance, illustrée par la création de la première JTI européenne, ARTEMIS. A l'autre bout du spectre, le développement des très grandes infrastructures distribuées, dont les principaux acteurs mondiaux sont Google, Microsoft, Amazon, SAP, ... engendre une nouvelle chaîne de valeur dont les perspectives économiques sont immenses

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

Dans les secteurs économiques concernés par ce programme (aussi bien l'industrie des TIC que les grands secteurs utilisateurs), la maîtrise des « core technologies » est la clé de la compétitivité des entreprises.

Le logiciel libre et les formats de documents ouverts seront soutenus dans ce programme afin de prendre position sur des domaines dominés par des environnements propriétaires.

Par ailleurs, il est essentiel de faire participer les chercheurs et industriels du domaine aux initiatives internationales de normalisation (ISO mais aussi W3C pour le web, OMG pour les composants distribués, OASIS pour les systèmes d'information, etc.).

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Les technologies visées sont diffusantes et engendrent des emplois aussi bien dans le secteur des STIC que dans les grands secteurs utilisateurs. Une analyse effectuée pour le Syntec du seul domaine des systèmes embarqués prévoit une croissance de 31 000 emplois de 2007 à 2012 (16 500 du côté des fournisseurs de technologies et 14 500 du côté des clients).

- **Enjeux en termes de bien-être social**

- Contributions aux défis sociétaux en santé, environnement et développement durable, démographie/vieillesse, éducation, formation, transport et mobilité.
- Etudes des usages.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme concerne le cœur des enjeux de sécurité et sûreté des composants, des systèmes, et des systèmes de systèmes. Un fort accent sera mis sur ces sujets.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

L'intelligence embarquée dans les objets permettra d'en optimiser la consommation d'énergie et les pollutions associées.

- **Risques naturels et risques industriels**

De même, le programme contribue à la minimisation des risques industriels grâce aux systèmes de contrôle commande qui constituent un de ses axes principaux.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

AXE 1 : « ARCHITECTURES INTEGREES, MATERIELS ET LOGICIELS ASSOCIES »

La construction de systèmes embarqués pose de nombreux défis : architectures, programmation, plates-formes, gestion d'énergie, satisfaction des exigences de sûreté, de déterminisme, de sécurité ; autodiagnostic, gestion des modes dégradés, mécanismes de reconfiguration ; méthodes et outils de conception, standardisation et technologies d'assemblages, évolution vers le web embarqué.

AXE 2 : « ROBOTIQUE »

Cet axe thématique intègre la partie « systèmes robotisés » du programme ARPEGE 2008 avec deux thématiques proches du programme CONTINT 2008 : « conception de dispositifs et structures robotiques innovants » et « contrôle de systèmes robotiques complexes ». Les projets porteront sur les modèles et architectures matérielles et logicielles pour la commande des systèmes sensori-moteurs, sur la préhension et la manipulation, la sûreté de fonctionnement, les intergiciels, la standardisation.

AXE 3 : « SYSTEMES DE GRANDE TAILLE, DISTRIBUES ET OUTILS ASSOCIES »

Cet axe thématique recouvre en particulier les problématiques suivantes : architectures matérielles et logicielles pour le calcul intensif, pour la gestion de masses de données, pour le support de nouveaux systèmes d'information, et pour assurer les services web à grande échelle ; infrastructures logicielles pour les grands systèmes d'information publics et privés et le web.

Cette partie est complémentaire au programme « CONTINT » : elle porte sur les infrastructures, méthodes et outils facilitant les recherches et applications centrées sur le contenu qui font l'objet de CONTINT.

AXE 4 : « CONTROLE, COMMANDE, MESURE ET OUTILS ASSOCIES »

Il s'agit de couvrir l'ensemble des thèmes liés au contrôle / commande de systèmes en réseau et/ou embarqués, allant de la modélisation du système à la simulation et/ou la validation expérimentale, en passant par l'observation, l'identification ou la reconstruction des états ou des paramètres et la prise en compte de contraintes physiques, environnementales et économiques.

AXE 5 : « METHODES ET OUTILS LOGICIELS DE SPECIFICATION, MODELISATION, VALIDATION ET OPTIMISATION »

Le thème général est l'ingénierie des logiciels et des systèmes pour la maîtrise de la spécification, de la conception, du développement et de la validation des systèmes complexes depuis les systèmes embarqués jusqu'aux grands systèmes. Cet axe thématique recouvre en particulier les thèmes suivants : ingénierie des exigences, ingénierie des modèles, maîtrise de l'hétérogénéité, ingénierie collaborative, validation, vérification et test. Cet axe thématique est en forte synergie avec l'axe thématique 6 de par la nécessité d'intégrer les contraintes de sécurité et sûreté à tous les niveaux de spécification et de conception des systèmes.

AXE 6 : « SURETE, SECURITE ET OUTILS ASSOCIES»

Le thème général est l'étude des briques fondamentales de sûreté et de sécurité nécessaires à la prise en compte de cette composante dans les systèmes : architectures de sécurité des composants, des ordinateurs et des systèmes ; systèmes d'exploitation ; protocoles, intergiciels, formats de données ; supervision, auto-test, auto-diagnostic, auto-reconfiguration ; méthodes et outils de conception, de validation et de certification de systèmes à haut niveau de sécurité et de sûreté ; ergonomie de la sécurité, aspects juridiques, éthiques.

Par ailleurs cet axe thématique fera l'objet d'un appel à projets spécifiques de type «défis», comme en 2008.

AXE 7 : « TECHNOLOGIES POUR DE NOUVEAUX SERVICES »

Cet axe thématique vise à intégrer les technologies développées dans les six autres axes thématiques autour de plates-formes applicatives dédiées à de nouveaux services et selon de nouveaux business models (Software as a Service, open source). Il complète le programme « Réseaux du Futur et Services (VERSO) » qui comporte un axe thématique visant à la conception de nouveaux services.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il faut une R&D attractive pour les industriels et pour garder nos meilleurs chercheurs ; les enjeux de souveraineté sont essentiels.

Dans tous les thèmes décrits ci-dessus, il existe de nombreuses problématiques scientifiques qui nécessitent souvent un fort lien recherche industrie.

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets de collaboration recherche-industrie. On vise à ce qu'il soit centré sur de la recherche industrielle (la moitié des projets) avec une ouverture sur des projets amont sur quelques thématiques ciblées reconnues comme cruciales pour le futur et sur des projets de développement expérimental notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

- Nature des projets : Plates-formes, projets partenariaux et académiques, ateliers de réflexion prospective.

- Types de projets : recherche fondamentale, recherche industrielle, développement expérimental, émergence.
- Obligatoirement collaboratifs.
- Défis possibles.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte avec une importante part de recherche partenariale. Encourager les participations de PME et TPE. Encourager les projets tripodes (recherche, développement technologique, grand utilisateur).

Les pôles de compétitivité sont des acteurs forts dans ce domaine mais des idées innovantes peuvent venir de l'extérieur.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Les thèmes du programme sont très présents dans le programme ICT du 7^{ème} PCRD, ainsi que dans les programmes EUREKA et ITEA et dans les grandes plates-formes technologiques dont en particulier la JTI ARTEMIS. Le soutien donné par ce programme aux acteurs français facilitera leur positionnement dans les appels européens.

Il est également complémentaire au projet PRACE qui vise à mettre en œuvre des nouvelles plates-formes de calcul intensif en Europe y compris sur le territoire national.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Des ouvertures internationales sont tout à fait envisageables.

Programme :

VERSO : Réseaux du futur et Services

Mots-clés : Internet du futur, réseaux, architecture, protocole, composition de services, composants optiques, composants optoélectroniques pour télécommunications par fibre optique, composants hyperfréquences, traitement de signal, mobilité, SOC, logiciel pour communication, intelligence ambiante, internet des objets, réseaux distribués, auto organisation, ad hoc, sécurité, sûreté, biométrie, diffusion de contenus multimédia, inter-opérabilité, identité numérique, authentification, dispositifs cryptographiques.

Résumé :

Ce programme recouvre toutes les recherches visant à produire les infrastructures de réseaux et de services omniprésents, convergents et inter-opérants pour la mise en œuvre d'applications de communication humaine, d'information, de distribution de contenu multimédia, de calcul, de communication machine à machine, d'objets communicants ainsi que leur interaction et coopération. Il intègre les aspects matériels (composants), architecture, logiciels du réseau, des recherches plus spécifiquement liées aux usages et au déploiement de services (technique et conception du service étant intimement liées), et des recherches liées à la sécurité ainsi qu'aux questions de régulation.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2011
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme national / ouvert en partie à la coopération bilatérale avec le Brésil
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme regroupe des sujets répartis précédemment sur les appels à projets « télécommunications » et dans une moindre mesure « sécurité » et « audiovisuel et multimédia » (en particulier pour les nouveaux modes de distribution de contenu). Ce programme s'ouvre plus vers l'amont et la recherche fondamentale, et par ailleurs vers les technologies pour la création de nouveaux services. De 2005 à 2007, sur les trois premiers appels d'offre de l'ANR, ces sujets ont représenté environ 280 projets soumis dont 85 % étaient partenariaux.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	63	17*	28	en cours	en cours	en cours

*état de la sélection au 27/10/08

On note en 2008, une participation satisfaisante dans l'appel à projets avec 80 % de projets centrés sur la recherche industrielle et le développement expérimental et 20 % sur la

recherche fondamentale. Le thème « Systèmes de communications pour les échanges massifs en situation fixe ou mobile » à lui seul concerne 44 % des projets.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Il s'agit de :

- Positionner la recherche en France en avance sur la compétition internationale pour l'évolution des réseaux et des services à long terme. Les objectifs sont en particulier de développer des compétences sur des sujets émergents dont on pense qu'ils seront cruciaux pour le secteur des communications, d'anticiper, de provoquer et d'accompagner des ruptures scientifiques et techniques fondamentales.
- Inciter le travail collaboratif académiques-industriels et favoriser le transfert de connaissances et de compétences des laboratoires publics vers l'industrie et en particulier vers les PME afin de créer de la valeur.
- Soutenir la diffusion des technologies de l'information dans des nouveaux secteurs en proposant de nouveaux services et usages.

Résultats attendus :

- Des échanges renforcés et plus efficaces entre le monde de la recherche académique et celui de l'industrie.
- L'existence de plates-formes de recherche ouvertes permettant de mutualiser les efforts et/ou les moyens de manière pérenne.
- Des retours en termes d'innovation pour les PME et l'apparition de nouveaux acteurs en particulier dans le domaine des technologies de l'information.
- La diminution du coût de développement de nouveaux services.
- L'anticipation des ruptures technologiques ayant potentiellement un impact sociétal sur l'organisation et les relations entre les citoyens.
- L'affirmation et le développement du leadership national sur les domaines des technologies de l'information.

Impact espéré :

Avec les autres acteurs au niveau national (OSEO, FCE) et européen (PCRD7, EUREKA),

- Soutenir l'industrie des Télécommunications grâce à l'innovation technologique et en particulier un renforcement de la place des PME.
- Contribuer au développement et la compétitivité des entreprises nationales par l'utilisation des technologies de l'information dans leur domaine et sur de nouveaux usages.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Le défi que doivent relever les acteurs consiste à produire les infrastructures de réseaux et de services omniprésents, convergents et inter-opérants pour la prochaine génération d'applications de communication humaine, ou de machine à machine. Celles-ci jouent un rôle clé pour le développement de la compétitivité des entreprises, mais aussi le développement de nouveaux services. Dans le futur, le poids de ces infrastructures devrait s'accroître encore plus avec l'explosion de la distribution de contenu (multimédia, jeux, informations), la mise en réseau généralisée d'objets communicants (intelligence ambiante), le déploiement de services nomades.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

La partie dédiée à la création de nouveaux services de ce programme consiste surtout à développer des architectures et outils permettant de diminuer le temps et le coût de création de nouveaux services.

- **Enjeux d'emploi**

Les technologies visées sont diffusantes, et engendrent des emplois dans le secteur des STIC mais surtout dans les grands secteurs utilisateurs de ces technologies.

Enjeux sociaux

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Les réseaux et les services déployés grâce à leur présence ont d'ores et déjà d'énormes retombées en terme de bien-être social même si aujourd'hui nous ne pouvons encore en estimer l'étendue : santé et assistance à domicile, éducation et plus généralement accès à la culture, commerce, transport et environnement (déploiement « intelligent » de transport, services réduisant les déplacements, monitoring).

On peut en attendre par exemple dans le domaine de la médecine un accès plus uniforme aux soins où que l'on soit, notamment lorsqu'il s'agit des expertises médicales uniques localisées.

En parallèle de ces recherches à caractères avant tout technologiques, il est important de soutenir une réflexion sur les usages, la sécurité, l'impact sociétal (vie privée, confiance) de ce déploiement pour permettre un développement responsable des technologies de l'information.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les réseaux constituent des infrastructures critiques et de souveraineté nationale et européenne. Ils sont devenus cruciaux dans le domaine des transports, de l'énergie, de la sécurité. D'autre part, les services et réseaux de communications jouent un rôle clé dans le

fonctionnement des services d'information et dans l'accès aux contenus. Leur utilisation ne se généralisera correctement que si les utilisateurs peuvent le faire en toute sécurité et en toute confiance (vis-à-vis des risques de détournement de données, d'usurpation d'identité, de sécurité de fonctionnement, de liberté individuelle).

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

C'est l'existence des réseaux et des services déployés qui permet la distribution de contenus multimédia, l'accès à la connaissance, la communication entre les individus. D'autre part, de plus en plus, ceux-ci sont facteurs d'une évolution forte du lien social, posant également des problèmes de fiabilité/vérification de l'information.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Gestion de l'énergie :**

Un des objectifs de ce programme est de faciliter, généraliser et rendre sûrs les différents modes de communications, rendant possible le télétravail, les téléconférences, les services associés, la consultation médicale à distance, évitant ainsi des déplacements.

Dans ce contexte, on étudiera l'utilisation des TICs pour la gestion de trafic et l'optimisation de la consommation d'énergie dans les objets communicants, les réseaux et les procédés industriels (y compris les transports).

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Ce programme sera développé selon cinq axes :

AXE 1 : LES RESEAUX DU FUTUR

L'architecture des réseaux doit évoluer pour faire face à l'intégration d'entités multiples et hétérogènes (terminaux personnels, réseaux de capteurs, objets communicants, machines) et prendre en compte les fortes contraintes de passage à l'échelle, de temps réel, de gestion de l'énergie ou de performances. Cette évolution devra prendre en compte la gestion autonome et reconfigurable de réseaux complexes pour permettre une disponibilité et une qualité de service adaptée aux services tels que : applications collaboratives, traitement de modélisation et de simulation, distribution d'informations et interactivité (voix, texte, vidéo), e-learning, dans un environnement ubiquitaire (fixe et mobile).

AXE 2 : INFRASTRUCTURES ET INGENIERIE DES SERVICES

Il s'agit des recherches associées plus spécifiquement au déploiement de services innovants (nomades et ubiquitaires, enrichis, personnalisés ou personnalisables, distribution de contenu, interactivité). On s'intéressera, d'une part, au contexte d'utilisation de ces services avec les besoins d'auto-adaptation de l'offre au contexte de l'utilisateur et l'adaptation de cette offre par l'utilisateur acteur et contributeur et, d'autre part, aux verrous technologiques

induits par l'adaptation et la composition dynamique de ces services (contexte, localisation, appartenance sociale), la virtualisation pour une distribution et une disponibilité au plus grand nombre avec la prise en compte du contexte social et économique.

AXE 3 : SECURITE, CONFIANCE DANS LES COMMUNICATIONS

Ce domaine couvre tout d'abord les questions liées à la sécurité : authentification, biométrie, cryptographie, protection contre le piratage (droits), détection des intrusions, identification des flux, gouvernance de la sécurité et mesure de la confiance dans les réseaux de communication. Il couvre, d'autre part, la confiance dans les informations échangées et partagées étant donné le contexte utilisateur-fournisseur, la multiplicité des identités d'un même acteur en fonction du contexte social et la dualité du monde réel et virtuel.

AXE 4 : COMPOSANTS LOGICIELS ET MATERIELS POUR LES COMMUNICATIONS

L'évolution des réseaux pour la prise en compte des contraintes d'environnement et d'accessibilité à tous ne pourra se faire qu'avec d'importantes ruptures technologiques aussi bien au niveau des composants matériels qu'au niveau des outils logiciels. De nouvelles approches sont à investiguer pour non seulement l'amélioration des performances, la réduction des volumes et de la consommation (éco-design) mais aussi pour maîtriser la complexité et réduire les fonctions de transfert (couche physique, routage, proxy, régénération, ...).

AXE 5 : DIMENSION SOCIETALE ET NOUVEAUX USAGES

En s'appuyant sur les évolutions technologiques des autres axes, les enjeux sont d'adresser la création, le développement et l'étude de nouveaux usages dans les domaines tels que la santé, l'environnement, l'énergie, le transport, la vie sociale, le tourisme, le management du risque, le développement durable, etc.

Sont à couvrir, par exemple, les aspects éthiques, juridiques, droits internationaux, protection de la vie privée ou acceptabilité, ainsi que les nouveaux modèles économiques.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il reste à surmonter de nombreux verrous liés à l'évolutivité, la flexibilité, la fiabilité, la sécurité, l'interactivité, la connexion d'une multiplicité de terminaux et d'objets communicants, mais aussi liés au potentiel illimité de services et à la mise sur pied de modèles économiques nouveaux.

Il s'agit de préparer la génération de l'après IP pour les réseaux et services du futur, c'est-à-dire offrant à tout un chacun un environnement de communication ubiquitaire, nomade, sûr, de confiance, régulable, commandable, intelligent, et passant à grande échelle.

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets de collaboration recherche-industrie de trois types :

- Recherche industrielle.

- Recherche fondamentale : approche en rupture sur les thématiques ciblées de l'appel.
- Développement expérimental, notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

La répartition des projets sur cette typologie sera évaluée pour répondre aux objectifs du programme.

On pourrait envisager également d'identifier des objectifs très précis dans le but d'orienter la recherche dans certains domaines, par exemple sous la forme de défi (une compétition sur trois ans entre plusieurs consortia pour réaliser un objet innovant).

Positionnement par rapport au partenariat

Les projets associent souvent des équipes multidisciplinaires avec une forte interaction entre développement matériel, logiciel et usages.

- **Type de partenariat de recherche**

On vise de l'ordre de 80 % de projets en partenariat public – privé et 20 % de projets n'impliquant que des laboratoires pour les projets de type recherche fondamentale. L'objectif est d'amener les industriels à s'impliquer aussi dans les projets de recherche à plus long terme. On cherche à encourager les projets « tripodes », c'est-à-dire favorisant l'insertion de PME. Ces projets associent recherche, développement technologique et utilisateurs finaux.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

En Europe : Les thèmes du programme sont très proches du défi 1 « Infrastructures de réseaux et de services omniprésents et fiables » du programme ICT du 7^{ème} PCRD. On trouve également certains thèmes dans le défi 3 « Composants, systèmes, ingénierie » tels que Composants et sous-systèmes photoniques, ou bien micro et nano systèmes. Ces thématiques sont également abordées par le programme EUREKA CELTIC. Les objectifs de ce programme sont :

- d'améliorer le succès des partenaires français (en particulier celui des PME) et consolider leur positionnement dans le cadre dans les appels du FP7 ou EUREKA. Cela se fait en attirant de nouveaux acteurs à ce type de programmation par projet (en démarrant dans un cadre plus simple que fournit l'ANR) mais aussi en permettant aux acteurs nationaux d'accumuler des compétences et le nombre de réalisations qu'ils peuvent mettre à leur actif.
- de soutenir des actions qui n'ont pas nécessairement besoin d'un cadre européen, soit qu'elles soient complémentaires de projets européens en cours, soit que leur objet ne nécessite pas un déploiement européen.

- **Caractère international du programme**

Les coopérations européennes dans ce programme viseront à soutenir de nouveaux partenariats qui pourraient constituer un noyau solide dans le cadre de projets du FP7 ou de compléter, voire parfois appuyer l'action du FP7 dans certains domaines ou dans le cadre d'actions spécifiques.

Ce programme est ouvert aux partenariats avec le Brésil y compris pour le partenariat public-privé, mais dans ce cas avec au moins un industriel et un académique de chaque côté.

Programme :

Contenus et Interactions

Mots-clés : Création de contenus numériques, production, assemblage et mise à disposition de contenus, contenus et connaissances, traitement automatique des langues, indexation et navigation, interfaces homme - machine, perception, économie et usages.

Résumé :

L'évolution des systèmes d'information fait que l'on manipule désormais sous forme dématérialisée des contenus complexes et hétérogènes : images, vidéo, voix, musique. On cherche de plus en plus à rapprocher l'homme et la machine en ce qui concerne le traitement de ces contenus :

- Par le biais d'interfaces de plus en plus sophistiquées, qui font le lien entre le monde réel et le virtuel,
- En automatisant des tâches qui, autrefois, étaient le propre de l'homme, par exemple en passant du concept de données à celui de connaissances.

Cette évolution est porteuse d'enjeux scientifiques dont certains à long terme, mais affecte considérablement de nombreux secteurs d'activité tels que cinéma, jeu, robotique, traduction, gestion de connaissances.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2008 - 2011**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

C'est la deuxième édition de ce programme qui a été lancée en 2008 (ainsi que tous les autres programmes STIC actuels), suite à un important travail de préparation de la part du comité sectoriel STIC. La première édition s'étant déroulée avec succès, la même logique est poursuivie. De légers ajustements sont prévus dans le domaine de la robotique pour garder la partie perception mais pas la partie « architecture et systèmes » qui serait traitée dans l'appel « systèmes embarqués et grandes infrastructures ».

• **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	110	23*	69	En cours	En cours	En cours

*état de la sélection au 27/10/08

Le nombre de projet soumis en 2008 est élevé et le comité d'évaluation a identifié des projets de qualité. Le comité de pilotage est prévu le 9 juillet et les données sur les projets acceptés ne sont pas disponibles. On note toutefois :

- La présence d'une quarantaine de gros projets avec une demande d'aide au-delà de 1 M€ (et une aide moyenne demandée de 825 k€ en hausse par rapport aux années précédentes).
- L'équilibre amont-aval attendu (30 % de recherche fondamentale et 70 % de recherche industrielle ou de développement expérimental).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Susciter des projets de recherche collaborative s'adressant à des communautés variées :

- Mondes de la création et de la production, de l'édition et de la diffusion des contenus,
- Synthèse d'images, animation graphique, vision et perception,
- Représentation des connaissances, apprentissage, intelligence artificielle,
- Robotique,
- Utilisateurs (médias, acteurs de la formation et de l'éducation, tourisme, commerce) dans le but de créer des connaissances et les transférer à l'industrie. On vise une proportion de 70 % de projets de recherche industrielle ou de développement expérimental.

Créer des synergies entre ces acteurs. Par exemple, les travaux en vision, interaction, et intelligence artificielle menés dans le cadre de la recherche en robotique apportent à cet ensemble des compétences en perception, analyse de scène, mouvement et animation, porteuses de compréhension et d'innovation pour la création des contenus. De même, des travaux sur les usages, la sociologie peuvent mener au développement de nouvelles technologies.

Résultats attendus :

Ce programme vise :

- A développer des connaissances et à favoriser leur transfert « verticalement » entre le monde de la recherche et celui de l'industrie (notamment les PME) mais aussi « horizontalement » en développant des synergies entre des secteurs actuellement distants (robotique et multimédia). Il est important de noter que dans ce domaine, l'avance technologique, ou le couplage d'une technologie et d'une idée d'usage peuvent être fortement différentiant,
- A créer des masses critiques autour de sujets clefs en suscitant des consortiums structurants,
- A prendre en compte les conséquences du progrès technique qu'il s'agisse du déploiement du service (là où il y a la plus forte création de valeur) mais aussi de son impact.

Impact espéré :

De nombreux secteurs industriels sont concernés par la dématérialisation des contenus. Il s'agit d'aider les entreprises à innover pour rester compétitives en terme de productivité (c'est souvent une question de survie tant les mutations technologiques sont fortes) ou de développement de nouveaux concepts (que l'on songe à la recherche de données sur l'internet, à l'émergence de contenus auto-produits, aux outils de traduction, aux univers parallèles...).

L'enjeu dépasse la simple dimension économique et concerne le citoyen français ou européen. Dans de nombreux cas, les industries concernées fournissent les outils qui servent

à l'expression culturelle (jeu, création multimédia) mais aussi presse, défense de la langue française.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

Les secteurs concernés recouvrent des enjeux économiques importants, compte tenu de la taille des marchés concernés : avec le secteur « cœur » du cinéma (22 G€ en 2007), de l'audiovisuel, des jeux vidéo (35 G€ en 2007), de l'édition de la presse et des médias électroniques, mais aussi des secteurs en mutation touchés par le numérique comme l'éducation, le tourisme, et d'autres marchés en émergence comme ceux de la domotique, de la robotique personnelle.

De nombreuses innovations sont prévisibles, à court moyen terme, innovations qui résulteront souvent du couple avance technologique, idée d'usage. Ce programme s'intéresse particulièrement aux thèmes suivants :

- les systèmes d'interaction cognitive qui concernent les domaines qui nécessitent une visualisation et une interaction riches, (contenus sémantiques, des mondes réels explorés par des robots ou des extensions sensorielles humaines, ou des mondes virtuels).
- de nouveaux modes de création et d'usage des contenus, de nouveaux modèles, de nouveaux jeux d'acteurs économiques viennent aujourd'hui modifier et élargir considérablement les bases de l'industrie des contenus.

Toutes ces évolutions entraînent des modifications potentiellement importantes du paysage mondial et plus que jamais l'avance technologique et l'anticipation sont nécessaires.

- **Enjeux de productivité et de compétitivité**

Du fait de la dématérialisation, de nombreux secteurs vivent de profondes mutations avec la numérisation de la chaîne des contenus : acquisition, création, production, interaction, usages et services associés. La numérisation apporte une évolution majeure dans l'élaboration et la manipulation des contenus, la manière de les produire. Il y a là de réels enjeux de compétitivité (par exemple dans le domaine du jeu ou de la production audiovisuelle).

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Ces dernières années, on a assisté à l'explosion de nouveaux produits et modes de production associés à la dématérialisation des contenus, à l'augmentation de la puissance des machines et du débit des réseaux, à l'essor d'Internet. Souvent, ils résultent d'un savant mélange de création, de réflexion sur les usages ou les modèles économiques. Cette évolution n'est pas achevée et est porteuse d'emploi dans les PME (nombreuses dans le secteur) dont on peut espérer en voir un certain nombre grossir mais aussi des grandes entreprises.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

On attend du déploiement des technologies de l'information dans ces secteurs un certain nombre d'effets positifs : l'accès aux loisirs (cinéma, jeu,...), l'accès à l'information et à la culture, des modes d'interactions plus efficaces : services, éducation, assistance à domicile (robotique, services).

Les enjeux en terme de bien-être social concernent également la prise en compte d'un questionnement sur l'impact de ces technologies sur la vie privée, sur l'organisation sociale, de reconnaissance de la propriété artistique.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Il y a des enjeux de souveraineté nationale ou européenne évidents : la maîtrise de la production de l'information et de la capacité à y accéder sont devenus de plus en plus stratégiques.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

On peut voir deux enjeux forts :

- Culturels pour ce qui concerne la maîtrise d'outils adaptés aux spécificités nationales ou européennes pour, l'éducation, la formation, la recherche scientifique (les e-sciences), le cinéma, l'audiovisuel, le jeu vidéo et la gestion du patrimoine culturel.
- La francophonie passe par l'existence d'outils adaptés à la langue française, mais aussi par l'existence de passerelles entre notre langue et les autres.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

AXE 1 : CREATION DE CONTENUS NUMERIQUES

Les nouveaux outils de création et de production, échanges et hybridation d'outils liés à différentes filières.

AXE 2 : PRODUCTION, ASSEMBLAGE ET MISE A DISPOSITION DE CONTENUS ET CONNAISSANCES

Agrégation de contenus et de connaissances, Web 2.0, passage du contenu à la connaissance, grandes masses d'informations complexes, hétérogènes et multimodales.

AXE 3 : ACCES ET ECHANGE DE CONTENU

Les outils de recherche et de navigation multimédia, multilingues. Accès aux contenus sur bases sémantiques et sémiologiques. Sécurité et confiance.

AXE 4 : INTERACTION AVEC L'HUMAIN, AVEC L'ENVIRONNEMENT ET COGNITION

Interfaces immersives, cognitives, affectives, interactives, Robotique (perception, cognition), de l'agent réel à l'agent virtuel.

AXE 5 : ECONOMIE ET USAGES

Modèles économiques du numérique et économie des filières, pratiques et usages, mémoire collective, données personnelles, identité numérique, vie privée.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Dans tous les thèmes décrits ci-dessus, il existe de nombreuses problématiques :

- Scientifiques : perception, agents intelligents, représentation des données, traitement des connaissances, comportement de l'homme face à la machine.
- Technologiques : production, assemblage, réutilisation de contenu, systèmes d'indexation et de navigation dans des contenus hétérogènes, interfaces hommes machines.
- Liées à l'étude des usages, des modèles économiques, voire de l'impact de telles technologies.

Les enjeux sont de faire progresser les connaissances dans ces domaines et surtout de créer des liens entre ces trois items qui sont souvent indissociables pour innover, ceci dans un contexte où les constantes de temps sont parfois très courtes.

- **Type de recherche**

Ce programme soutiendra principalement des projets en partenariat public-privé (75-80 %) centré sur la recherche industrielle qui devrait représenter environ 60 % des projets soutenus, avec une ouverture pour 40 % sur :

- des projets amont sur quelques thématiques ciblées reconnues comme cruciales pour préparer le futur.
- des projets de développement expérimental notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

On envisage également de lancer un défi dans le but d'orienter la recherche dans certains domaines : il s'agirait d'une compétition sur trois ans entre plusieurs consortia autour du même projet.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme soutient des projets collaboratifs. On cherche à soutenir environ (75-80 %) de recherche en partenariat public-privé.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Les thématiques traitées par ce programme se retrouvent dans le programme de travail de la priorité IST du 7^{ème} PCRD en particulier à travers le « défi » 2 (systèmes cognitifs, interaction et robotique) et le « défi » 4 (bibliothèques numériques et contenu). On peut noter également l'existence de plates-formes européennes correspondant aux thématiques développées dans ce programme (EUROP et NEM). Par rapport aux appels européens, les appels ANR visent :

- A permettre aux acteurs nationaux de monter en puissance pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites.
- A structurer les communautés au niveau national en leur permettant de travailler ensemble. D'autre part, certains projets à forte dominante culturelle sont plus facilement traités au niveau national.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Des ouvertures internationales sont tout à fait envisageables.

Programme :

Conception et Simulation (COSINUS)

Mots-clés : Calcul intensif, calcul hautes performances, conception et optimisation, simulation, masses de données.

Résumé :

Ce programme vise globalement à développer la conception, la science et l'ingénierie numériques, notamment grâce au calcul intensif et à la simulation.

La simulation numérique associée au traitement numérique de grandes masses de données, et soutenue par le calcul intensif, joue un rôle primordial pour :

- Comprendre : pour l'analyse et le suivi des systèmes complexes ainsi que pour l'approfondissement de la connaissance, dans tous les secteurs industriels et dans les grands challenges actuels comme l'environnement, la biologie et la santé.
- Concevoir : qu'il s'agisse du monde de la recherche ou de celui de l'industrie, la simulation numérique devient incontournable pour assister la conception (d'une nouvelle molécule ou d'une automobile par exemple).
- Agir : notamment lorsque ces techniques sont utilisées « en ligne » dans des systèmes en interaction avec l'extérieur.

Il s'agit de fédérer toutes les disciplines concernées autour d'un programme global permettant le partage du savoir faire et l'établissement de synergies.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2011**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Poursuite du programme 2008. Les programmes Technologies Logicielles (axe thématique 4), Calcul Intensif et Simulation, Masses de Données et Connaissances des années 2005-2007 ont fourni ses éléments constitutifs. Le but était de les rassembler pour rendre le dispositif plus lisible et l'élargir aux aspects conception numérique.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	56	16*	22	en cours	en cours	en cours

*état de la sélection au 27/10/08

Pour l'année 2008, le résultat est correct même si on s'attendait à une participation plus forte. La moitié des soumissions étaient sur le thème « conception » le reste sur les cinq autres thèmes (voir liste page 255 en bas de page). 50 % des propositions étaient en recherche industrielle, 45 % en recherche fondamentale, 5 % en développement expérimental.

On a constaté un certain tassement des projets « grands challenges » en calcul intensif et un manque de projets qui auraient été dans la prolongation des appels « masses de données » des années 2005-2007.

En 2009, on propose de donner une plus grande visibilité au calcul hautes performances/grands challenges et aux aspects liés aux données : d'où le passage de six thèmes 2008 à trois thèmes 2009 par regroupements.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

La complexité de nombreux systèmes, qu'ils soient naturels (atmosphère, océan, environnement,..), vivants (cellule, organe, organisme), artificiels (systèmes informatiques, matériaux, composant) ou hybrides (un mélange des deux), ne peut être abordée qu'en prenant en compte des phénomènes multiples, d'ordres de grandeur très différents et intégrant des modes de représentation variés. Ce programme vise globalement à développer la conception, la science et l'ingénierie numériques, notamment grâce à l'utilisation du calcul intensif et de la simulation. Il s'agit d'améliorer la compétitivité nationale dans ce domaine en allant du modèle au code de calcul. Les secteurs concernés sont aussi bien les scientifiques (de plus en plus de disciplines ont recours au numérique) que les industriels.

Dans ce contexte, la simulation numérique associée au traitement numérique de grandes masses de données, et soutenue par le calcul intensif, joue un rôle primordial pour :

- Comprendre : La modélisation et la simulation jouent un rôle essentiel pour l'analyse et le suivi des systèmes complexes ainsi que pour l'approfondissement de la connaissance scientifique. Elles interviennent dans tous les secteurs industriels et de services, dans l'ensemble des grands challenges scientifiques actuels et dans des problèmes critiques pour l'avenir comme celui de l'environnement et du changement climatique ou de la biologie et la santé.
- Concevoir : Qu'il s'agisse du monde de la recherche ou de celui de l'industrie, la simulation numérique devient incontournable pour assister la conception d'une nouvelle molécule ou d'une automobile par exemple.
- Agir : Notamment lorsque ces techniques sont utilisées « en ligne » dans des systèmes en interaction avec l'extérieur.

Il est également important de fédérer toutes les disciplines concernées autour d'un programme global permettant le partage du savoir faire ou l'établissement de synergies.

Résultats attendus :

- créer une communauté nationale de recherche autour de ces questions et lui donner les moyens de participer aux coopérations européennes et internationales. Cette communauté contiendra des membres issus de disciplines variées qui travailleront en synergie.
- préparer la communauté à l'utilisation des grandes infrastructures très fortement parallèles de calcul et de traitement de données dont la mise en place est prévue en France et en Europe. S'agissant d'un saut important en terme de puissance et de capacité, l'effort devra être global (modélisation, numérique, informatique) et ne pourra pas le plus souvent se limiter à une amélioration de la « parallélisation » de codes existants.
- contribuer au développement d'un écosystème de la simulation en France et en Europe, intégrant notamment des industriels de l'informatique (matériel, logiciel, service) et dont la croissance doit nécessairement s'appuyer sur un tissu de recherche en matière d'architectures et de technologies matérielles et logicielles.

- capitaliser et pérenniser les connaissances développées dans des logiciels de simulation, favoriser leur exploitation et leur valorisation dans un contexte industriel.
- démontrer l'intérêt pratique de ces recherches en les mettant en œuvre dans des domaines d'application scientifiques (énergie, chimie, matériaux, nanotechnologies, sciences de la terre et de l'univers, climat, biologie et santé par exemple), et industriels (ingénierie, PLM et processus industriels, économie et finance par exemple).
- maîtriser les systèmes numériques de conception de biens et de services.

Cela passe par une bonne articulation avec GENCI³², qui vise à mettre en place de très grands systèmes pour la recherche, ainsi que par la mobilisation indispensable des communautés utilisatrices : énergie, chimie, matériaux, nanotechnologies, sciences de la terre et de l'univers, climat, biologie, ingénierie, PLM et processus industriels, économie et finance.

Impact espéré :

- Positionnement de la recherche nationale au premier rang mondial sur les technologies ;
- Amélioration de l'ensemble du dispositif scientifique allant du modèle au code de calcul avec, en particulier, des synergies entre disciplines ;
- Amélioration de la compétitivité des industriels de la conception, de la simulation et de l'ingénierie ;
- Fort impact scientifique sur la compréhension des phénomènes physiques, biologiques, chimiques, climatologiques, environnementaux, etc.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

L'apport de la conception numérique est en particulier un élément important car il est un élément différenciant dans le cadre d'une compétition avec des pays à main d'œuvre moins chère. Dans les secteurs économiques concernés par ce programme (aussi bien l'industrie de la simulation numérique que les grands secteurs utilisateurs), la maîtrise des « core technologies » est la clé de la compétitivité des entreprises.

Ce programme concourra au développement de l'apport du numérique à la science (modélisation, conception collaborative, laboratoire virtuel). Il a des retombées économiques fortes pour la compétitivité des industries concevant des biens et des services, des outils de conceptions en pointe étant l'une des clefs du succès.

³² Grand Equipement national de Calcul Intensif

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Garder en Europe, les centres de R&D et la capacité de concevoir des produits est un objectif majeur. Cela passe par la capacité à maîtriser le calcul numérique et l'existence d'ingénieurs et de chercheurs formés à cette discipline. En particulier, il faut une R&D attractive pour les industriels et pour garder nos meilleurs chercheurs; les enjeux de souveraineté sont essentiels.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

De plus en plus, le questionnement sur les enjeux sociétaux, les décisions politiques passent par la simulation numérique. Le climat est l'un des exemple les plus médiatisés mais d'autres secteurs son t concernés notamment l'environnement au sens large et la santé.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La simulation joue un rôle croissant dans la conception d'infrastructures et la prise en compte dans la dimension sûreté et sécurité.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Par rapport à l'an dernier, il y a regroupement des thèmes 1, 3, et 4 de l'appel à projets 2008³³ en un seul grand thème sur le calcul haute performances ; le thème 2, conception et optimisation, est maintenu ; les thèmes 5 et 6 sont groupés en un seul grand thème « simulation et masses de données »³⁴.

AXE 1 : CALCUL HAUTES PERFORMANCES ET CALCUL INTENSIF

Grands défis applicatifs, passage à l'échelle pétaflopique; réalisation de « premières » ayant un caractère exceptionnel et susceptibles de retombées scientifiques majeures.

Modèles mathématiques et méthodes numériques permettant d'utiliser efficacement la puissance de calcul : passage à l'échelle et utilisation optimale des mémoires et processeurs.

Environnements, méthodes et outils logiciels pour la réalisation, la mise au point et l'optimisation des applications. Bibliothèques numériques optimisées, parallélisées, distribuées.

³³ Respectivement « Grands défis applicatifs et passage à l'échelle », « Passage à l'échelle des modèles et des méthodes », « Environnements, outils et méthodes de développement et d'exécution ».

³⁴ Les thèmes 5 et 6 étaient respectivement « Pré-traitement, post-traitement, visualisation et interaction avec de grands volumes de données » et « Simulation et modélisation par les données »

AXE 2 : CONCEPTION ET OPTIMISATION

Ingénierie numérique, conception collaborative, prototypage virtuel.

Cet axe thématique concerne les outils d'aide à la conception, à la décision, au contrôle ou au suivi, systèmes clés au niveau industriel et pour lesquels les besoins d'innovation sont importants.

AXE 3 : SIMULATION ET MASSES DE DONNEES

Pré-traitement, post-traitement, visualisation et interaction avec de grands volumes de données.

Modélisation guidée par les données, réduction de modèles.

Assimilation de données dans les simulations.

Apprentissage, fouille de données de conception et de simulation.

La partie « environnements, méthodes et outils » de l'axe 1 est en complément du programme « Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures » qui traite des infrastructures matérielles et logicielles sous-jacentes

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les logiciels de simulation et d'optimisation jouent un rôle essentiel pour l'analyse, la conception et le suivi des systèmes complexes. Ils interviennent dans tous les secteurs de l'industrie et des services ainsi que dans l'ensemble des grands défis scientifiques actuels. La simulation est maintenant considérée comme le troisième « pilier » de la science, au même titre que la théorie et l'expérience. La complexité des systèmes rend nécessaire la prise en compte dans un même environnement de phénomènes multiples (aspect multiphysique), d'ordres de grandeur très différents (aspect multi-échelle) et intégrant des modes de représentation variés (continu – discret, déterministe – probabiliste, ...).

Par ailleurs, l'évolution des systèmes d'information, en particulier des systèmes parallèles et distribués, induit le besoin de concevoir des algorithmes nouveaux adaptés à ces architectures. Le calcul intensif est l'outil de base par lequel vont se réaliser les simulations. Il est devenu un élément essentiel de la compétitivité nationale, tant pour faire progresser la science que du point de vue économique.

- **Type de recherche**

- Nature de projets : Plates-formes, projets, ateliers de réflexion prospective

- Types de projets : recherche fondamentale, recherche industrielle, développement expérimental, obligatoirement collaboratifs

- Défis possibles

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte avec une importante part de recherche partenariale. Encourager les participations de PME et TPE. Encourager les projets tripodes (recherche, développement technologique, grand utilisateur).

Les pôles de compétitivité sont des acteurs forts dans ce domaine mais des idées innovantes peuvent venir de l'extérieur.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

En Europe, aux Etats-Unis et au Japon, le calcul intensif et la simulation numérique font l'objet de programmes de recherche extrêmement actifs et innovants : chaque pays dispose d'une initiative nationale dans le domaine de la simulation et du calcul intensif. Au niveau européen, le 7^{ème} PCRD et les infrastructures de recherche sont mobilisés (PRACE – mise en place d'une infrastructure de calcul en Europe dans le cadre de la roadmap ESFRI/FP7).

Aux Etats-Unis, le programme « Simulation Based Engineering Science » de la NSF est proche des objectifs de ce programme.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Des ouvertures internationales sont tout à fait envisageables. Des discussions préalables ont notamment eu lieu avec la NSF en 2008.

Programme :

Nanosciences, Nanotechnologies, Nanosystèmes : P3N et ERAnet Nanosciera

Mots-clés : Nanoélectronique, Auto-assemblage, Auto-organisation, Nano-adressage, Nano-structuration, Nano-objets, Nano-composants, Simulation multi-physique et multi-échelle, Instrumentation, Métrologie, MEMS/NEMS, Micro-fluidique, Intégration hétérogène, Micro et Nanosystèmes, Nano-biosciences, Impacts, Usages et régulations.

Résumé :

Le domaine des nanosciences et nanotechnologies est en croissance très rapide aujourd'hui et l'objet d'un fort investissement par de nombreux pays à travers d'importants programmes de R&D. Ils traduisent le fait que ces dernières sont vues moins comme source de nouveaux marchés spécifiques que comme des technologies diffusantes qui iront irriguer de nombreux secteurs, des secteurs de la communication et des médias à l'énergie en passant par la santé et l'environnement. Le programme se concentre sur la construction des compétences, concepts, instruments et méthodes qui sous-tendent leur mobilisation et il promeut la démonstration de nanodispositifs, nanosystèmes et matériaux dotés de nouvelles fonctionnalités. Il favorise à la fois les nouvelles approches de ces questions et la production conjointe entre chercheurs académiques et industriels. Ce faisant, il vise à accélérer l'intégration de ces connaissances dans des dynamiques d'innovation qui visent une amélioration conjointe de l'emploi et de la qualité de vie des citoyens. Dans ce contexte, il se donne pour objectif de participer à un développement responsable et durable des nanosciences et nanotechnologies.

- **4^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009**
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme national + ERAnet

Le programme P3N serait ouvert à l'international :

- vers des pays à fort potentiel (Brésil)
- à l'Europe via l'ERAnet NanoSciera.

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Il s'agit de la suite du programme PNANO.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	296	75	20	35	317	35
2006	256	70	15	32	286	34
2007	215	62	11	32M€	224	22
2008	241	44*	en cours	en cours	en cours	en cours

*état de la sélection au 27/10/08

Initié en 2005, le programme PNANO s'est traduit par 798 projets déposés dont 211 financés. Parmi eux, il faut souligner 84 projets impliquant des entreprises. Durant les trois dernières éditions, il est apparu que le nombre de projets coopératifs de grande taille diminuait de façon considérable (27 projets à plus d'1 M€ en 2005, 10 en 2006 et 5 en 2007 avec une aide moyenne par projet constante aux alentours de 550 k€). L'appel 2008 a été rédigé de façon à impulser le retour des projets de grande envergure ainsi qu'une augmentation de la recherche partenariale (qu'elle soit de type recherche fondamentale, industrielle ou de développement expérimental) sur l'ensemble des contours scientifiques de l'appel. Le résultat a été prometteur puisqu'en 2008, 52 projets présentent des montants supérieurs à 1 M€, l'aide moyenne par projet est de l'ordre de 770 k€ et le nombre de start-ups est en forte augmentation (29 au lieu de 11 en 2007).

D'autre part, une clarification a été faite vis-à-vis des autres programmes de l'Agence où l'on trouve des nanotechnologies (PCV, CES, MatPro), PNANO se concentrant sur des aspects génériques au niveau des technologies et sur de nouvelles approches et ruptures en ce qui concerne les dispositifs (par exemple : pour le traitement de l'information, les capteurs et actionneurs pour la santé et l'environnement). Cette tendance sera renforcée en 2009.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme Nanosciences, Nanotechnologies Nanosystèmes (P3N) a quatre objectifs :

- L'exploration des propriétés remarquables de la matière à l'échelle nanométrique et leur exploitation pour réaliser de nouvelles fonctions notamment dans le domaine du traitement de l'information et de la communication au sens large. Il s'agit de combiner des approches dites « descendantes » et « montantes ».
- La conception et le développement de procédés technologiques, de l'instrumentation et de la simulation.
- L'exploration du concept de micro et nanosystèmes « intelligents » pour des applications à fort impact comme la santé et l'environnement qui font l'objet d'un axe thématique spécifique.
- Le développement responsable³⁵ des nanosciences au travers de l'analyse du jeu des acteurs, de l'impact sociétal des réalisations « nano » ou « micro », et des mécanismes de régulations associés.

Résultats attendus :

La progression dans le domaine de la structuration de la matière devrait permettre d'exalter de nouveaux effets physiques, chimiques, thermiques, mécaniques voire des phénomènes couplés qui permettront de réaliser de nouvelles fonctions. Celles-ci seront exploitées dans des architectures de traitement de l'information pour des applications dans le domaine des STIC, des transports, de la sécurité, de l'énergie, de la santé et de l'environnement.

Les connaissances acquises doivent se transformer en innovation.

- Sous forme de propriété intellectuelle. On estime que PNANO « produit » 15-20 brevets par an, chiffre que l'on se propose d'augmenter,
- Sous forme de co-développement avec ou de transfert vers l'industrie qu'il s'agisse de grands groupes ou de start-up. Les nanotechnologies sont une technologie « diffusante » qui peut profiter à de nombreuses branches de l'industrie,
- Par diffusion de ces technologies dans d'autres programmes « sectoriels » de l'Agence comme ceux relatifs aux technologies de santé, à l'énergie, au développement durable, aux technologies de l'information et de la communication.

D'autre part, intégrer la notion d'impact sociétal dès ces phases de recherches encore génériques, permet leur traitement dans des conditions plus sereines et éventuellement de contribuer à impacter l'objet même des recherches.

³⁵ Il convient de noter que l'étude des risques en termes de toxicité est abordée dans le programme CES.

Impact espéré :

Des impacts sont attendus dans quatre domaines :

- Au plan de l'avancée des connaissances et en particulier aux frontières des disciplines (exemple : nanotechnologies - informatique, nanotechnologies et biologie, nano énergie, nanotechnologies et sciences humaines et sociales),
- Au plan des applications on attend des innovations dans le domaine de la nanomédecine, le développement de nouvelles générations de capteurs pour le contrôle et la surveillance de l'environnement, l'exploitation de nouveaux objets ou systèmes bio-inspirés ou bio mimétiques pour la maîtrise des enjeux énergétiques,
- De manière plus générale, le renforcement de la compétitivité d'autres secteurs industriels comme la nanoélectronique qui va irriguer des domaines comme les transports, la santé, les loisirs, la sécurité où les besoins sont aujourd'hui très importants pour développer des architectures systèmes ultra miniaturisés « dites intelligentes » qui se traduiront par des gains de compétitivité significatifs pour les entreprises,
- Enfin, le développement d'une communauté de chercheurs s'interrogeant sur tous les impacts sur la société de ces développements (économiques, juridiques, organisationnels, éthiques..).

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les justifications du programme P3N sont de divers ordres mais il convient de souligner que, compte tenu de son caractère intermédiaire entre amont et applicatif, on parle des retombées attendues à travers l'utilisation des technologies génériques et le savoir faire qu'il permet de développer.

Enjeux économiques

Les analystes prévoient des marchés associés aux nanotechnologies compris entre 1000 et 3500 milliards de dollars suivant les hypothèses pessimistes ou optimistes avec une accélération de ces marchés aux alentours de 2010. La part de ces marchés est décomposé comme suit : 46 % pour les outils, 21 % pour les nanomatériaux, 6 % pour la nano biotechnologie et 27 % pour les nano dispositifs. Les croissances pour le futur sont majoritairement marquées pour la nanobiotechnologie (24 %) et les nanodispositifs (15 %).

Les nanotechnologies en général et le programme P3N en particulier contribuent à ce développement à travers la réalisation de fonctions (calcul, capteur, actionneur,...) demandant moins de matière, moins d'énergie au prix de plus de complexité, tout ceci à un coût moindre. Une réflexion en amont (le but de ce programme est aussi de contribuer à la structurer) est utile pour réfléchir aux conditions nécessaires pour que cette évolution se fasse en utilisant des solutions viables en termes de choix de matériaux, de cycle de vie de ces produits, d'usage voire d'éthique.

Tous les acteurs de l'économie sont concernés, du producteur au consommateur.

- Il peut s'agir d'augmenter la valeur d'un produit en lui ajoutant des fonctions nouvelles (calcul, capteur, communication, visualisation) rendues possibles par l'ajout de systèmes embarqués.
- Il peut s'agir d'activité économique destinée à apporter des réponses à des besoins tels que développement durable à travers de nouveaux produits à cycle de vie maîtrisés, traçables, autosuffisant en énergie, etc.. le développement de procédés « doux », la possibilité de remplacer des matières premières rares.
- La nanoélectronique mérite une mention particulière de par son effet multiplicateur. Ce secteur estimé à 166 milliards de dollars va se traduire par des marchés dans le domaine des loisirs, services, jeux, communication à hauteur de 5000 milliards de dollars.

Enjeux géographiques

Aujourd'hui la compétition dans le domaine des nanotechnologies est mondiale et des études récentes³⁶ mettent en évidence des clusters significatifs :

- aux Etats-Unis
- en Europe
- en Asie. Le bloc asiatique représentera un concurrent sérieux car on y relève des taux de croissance en terme de production scientifique et d'innovation.

Dans le domaine de la nanoélectronique, l'Europe et la France en particulier sont en situation fragile compte tenu de la concentration inéluctable des usines de productions du futur et de la concurrence de l'Asie. La stratégie reste de garder de fortes capacités de R&D dans le domaine. Par contre, l'Europe et la France ont une position très pertinente dans le domaine des systèmes embarqués et dans le domaine des architectures qui devront être « revisités » pour tenir compte des nouveaux effets (couplages multi-physiques, quantification de l'énergie, exaltation des champs). Toutes les feuilles de route stratégiques insistent aujourd'hui sur la dimension système voire système de systèmes qu'il faut prendre en compte : un exemple concerne l'introduction de nouvelles fonctionnalités dans les systèmes non seulement dans le domaine numérique mais également dans le domaine analogique car cela donne davantage de souplesse avec moins de consommation énergétique. L'intégration hétérogène de capteurs, actionneurs et dispositifs de traitement de l'information et de la communication doit être particulièrement soutenue car la France, disposant d'une petite avance et d'un tissu de compétences au meilleur niveau peut jouer dans ce domaine un rôle majeur.

D'un point de vue technologique, ces systèmes miniaturisés dits « intelligents » pourront être développés via de nouvelles approches d'intégration hétérogène où beaucoup d'innovations sont attendues et où les produits pourront être développés par des petites et moyennes entreprises à haute technicité beaucoup moins sensibles à la mondialisation et la fuite vers des régions en émergence où le coût du travail est plus faible.

³⁶ Réseau PRIME

Il faut enfin souligner que ces technologies d'intégration systèmes seront duales et concerneront des secteurs stratégiques comme le transport et la défense et qu'il est indispensable de les maîtriser pour notre indépendance politique et économique.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

P3N est un programme mixte académique et partenarial et la volonté d'augmenter l'efficacité du transfert des connaissances et technologiques doit conduire à une augmentation des innovations dans le domaine des nanosystèmes. Cela va se traduire par :

- Des créations d'entreprises innovantes
- La consolidation des entreprises existantes

A plus long terme, on peut en attendre une irrigation des innovations liées aux nanosciences vers des équipementiers et utilisateurs finaux où les plus values ne seront plus sur les technologies ou les effets physiques mais sur le système final.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Les nanosciences et nanotechnologies se traduisent par des aspects pluridisciplinaires très marqués, à la fois au niveau modélisation, simulation, fabrication et caractérisation. Les jeunes chercheurs et docteurs qui seront impliqués développeront de nouveaux champs de connaissances qui seront par la suite largement exploitables par les industriels.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le premier enjeu visé concerne la santé. P3N se propose d'explorer de nouvelles générations de capteurs et actionneurs qui auront un impact sur le secteur de la nanomédecine avec des avancées dans le domaine du diagnostic précoce et de la médecine préventive. Le second enjeu concerne le développement durable, les nanotechnologies étant un facteur clef pour l'optimisation de dispositifs de conversion et de stockage de l'énergie (photovoltaïque, piles à combustible..). De même, il est important de pouvoir « sonder » l'environnement avec une grande précision, ou de développer des procédés plus respectueux. Pour tous ces secteurs, le programme P3N peut contribuer à apporter des réponses utilisables en direct ou à valoriser dans un appel de l'ANR dans le secteur biologie santé ou développement durable.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Le périmètre du programme P3N qui est envisagé est le suivant :

Une consolidation des recherches visant à explorer les effets physiques, chimiques, mécaniques, thermiques apparaissant aux dimensions nanométriques et leur introduction dans des fonctions et des architectures. Une orientation vers les nanosystèmes en mettant en avant le caractère générique à la fois des technologies développées et des architectures. Un accent particulier est mis sur études qui impacteront deux domaines jugés à fort potentiel l'environnement et la santé. Enfin, une consolidation d'un développement responsable et

durable des nanosciences, nanotechnologies et nanosystèmes. Les axes de recherches 2009 sont résumés ci-dessous :

- Effets et phénomènes apparaissant aux dimensions nanométriques
 - Interactions élémentaires, interfaces, phénomènes collectifs
 - Auto-assemblage
 - Effets et phénomènes inspirés du vivant (capteurs, actionneurs, gestion de l'énergie, etc...)
- Nouveaux matériaux et technologies de fabrication
 - polymères, matériaux multi-fonctionnels
 - nanofabrication, procédés de positionnement, parallélisme, tests,...
 - Nanophotonique
 - Nanoélectronique, procédés au-delà du CMOS (22 nm, 16 nm)
 - Intégration hétérogène, technologies d'assemblage
- Nanodispositifs et nanosystèmes
 - Au-delà du CMOS, études génériques : nanosystèmes manipulant photon, charges, spin, molécules uniques, etc...
 - Nouveaux capteurs et actionneurs, robotique
 - Micro et nanofluidique
 - Nanosources d'énergie
- Instrumentation modélisation et simulation
 - Métrologie et standards
 - Nouveaux outils de manipulation et de mesure, aide au placement
 - Modélisation et simulation, aspects multi-échelle
- Convergence nano-médecine et nano-sciences de l'environnement
 - Nano-Imagerie, capteurs, actionneurs, micro et nanofluidique, lab on chip, systèmes adaptatifs, nanobiomatériaux, cycle de vie
- Impact sociétal et régulations

En fonction du budget disponible, une partie de ces thématiques pourrait être retirée du champs de l'appel.

Il faut souligner qu'en 2008 et en 2007 très peu de projets concernent des capteurs pour l'environnement alors que c'est un secteur stratégique. De même, l'impact des nanotechnologies pour les nouvelles sources d'énergie ainsi que les aspects bio-inspiration et biomimétisme et la robotique sont des sujets que l'on voit émerger et qui ne sont pas couverts par des projets en 2007 et en 2008.

En ce qui concerne les liens avec les autres programmes, il a été décidé pour 2009 :

1. D'abandonner les études fonctionnelles de molécules ou de complexes biomoléculaires car ces aspects relèvent davantage du programme PCV.
2. Les études trop proches de l'application en santé notamment celles mettant en jeu des essais cliniques relèvent du programme TECSAN comme cela a été le cas en 2008.
3. De même, les études de toxicité des nanoparticules sont introduites dans le programme CES.
4. Les études nanomatériaux ne mettant pas en jeu des aspects fonctionnels ne sont pas dans l'appel P3N et concernent le programme MATPro.

5. Les composants photoniques et micro-ondes pour les communications seront plutôt dans le programme VERSO en 2009, P3N se concentrant sur de nouvelles approches en rupture.

De manière plus générale, une orientation stratégique est proposée vers la nanoélectronique et les nanosystèmes afin d'avoir un positionnement clair vis-à-vis du programme blanc et des autres programmes thématiques de l'Agence (matériaux, physique et chimie du vivant). Dans ce cadre, P3N a pour objectif de développer des approches méthodologiques et technologiques génériques qui seront ensuite introduites et exploitées dans des fonctions et des architectures. Ces technologies et architectures diffuseront dans divers secteurs applicatifs comme les STIC, la santé, la sécurité, l'énergie et les transports. Cette orientation vers les nanosystèmes semble très importante car elle est soulignée dans toutes les feuilles de routes européennes (ENIAC, ARTEMIS, EPOSS) et internationales. La France a des atouts à faire valoir dans ce domaine non seulement au niveau recherche académique mais également au niveau recherche industrielle.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le programme P3N est positionné en « transverse » (concernant de nombreuses disciplines) et intermédiaire entre le programme non thématique et des programmes plus applicatifs. Les enjeux auxquels il répond sont de :

- Maintenir la recherche française dans les nanosciences et nanotechnologies au meilleur niveau international. Compte tenu des taux de croissance de publication comparés dans le monde (moyenne 12 %, l'Europe prenant du retard notamment par rapport à l'Asie), il est urgent de renforcer ce secteur.
- Favoriser l'émergence d'idées génériques aux frontières entre disciplines et de nouvelles applications. Cette fertilisation croisée se produit de différentes manières : par croisement de concept entre physique chimie, biologie, ingénierie³⁷, par croisements de méthodes de mesure, par transfert d'un problème posé dans une discipline vers une autre. De valoriser ces idées suivant le cas par des publications, des prises de brevet, importantes en ces phases de recherche générique, par du savoir faire dans l'industrie.
- Conduire à un développement responsable des nanotechnologies, ce qui implique la consolidation d'une communauté de chercheurs impliqués dans des réflexions sur les impacts de tous ordres de ces recherches.

³⁷ Des concepts tels que le biomimétisme, l'objet unique, le moteur (de l'ATP synthase au moteur thermique), les transferts d'énergie (du chloroplaste au photovoltaïque, etc).

- **Type de recherche**

Le programme P3N couvre le continuum recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Il s'agit d'un programme mixte académique et partenarial car ces deux composantes sont jugées cruciales.

- Les nanotechnologies sont un domaine qui demeure émergent pour lequel la connaissance reste un facteur clé.
- La création de valeur de demain passe par le transfert de ces connaissances à l'industrie (qu'il s'agisse de licence, de co-développement, de recrutement de jeunes formés par des projets de recherche partenariaux).

Pour ce dernier point, une analyse sur 2005 – 2007 a été faite. Il faut admettre la spécificité du « modèle nano » par exemple par rapport au cas des STIC. Ainsi, un projet STIC implique en moyenne 2,5 entreprises alors que les projets de PNANO n'en impliquent que 1,6. Une explication est le poids plus important de la recherche mais aussi le fait qu'on retrouve moins à ce stade de développement des nanotechnologies des chaînes du type « fournisseur de technologie » et « intégrateur ». Une autre spécificité du domaine « nano », plus difficile à quantifier, semble être une certaine frilosité pour de nombreux industriels à entrer dans de tels projets. L'un des enjeux est d'élargir le cercle des entreprises concernées (en théorie il y en aurait potentiellement un millier en France).

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Dans pratiquement tous les pays du monde, il y a des investissements importants pour les nanosciences et les nanotechnologies soit sous la forme de projets collaboratifs (académiques et/ou partenariaux) soit sous la forme de centre d'excellence ou soit sous la forme de groupes de travail ou de formation aux nanotechnologies. On assiste à l'émergence de clusters de grande taille et surtout à croissance rapide, notamment en Asie. Les thématiques santé et développement durable sont souvent mises en exergue.

Au niveau européen, on retrouve les thématiques de P3N dans le programme NMP et IST du 7^{ème} PCRD. Certaines lignes seront également présentes dans la JTI ENIAC (sur le développement d'outils de simulation).

En ce qui concerne l'articulation avec l'Europe, le programme P3N se positionne de la manière suivante :

- Son but est de consolider les équipes nationales et aussi les liens qui existe entre elles, qu'elles soient du secteur public ou du secteur privé. Il vise à augmenter le savoir faire des équipes pour leur permettre de mieux accéder à la dimension européenne³⁸.
- La dimension nationale semble suffisante dans une bonne partie des projets partenariaux, compte tenu du petit nombre d'industriels par projet (1 ou 2) et du premier enjeu qui est de faire entrer des industriels nouveaux.
- Il y a un travail d'analyse à mener pour comprendre les mauvais résultats de la France aux premiers appels du 7^{ème} PCRD afin d'en déterminer les causes et de proposer des mesures correctives. A ce stade, nous ne sommes pas en mesure de comprendre ce problème et donc nous ne proposons pas d'articulation particulière.

- **Caractère international du programme**

La stratégie adoptée est d'ouvrir progressivement le programme PNANO puis P3N à l'international selon deux axes :

- Européen. Le programme PNANO (donc P3N) se fait en coordination avec un ERAnet Nanosciera dont les thèmes scientifiques (désormais très ciblés) sont distincts afin de conserver une complémentarité. Un autre ERAnet (collaboration avec le département biologie santé de l'ANR) sur la nanomédecine est en construction. Il est envisagé à moyen terme de le compléter avec des accords bilatéraux (DFG, EPSRC,...) permettant à des consortium impliquant d'autres nationalités d'être financés.
- Des pays hors Europe. Le programme devrait être ouvert sur des thèmes ciblés à des projets avec le Brésil. D'autres pays pourraient être associés et des discussions vont être initiées avec le Canada et les USA (NSF).

Programme :

RTB : Recherche Technologique de Base

Mots-clés : Grande infrastructure de recherche, micro et nanotechnologie, nanocaractérisation, simulation et conception, nanoélectronique, nanophotonique, micro et nanosystèmes.

Résumé :

Le programme vise à doter la France d'une infrastructure de recherche technologique au meilleur niveau pour les micro et nanotechnologies. Le réseau est composé de centrales technologiques développant des recherches amont et jusqu'à des transferts vers l'industrie. Les centrales sont focalisées sur la nanofabrication, la nanoélectronique, la nanophotonique et les micro et nanosystèmes incluant les dimensions de nanocaractérisation et de simulation et conception. Le réseau est composé de sept centrales réparties sur cinq grandes zones du territoire : Paris IDF (LPN et IEF), Lille (IEMN), Nord Est (FEMTO), Grenoble (PTA et LETI), Sud Ouest (LAAS). Le programme assure l'investissement et l'exploitation de ce réseau avec une volonté d'ouverture à la communauté scientifique et industrielle.

- **4^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 - 2010**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme national / ouvert à l'international**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme est la continuation du programme RTB 2005-2008. Il est lié à PNANO dans la mesure où ces centrales sont des acteurs majeurs de ce programme.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Les objectifs du programme étaient :

- De rattraper le retard pris par la France dans le domaine des infrastructures de recherche technologique vis-à-vis de la compétition internationale (Instituts Fraunhofer en Allemagne, Etats-Unis, Corée, Taiwan, Japon) ;
- De coordonner ces investissements au travers d'un programme scientifique et d'une répartition des infrastructures sur l'ensemble du territoire français ;
- De favoriser le transfert entre recherche fondamentale et recherche applicative ;
- De favoriser l'ouverture de ces infrastructures à l'ensemble de la communauté scientifique.

Résultats attendus :

Les résultats attendus à l'origine étaient :

- Une infrastructure de recherche compétitive et bien coordonnée, donc la disponibilité pour les équipes de recherche extérieures à ces centrales de moyens lourds pour réaliser des échantillons de plus en plus complexes.
- Des avancées scientifiques et technologiques majeures dans des secteurs ciblés.
- Disponibilité pour l'industrie de moyens de R&D de niveau suffisant, en particulier des accès technologiques facilités pour des start-ups et des PME.

On doit plutôt parler de résultats en cours dans la mesure où le programme a été initié il y a plusieurs années et est d'ailleurs suivi depuis 2006 par un panel international qui mentionne dans ses conclusions « *L'essentiel de cette première phase a été de réaliser les investissements nécessaires pour améliorer la compétitivité et d'habituer les différentes organisations à travailler ensemble. Cela a été réussi et constitue une base solide pour entamer une seconde phase. De bons exemples d'intensification de la collaboration sont le workshop sur les matériaux piézo-électriques et le nombre de projets exogènes (on a atteint l'objectif de 15 %). De plus, des exemples clairs de l'augmentation des collaborations entre centrales ont été montrés. On peut citer les projets proposés à l'Europe. De plus, les investissements réalisés grâce à la RTB ont amélioré la visibilité des centrales françaises. Peut-être le meilleur exemple de ceci est l'accord récemment conclu avec le CALTECH et la collaboration entre IBM et le LETI. Dans ces deux cas de figure, les investissements de la RTB ont été des éléments clés. En conclusion, le programme RTB a montré son utilité et nous recommandons fortement sa poursuite.* »³⁹

³⁹ The essential part of the phase 1 has been to realize needed investments to increase competitiveness and to get different participating organisations familiar with each other. This has been successfully completed and also this has formed a solid base to move to phase 2. Good examples of the increased collaboration is the workshop on piezoelectric materials and number of exogenous projects. The latter has reached the goal of 15 %. Furthermore, clear evidence of increased joint activities has been described. This is indicated e.g. by proposed EU projects. In addition, the BTR investments have increased visibility of French nanofacilities. Perhaps, the best evidence of this is recently established alliance with CalTech and collaboration with IBM by CEA-LETI. In these cases, the BTR investments have been vital part of the new joint activities. In conclusion BTR program has shown its usefulness and continuation of the program is strongly recommended.

Le panel propose d'entamer une deuxième phase avec des buts plus ambitieux qui reviennent :

- A rendre le travail de ces sept centrales plus collectif en termes de méthodes, d'indicateurs et de vision.
- Pour certaines d'entre elles, avoir une vision plus stratégique de leur rôle en particulier à l'international (notamment les éléments évoqués dans la fiche P3N) et sur le moyen long terme.
- A rationaliser leur fonctionnement par exemple en termes de réflexion sur le personnel, les indicateurs de leur bonne marche.

Impact espéré :

L'impact attendu de ces deux phases successives est :

- Le maintien à niveau des équipements de ces centrales, ce qui leur permet de proposer une offre de service conforme aux normes actuelles.
- Augmentation de l'attractivité du territoire français pour attirer des entreprises innovantes et augmentation des performances et de la compétitivité des starts-ups et des PME du domaine.
- Meilleure implication dans les programmes européens et internationaux.
- Augmentation de l'efficacité des centrales et mise en place d'une vision stratégique commune, partage d'une vision commune permettant de rationaliser les rôles de chacun et les investissements.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les enjeux des nanotechnologies ont déjà été discutés dans la fiche du programme P3N. Les enjeux plus spécifiques associés au programme RTB sont liés au fait qu'une partie significative des recherches en nanosciences et nanotechnologies demande des infrastructures de plus en plus lourdes. Il existe en fait un besoin de centrales de tailles variées : centrales de proximité⁴⁰ à l'échelle de quelques laboratoires, centrales de taille nationale, centrales de taille européenne pour les projets les plus complexes proches de l'industrie⁴¹.

L'existence de telles infrastructures mais aussi de leur fonctionnement coordonné sont cruciaux pour que la France et l'Europe, si on regarde la question plus globalement, soit un territoire attractif pour la recherche en nanotechnologie :

- En générant des bassins géographiques avec des masses critiques de chercheurs ou d'ingénieurs de haut niveau capables de s'attaquer aux sujets d'actualité et plus

⁴⁰ Il faut souligner que la DGRI a récemment pris une initiative pour soutenir de telles installations plus légères davantage orientées vers la recherche fondamentale et pluridisciplinaire et qui seront associées avec les centres de compétences C'NANO

⁴¹ De ce point de vue, cette problématique est proche de celle du calcul intensif qui met en jeu des échelles régionales, nationales, européennes.

généralement pour que les équipes de recherche académiques puissent avoir accès à des équipements de bon niveau.

- En faisant que des entreprises implantées sur le sol français puissent mener des programmes de R&D compétitifs en trouvant à la fois des infrastructures de bon niveau et des équipes qualifiées.

Les enjeux économiques sont de deux ordres : rester attractif pour les entreprises investissant dans les nanosystèmes, garder une forte capacité à accumuler de la propriété intellectuelle sur ces sujets.

Il faut souligner que, partout dans le monde, de telles infrastructures se développent, en particulier aux Etats-Unis, en Asie, au Royaume Uni.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Les thèmes de recherches qui sont développés sont :

- Nanofabrication
- Nanoélectronique
- Nanophotonique, spintronique
- Micro et nanosystèmes
- Intégration hétérogène
- Nanocaractérisation

Positionnement scientifique et technologique

• Enjeux scientifiques et technologiques du programme

Le programme vise à utiliser cette infrastructure pour progresser dans l'avancée des connaissances et surtout à développer des filières technologiques qui seront utilisées pour la réalisation de dispositifs aux fonctionnalités augmentées. Il est important que ces centrales continuent à se coordonner compte tenu de la multiplicité des technologies concernées :

- La filière silicium et la poursuite de la loi de Moore,
- Les matériaux pour l'optique tel le GaN,
- Les MEMS et les NEMS avec l'emploi de matériaux variés,
- Les systèmes fluidiques,
- L'exploration de nouvelles filières « non silicium » alternatives (électronique organique, électronique moléculaire).

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Les partenaires RTB, et en particulier le LETI, sont intégrés dans des alliances internationales :

- Au niveau européen, alliance sur l'intégration hétérogène avec les FHG et VTT et une des composantes du réseau (LETI) et il y a également une alliance sur les technologies 300mm.
- Le réseau RTB a été impliqué dans des réseaux d'excellence européens et participe à une JTI du 7^e PCRD.

- **Caractère international du programme**

Le programme RTB en tant que tel est national, même si tous les bénéficiaires sont impliqués dans des collaborations internationales. Il est possible qu'à moyen terme, dans une optique d'intégration plus poussée des centrales européennes, le programme RTB s'internationalise. L'objectif d'une meilleure intégration des centrales nationales ne peut que contribuer à mieux préparer cette éventuelle étape européenne.

Sciences humaines et sociales

Le Département des Sciences Humaines et Sociales renouvelle pour 2009 l'ensemble des thématiques de ses appels à projets, comme il est d'usage chaque année. Il propose deux nouveaux thèmes :

- Sciences, techniques et savoirs en sociétés : enjeux actuels, questions historiques
- Enfants et enfance

Ces choix, élaborés après plusieurs réunions du comité sectoriel, s'inscrivent dans la politique de programmation du département et répondent à plusieurs soucis :

- Renouveler les approches sur un sujet important tout en permettant à une communauté de s'organiser et de se structurer (thème 1),
- Traiter des grandes questions de société avec un regard sur l'avenir : les enfants d'aujourd'hui sont les hommes de demain (thème 2).

Ils répondent aussi à la préoccupation constante du département de conforter les équipes de recherche françaises dans leur positionnement international en proposant des thématiques qui sont abordées dans les appels d'offre des agences étrangères ou de la communauté européenne. Il est indispensable de renforcer la présence française dans la constitution des consortiums de recherche internationaux et la politique de programmation doit s'articuler avec la politique internationale d'accords bi- ou multilatéraux conclus avec nos partenaires étrangers.

L'objectif du programme « Sciences, techniques et savoirs en sociétés » est d'analyser la manière dont les savoirs et les produits techno-scientifiques se sont déployés ou se déploient aujourd'hui dans les sociétés, et avec quelles conséquences : le sujet est d'actualité mais il est d'autant plus justifié qu'il permet d'accompagner un renouveau conceptuel et souvent interdisciplinaire de la recherche qui associe historiens, philosophes, sociologues et spécialistes de la politique des sciences depuis trois décennies. Les Sciences Humaines et Sociales ne sont cependant pas les seules concernées : l'objet de la recherche, c'est à dire les autres sciences, doit s'installer au cœur de la réflexion et il va sans dire que les collaborations interdisciplinaires qui engageront les partenaires à se risquer hors de leur domaine, à se confronter, voire à se transformer partiellement seront fortement encouragés.

A travers l'enfant, se dessine la société de demain. L'objectif du programme « Enfants et enfance » est de permettre d'établir un état des lieux et d'approfondir la connaissance des statuts des enfants et des processus de changement durant l'enfance : le nombre de disciplines concernées est très large d'autant que les études diachroniques seront aussi les bienvenues. Les travaux historiques et les comparaisons internationales mettront en exergue les spécificités nationales, mais aussi les convergences. Par ailleurs des projets pluridisciplinaires pourront associer les sciences du vivant et de la santé aux sciences humaines et sociales.

Programme :

Sciences, technologies et savoirs en sociétés. Enjeux actuels, questions historiques

Mots-clés : Savoirs, Histoire et philosophie des sciences, Sciences et sociétés, Éthique.

Résumé :

L'objectif du programme est d'analyser comment se déploient et se sont déployés les sciences, les technologies et les savoirs dans différents espaces géographiques et politiques, mais aussi comment les sociétés, celles du Nord comme celles du Sud, dans le passé comme aujourd'hui, ont appris à vivre avec les sciences et les techniques. Le programme s'inscrit dans la réflexion diachronique et fait appel à une large collaboration pluridisciplinaire qui implique les sciences humaines et sociales, mais aussi les autres sciences.

- **Programme nouveau**
- **Année pour lesquelles le programme est prévu :** 2009
- **Type de programme :** ouvert
- Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**
Il s'agit d'un nouveau programme qui prend appui sur une large réflexion engagée dans le cadre d'un ARP intitulé « Sciences et Sociétés ».

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

L'objectif de ce programme est d'analyser comment se déploient et se sont déployés les sciences, les technologies et les savoirs dans divers espaces géographiques et géopolitiques, comment ils ont pris forme en société, en économie, en culture et en politique, et comment les individus et les sociétés ont appris à vivre avec les sciences et les techniques, dans toutes les parties du monde, dans le passé comme dans le présent.

Cet appel est conçu de façon très large, des pratiques de savoirs les plus anciennes à l'innovation et aux techno-sciences contemporaines. Il vise à comprendre les modes de fabrication de ces savoirs, les ontologies qu'ils énoncent, les représentations qui les soutiennent, les modes d'action qu'elles suggèrent, leurs intrications aux autres pratiques sociales et ce, à toutes les échelles spatiales et temporelles. Il s'adresse donc autant aux philosophes qu'aux sociologues, aux sciences politiques qu'aux études juridiques ou littéraires, à l'anthropologie qu'à l'histoire de toutes les périodes et de toutes les régions du monde. Aucun domaine de recherche n'est exclu pour autant qu'il s'intéresse aux sciences, techniques et savoirs, à leur création, à leur appropriation et à leur régulation, aux enjeux et conflits qui les entourent, aux questions qu'ils soulèvent dans la vie sociale, économique et politique, aux manières d'agir et de réagir du corps social et des individus, dans l'espace public comme dans la vie privée.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les changements de tous ordres qui ont affecté nos sociétés depuis plus d'un demi-siècle interrogent le monde scientifique sur les conséquences et l'impact des nouvelles découvertes. Par ailleurs, le renouveau des études sur les sciences, les techniques et les savoirs, en histoire, droit, philosophie, sociologie ou sciences politiques depuis une trentaine d'années, dans un contexte de renouvellement conceptuel, souvent interdisciplinaire, invite à modifier les approches.

Ce programme repose sur le constat de la variété et de l'ampleur des changements qui ont récemment affecté nos sociétés quant aux savoirs et produits techno-scientifiques, ainsi qu'à leurs manières de se déployer en société. On peut mentionner, à ce propos, la montée des sciences du vivant, la rapidité de renouvellement de l'offre techno-scientifique, l'émergence de nouvelles questions « gérées » par les sciences (réchauffement climatique, bio-diversité). Rappeler les changements dans les formes d'innovation, la transformation des droits de propriété intellectuelle, les formes nouvelles de régulation (par le risque, par l'éthique). Évoquer l'irruption d'une 'société civile' active qui s'appuie sur une expertise « indépendante », les discours de la bonne gouvernance et de la durabilité, l'existence de nouveaux cadres d'action.

Ce programme repose aussi sur l'extrême renouveau de l'histoire, de la philosophie, de la sociologie et des études politiques des sciences, des techniques et des savoirs depuis trois décennies. Ce renouveau, conceptuel et souvent interdisciplinaire, mérite d'être aujourd'hui accompagné. A la fois pour arriver à des descriptions plus denses et globales des mutations contemporaines, mais aussi pour les situer dans des compréhensions plus larges, philosophiques et historiques, politiques ou économiques. Ce programme invite donc les porteurs de projet à s'appuyer sur l'acquis, mais aussi à déplacer les regards et approches, à regarder aussi les choses à partir des périphéries (loin des seuls laboratoires du Nord), à retourner au passé et au travail historique, à proposer des lectures aux cadrages variés. En bref, il parie sur l'importance du passage par de multiples positionnements intellectuels pour mieux comprendre en retour les sciences, les techniques et les savoirs en sociétés.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Plusieurs dimensions sont proposées, mais elles ne sont pas exhaustives.

1. – Sciences, Savoirs, Institutions, Innovation

Cet axe de réflexion concerne notamment la nature des savoirs, la philosophie des sciences et des techniques, mais aussi l'histoire de leur déploiement dans des mondes différents. Il s'intéresse également à la distribution des formes de savoir et de leurs espaces de production, aux régimes de validation des connaissances et à la construction de la légitimité des questions de recherche dans divers espaces sociaux. Il invite enfin à étudier les institutions de recherche et d'enseignement en s'interrogeant, entre autres, sur les modes divers de l'évaluation, le fonctionnement et la composition des laboratoires et des communautés scientifiques, la « responsabilité » et l'engagement des scientifiques. Il invite donc à examiner avec attention la manière dont se crée le savoir.

2. – Cultures, identités, représentations, circulations

Sur la question de l'interaction des sciences et du social, les pistes de recherche sont nombreuses : on peut en énumérer quelques-unes, et cette liste ne saurait être exhaustive : les sciences comme technologie ; les sciences et techniques comme promesses ; les sciences et techniques comme menaces. On ne négligera pas les fonctions sociales et politiques des discours de la science et sur les sciences, notamment les images et l'imaginaire (imaginaires de la science et de la technique : utopies et scientisme), les représentations sociales et culturelles des sciences et, d'une manière générale, les sciences et techniques dans la production littéraire et artistique (roman, science-fiction, bande dessinée, etc.).

Une large place doit être réservée aux rapports entre sciences, religions et croyances, domaine dans lequel la réflexion devra privilégier les perspectives historiques et diachroniques : rôle des croyances et des attentes dans la construction du savoir scientifique, articulations entre sciences et croyances religieuses, science et laïcité. Une autre perspective de recherche concerne les sciences et techniques dans la construction des identités, dans la construction des genres et des races (ou des ethnies) au fil des siècles : les sciences et « l'invention du naturel ».

3. – Politique, économie, gouvernement

Le gouvernement des savoirs, des sciences et de l'innovation constitue un aspect essentiel de la quête scientifique proposée, avec, en corollaire, un certain nombre de questions concernant l'opérationnalité de la science moderne, la relation entre innovations techniques et création de marchés, l'« économie de la connaissance ». On pourra aussi s'interroger sur le gouvernement du monde par les sciences, sur les savoirs scientifiques et techniques comme outils de gouvernement et sur la variation de ces formes et outils scientifiques au fil du temps (statistiques, cartes, *benchmarks*, etc.).

La variété des modes de régulation des savoirs, des techniques et des produits technoscientifiques constitue un autre domaine de recherche riche en perspectives d'études : régulations par les marchés, par les professions, par les règles. En outre, la place du débat politique, de la contestation dans l'espace public et médiatique, de la négociation dans des arènes diverses, de la nature des règles mais aussi de la gouvernance nationale et mondiale des sciences et par les sciences invite(nt) aussi à la réflexion.

Les rapports entre sciences et démocratie devront être précisés, mais aussi les manières dont les sociétés se saisissent d'enjeux scientifiques et techniques, construisent des anticipations et des risques ; la question de l'expertise dans et hors des administrations techniques, des formes de l'expertise, de l'expertise légitime et de la contre-expertise devra être posée.

4. – Nature, environnement, précaution, durabilité

Ce thème constitue une ouverture essentielle qui doit faire une place aux questions d'environnement, celles qui concernent les relations entre l'homme et la nature. Un certain nombre de mots-clés et d'expressions permet de mesurer l'ampleur des champs d'investigation : science moderne et philosophies de la nature ; science moderne, éthiques de l'environnement et paradigmes conservationnistes ; science moderne, politiques de la nature et technicisation du monde ; modélisations, ingénierie écologique, développement durable et précaution ; système Terre, changement climatique et préservation de la bio-diversité ; risques globaux interdépendants, action préventive et politiques d'adaptation.

5. – Mondialisations, empires, interactions culturelles, conflits

Cette dimension comprend l'étude des sciences et des savoirs dans le contexte des différentes mondialisations qu'a pu connaître l'Occident depuis les 15^e / 16^e siècles. Elle implique l'étude de la circulation des savoirs, des mouvements de lettrés et de savants, du déplacement de livres et de techniques. Il conviendra de mesurer le rôle clé des interactions culturelles, notamment pour l'invention des savoirs modernes, et de prendre en compte les recherches sur les sciences de la navigation, les savoirs géographiques et cartographiques, l'invention de savoirs ethnographiques, linguistiques et administratifs. Dans cette perspective, les retours historiques sont nécessaires pour mieux appréhender la nature des institutions globales de savoir : ordres religieux (jésuites à l'époque moderne), compagnies commerciales (compagnies des Indes), administrations nationales et institutions internationales (Banque Mondiale, etc.). Aujourd'hui, la gestion des savoirs au niveau mondial, local / global, la « fabrication » des experts et des savoirs globaux apparaissent comme des questions essentielles.

Positionnement international

Plusieurs programmes ont été mis en place aux États-Unis (sous l'égide de la NSF) et en Europe, que ce soit au sein d'institutions nationales (ESRC au Royaume-Uni) ou au sein de la Commission européenne (programmes PRIME, ESF). Afin de créer un programme, la direction Sciences, Économie et Société de la Commission européenne a organisé un workshop exploratoire en juin 2006 et sollicité la rédaction d'un rapport « *historical perspectives on science, society and the political* », coordonné par D. Pestre, janvier 2007. L'objectif du programme est donc aussi de préparer les équipes de recherche nationales à s'intégrer dans des consortiums plus larges dans le cadre de futurs programmes européens.

Programme :

Enfants et enfance

Mots-clés : Enfants, Enfance, Mineur, Développement, Famille, Santé, Éducation, École, Statut de l'enfant, Droits de l'enfant, Jouets et jeux, Protection de l'enfance, Enfances irrégulières.

Résumé :

Le présent programme se propose de croiser les connaissances et les méthodologies en sciences humaines et sociales permettant d'aborder quatre thématiques centrales autour de la question de l'enfance et des enfants : les définitions de l'enfance et les statuts qui y sont liés ; les figures de l'enfance (représentations sociales, normes et politiques de l'enfance) ; l'enfant acteur dans son environnement et de ses milieux de vie ; la culture d'enfance.

- **Programme nouveau**
- **Année pour lesquelles le programme est prévu :** 2009
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** sans objet

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

À travers l'enfant, se dessine la société de demain. L'objectif de ce programme est de favoriser le développement de recherches relatives aux enfants (entendus avant la majorité) et à l'enfance (au sens le plus large), dans les différentes dimensions propres aux sciences humaines et sociales. Les approches comparatives, tant diachroniques que spatiales, et pluridisciplinaires croisant les différentes méthodologies y auront toute leur place. Ces recherches doivent permettre d'établir un état des lieux et d'approfondir la connaissance des statuts des enfants et des processus de changement durant l'enfance. Elles analyseront les facteurs qui influent sur ces processus, qu'il s'agisse des situations passées, actuelles et futures, eu égard aux conditions de vie des enfants et à l'incertitude qui caractérise les sociétés contemporaines. Ces recherches pourraient aussi à terme contribuer à éclairer les choix propices à la constitution d'environnements favorables au développement des enfants.

Résultats attendus :

Cet appel à projets doit permettre de renforcer et de structurer les travaux en sciences humaines, économiques et sociales, en mobilisant notamment la psychologie, l'anthropologie, les sciences de l'éducation, l'histoire, la linguistique, la littérature ainsi que la sociologie, la démographie, le droit, l'économie et les sciences de gestion, les sciences politiques, la géographie. Les travaux historiques et les comparaisons internationales permettront également de mettre en évidence les spécificités nationales et les convergences en jeu. Des projets pluridisciplinaires pourront associer les sciences du vivant et de la santé aux sciences humaines et sociales.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

L'enfant est au cœur, aujourd'hui, de nombreux enjeux sociétaux, qui sont divers et parfois contradictoires, notamment en raison des changements rapides des groupes et institutions dans lesquels il évolue. Ces modifications rapides ont entraîné une remise en cause des statuts et suscité une incertitude sur les réponses à apporter aux problèmes posés. Relever les défis correspondants rend nécessaire d'une part, un réexamen des connaissances concernant l'enfance, ses représentations, ses besoins, sa capacité d'agir et réagir et d'autre part, la production de nouveaux savoirs et savoir-faire. Peuvent être mentionnés différents enjeux :

- Enjeux **politiques** : la question de la participation de l'enfant à la prise de décision et donc celle de sa citoyenneté se pose avec acuité : la mise en place des « conseils d'enfants », l'attention portée à la parole de l'enfant révèlent des choix de société : l'enfant d'aujourd'hui est l'homme du futur et la place et le statut que lui accorde la société annoncent le monde de demain.

- Enjeux **économiques** : l'enfant représente un coût aussi bien pour la famille que pour l'État mais l'enfant est aussi un consommateur convoité. Prendre la mesure de l'« économie de l'enfance » constitue une des justifications de ce programme, aussi bien économie « marchande » que politiques sociales redistributives.
- Enjeux **sociaux** : l'enfant porte des valeurs révélant l'état d'une société, son rapport au droit (national et international), sa situation lors des transitions démographiques, l'influence des religions dans les prises de décisions parentales, qu'il est pertinent de connaître. Les enjeux sociaux révèlent aussi la nécessité de protéger l'enfant de nombreuses formes de maltraitance : les systèmes de protection internationaux ont permis d'identifier la persistance de certaines formes d'exploitation, voire de trafic.
- Enjeux **familiaux et démographiques** : la structure des familles contemporaines conduit à une redéfinition du statut de l'enfant. Qu'il s'agisse de familles recomposées, monoparentales, homoparentales, en quête d'adoption ou d'assistance médicale à la procréation, le schéma de la famille nucléaire n'est plus dominant. À travers le monde, des familles sont aussi soumises à des politiques de population (par exemple, la politique de l'enfant unique en Chine ou celles natalistes en Europe), ou à l'évolution des techniques médicales, mais aussi des techniques de procréation assistée, des biotechnologies, qui ont des effets sur le devenir de l'enfant (par exemple, le rôle de l'échographie dans les pratiques foeticides en Inde, l'usage des techniques génétiques...). De même, dans des situations de crise sociale ou familiale, l'enfant sera confié (placement, adoption nationale ou internationale). L'enfant révèle, dans ce cas, une tension entre différents acteurs qui n'ont pas obligatoirement la même notion de son bien-être et de sa protection.
- Enjeux **juridiques** : l'enfant est à la fois objet et sujet de droits. Le « droit à l'enfant » est de plus en plus revendiqué, ce qui fait de l'enfant désiré une figure centrale. Mais l'approche juridique pose aussi le problème du « droit à l'enfance », c'est-à-dire du droit à être nourri, éduqué, protégé, etc. et des « droits des enfants », variante spécifique des droits de l'homme (droit à être écouté, droit de participation) : d'où la polémique soulevée par l'adoption en 1989 de la Convention des droits de l'enfant liée à la prise en compte dans un même texte d'éléments concernant un enfant « qui grandit ». L'enfant est souvent perçu comme un enjeu de protection mais aussi comme porteur de dangers potentiels et qu'il convient de responsabiliser. Les différentes réformes législatives récentes témoignent de la difficulté à placer le curseur entre l'« enfance en danger » et l'« enfance dangereuse ».
- Enjeux **éducatifs** : l'ensemble des institutions éducatives est parfois en difficulté en raison du nouveau statut de l'enfant. Les modalités d'apprentissage ont également subi de profondes modifications (nouvelles technologies, précocité de la scolarisation, nouvelles sociabilités...) dont les conséquences restent encore largement méconnues. Ce qui était auparavant une éducation centrée sur l'école, la famille et le groupe social se trouve maintenant distribué dans une multiplicité d'instances.

- **Enjeux sanitaires** : l'enfant est désormais un objet de soins dès avant la naissance, ce qui entraîne la formation de nouvelles disciplines médicales, qui interpellent les sciences humaines et sociales. Par ailleurs, les collectivités territoriales et la médecine scolaire jouent un rôle central dans la protection de la santé infantile et sont donc interpellées par des problèmes nouveaux, comme la malnutrition, volontaire ou subie, les allergies alimentaires...

Sur toutes ces questions, des approches diverses et parfois contradictoires se sont développées qui appellent un état des lieux, de nouvelles analyses et de nouvelles recherches en vue d'apporter des éléments de réflexions dans un champ scientifique jusque-là fragmenté.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche

Axes et thèmes des recherches

1- Définitions de l'enfance : âges de la vie et statuts

Cet axe doit permettre d'aborder les différentes définitions de l'enfance et des enfants, que ce soit du point de vue de l'historien, du juriste, du psychologue, sociologue ou anthropologue, philosophe ou littéraire. On pourra analyser les critères et les termes utilisés, les enjeux que ceux-ci recouvrent. Les âges de transition ou périodes de la vie méritent spécifiquement d'être étudiés, de la période prénatale à l'enfant, du nourrisson à l'enfant scolarisé, puis à l'adolescent. Au plan juridique, l'enfance semble coïncider avec la notion unitaire de minorité, mais celle-ci s'accorde mal avec la diversité des enfants comme en témoignent les nombreux seuils d'âge qui, en droit pénal comme en droit civil, donnent au statut du mineur un aspect moins homogène qu'il n'y paraît au premier abord. La notion de stade de développement devrait être revisitée, à la lumière des connaissances accumulées ces dernières années sur la question des rapports entre mécanismes généraux et mécanismes spécifiques de développement.

L'enfance est souvent perçue comme une période de dépendance, durant laquelle les enfants apparaissent particulièrement tributaires de leur environnement familial, affectif, économique et culturel. Cependant, de façon contradictoire, l'enfant est également perçu comme un être autonome, en particulier la parole de l'enfant est devenue un élément essentiel dans les processus de décision qui le concernent. Cette participation de l'enfant lui confère sans doute un pouvoir nouveau, une influence qu'il est difficile de négliger. Elle provoque également une évolution des rapports de l'enfant avec son entourage familial, éducatif et social. Cette problématique mérite d'être abordée par l'ensemble des sciences humaines et sociales, en interaction éventuelle avec d'autres champs disciplinaires.

2- Figures de l'enfance : savoirs, normes et politiques de l'enfance

- Concernant les *savoirs* qui contribuent à élaborer les figures de l'enfance, trois champs sont identifiés. Tout d'abord, l'état des savoirs sur l'enfance, en France et à l'étranger, leurs évolutions historiques, leur mode de « labellisation » et de diffusion dans le monde des professionnels et dans le grand public. Ensuite, les modes de constitution des savoirs sur l'enfance dans les différentes spécialités disciplinaires et leurs institutions, avec les questions de frontières entre spécialités et de déontologie (expérimentations, éducations innovantes). Enfin, les usages des savoirs sur l'enfance, soit dans la légitimation des politiques publiques soit dans les discours accompagnant les pratiques (éducatives, médicales, juridiques, sociales), ce qui suppose d'interroger les modèles d'expertises qui accompagnent le débat médiatique.

- Concernant les *normes* qui participent à la construction des figures de l'enfance, deux dimensions sont envisagées : d'une part, les grandes organisations internationales ont progressivement construit une certaine vision de l'enfance, vision qui a d'ailleurs évolué à travers le temps. Une même exploration pourra être faite au niveau européen en examinant les contributions des différents Etats aux manifestations internationales concernant la santé, la protection de l'enfance, l'éducation, la question des réfugiés et des migrants, l'adoption, etc. D'autre part, les recherches sur « l'invention » d'une catégorie (ou d'une famille de catégories), sur son évolution, sur la définition et la redéfinition du périmètre des populations qu'elle recouvre, sont attendues. Les travaux pourront porter sur des groupes dont les comportements, au regard des normes sociales, sont considérés comme problématiques, par exemple, les enfants hyperactifs, les surdoués, les mineurs étrangers isolés ou plus anciennement les mineurs vagabonds ou les enfants déficients. Chaque figure de l'enfance, « régulière » ou « irrégulière » est l'objet de processus de désignations utilisées aussi bien dans des revues savantes que dans des médias grand public, dans des discours administratifs que dans des codes juridiques, dans des champs professionnels (médicaux, sociaux, pédagogiques...) que dans le champ politique : l'appel à projets invite à s'interroger sur ces différentes questions

3- L'enfant acteur : environnements et milieux de vie

Les environnements et les milieux de vie sont des organisations dynamiques au sein desquels se déroulent des enfances sous certaines contraintes, voire opportunités, globales ou locales que les enfants, en tant qu'acteurs sociaux, contribuent aussi à faire évoluer. Les investigations pourront aborder l'analyse des environnements et de leurs articulations, ainsi que celles des dimensions qui structurent les milieux de vie plus ou moins contrastés. On sera attentif à la prise en compte des différenciations liées aux catégories sociales, au genre, à l'âge, aux appartenances ethniques ou religieuses... et à leurs diverses interactions. La dimension historique et comparative peut utilement éclairer d'une part les évolutions de la famille (nouvelles formes de solidarités entre générations, relations dans la fratrie), d'autre part les interactions entre pairs (déterminants et fonctions, nouvelles sociabilités, par exemple les réseaux interpersonnels virtuels) ainsi que les facteurs et les conséquences des partitions en classes d'âge.

L'approche par les milieux mérite d'être complétée par une analyse des conditions initiales et des facteurs de développement des ressources socio-cognitives et émotionnelles de l'enfant qui lui permettent d'être un acteur social compétent. Dans ce contexte, la prise en compte de « la parole de l'enfant » impose une réflexion éthique et méthodologique. De même, la question des pathologies au cours de l'enfance mériterait d'être abordée : caractérisent-elles des manifestations d'adaptation ou suscitent-elles une logique de l'exclusion ou du contrôle social ?

4- Cultures d'enfance : objets et pratiques

L'existence d'une culture d'enfance (entendue au sens le plus large incluant la culture des adolescents) s'exprime par des objets, des images, des pratiques conçus par les enfants, pour eux et à propos d'eux. Comment ces objets sont-ils conçus ? Quelle est leur place dans l'économie des sociétés ? Que signifient-ils ? Comment sont-ils consommés, utilisés ? Quel est le rôle des parents, d'autres adultes, qu'ils soient ou non éducateurs, des pairs dans leur utilisation ? Ces objets concernent aussi bien les besoins vitaux, le confort, le développement, le loisir ou le plaisir des enfants. Cela va de l'alimentation aux jeux vidéo en passant par le vêtement, le mobilier, le livre ou le jouet. Ils diffèrent selon l'âge, le sexe, le milieu social, la culture de l'enfant. Il existe des objets liés aux handicaps, à l'éducation des enfants. Il importe d'en connaître l'histoire de la plus ancienne à la plus récente. La place de la consommation enfantine est à étudier dans ses diverses dimensions (juridique, économique, sociologique, psychologique, géographique, etc.), mais aussi la culture enfantine ou la façon dont l'enfant intervient sur la conception de ses objets (voire en produit dans certains contextes) et se les approprie. On s'intéressera tout particulièrement à l'effet du contexte social et culturel sur la conception, la consommation et l'appropriation des objets.

Ces objets produisent une culture d'enfance, une façon de mettre en scène le monde pour les enfants à travers les objets, les récits, les images. Comme se déploie-t-elle aujourd'hui, en particulier dans le contexte de la mondialisation, de sa circulation sur des multitudes de supports dans diverses sociétés ? Les nouveaux objets liés aux technologies numériques (téléphone portable, ordinateurs, consoles de jeux) méritent d'être tout particulièrement étudiés. Cette culture d'enfance donne lieu à des représentations, à des mises en scène, dans l'art, dans la littérature, dans les médias, qu'il faudrait étudier dans le passé comme dans la société contemporaine. Elle s'élabore également à partir de pratiques, dont le jeu, développées par les enfants et les adolescents en relation avec l'environnement matériel et l'entourage. Ces objets et pratiques ont des effets sur le développement et l'éducation de l'enfant. On s'interrogera sur les savoir-faire, habiletés techniques, intellectuelles, perceptives ou motrices qui peuvent résulter de l'usage chez l'enfant des objets en général, des technologies numériques en particulier.

Positionnement scientifique et technologique et international

Une conjoncture scientifique internationale où la France apparaît en retard

De nombreux pays européens ont ouvert, il y a déjà plusieurs années, de grands programmes de recherche marquant la redécouverte de l'enfance comme objet scientifique. On citera, par exemple, la mise en place, dès les années 80, de grands programmes de recherche en Europe et qui portaient sur une comparaison de la vie quotidienne des enfants et leurs expériences sociales. Or, la France n'a ni lancé de tels programmes (contrairement aux pays nordiques, à la Suisse et au Royaume Uni), ni participé aux programmes européens tel que celui « *Childhood as a social phenomenon* » de l'European Centre for Social Welfare Policy and Research de Vienne, regroupant 16 pays, 1987-1992, ou plus récemment le programme COST Action 19 « *Children's Welfare in aging society* » (2001-2006). Ces grands programmes de recherche ont été explicitement conçus à partir du constat de l'oubli ou de la marginalité de l'enfance dans l'agenda scientifique pour pallier des manques dans l'état des connaissances.

De même des études longitudinales ont été initiées depuis déjà un demi-siècle dans de nombreux pays. La France s'est récemment engagée dans le programme ELFE (*Enquête longitudinale depuis l'enfance*), suivi d'une cohorte de 20 000 enfants, qui doit démarrer en 2009-2010. Cette étude, qui constitue une première, marque le point de départ d'un renouveau d'intérêt pour les études sur l'enfance et les enfants.

Ingénierie, procédés et sécurité

En 2009 seront directement associés au département « Ingénierie, procédés et sécurité » de l'ANR 3 programmes :

- « Matériaux fonctionnels et procédés innovants - MatetPro » (créé en 2005)
- « Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale - CSOSG » (créé en 2006)
- « Chimie et Procédés pour le Développement Durable – CP2D » (lancé en 2007)

« Matériaux fonctionnels et procédés innovants » et « Chimie et procédés pour le développement durable » s'inscrivent dans la large thématique liée au développement durable. A la période d'« éco-efficacité » qui a caractérisé les dernières décennies et caractérise encore de nombreuses activités doit succéder une ère d'« éco-conception » où les paramètres environnementaux seront pris en considération dès la conception du produit. La consultation faite pour la programmation 2009 a conduit à apporter certaines inflexions aux différentes thématiques de ces 2 programmes.

- Dans le domaine des matériaux, l'un des enjeux est de fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la science des matériaux, le génie des procédés, la chimie, la mécanique, la physique, les mathématiques, autour d'un objectif commun qui est le développement de matériaux plus performants répondant à des besoins exprimés par la société, de développement durable mais également de performances extrêmes. A côté de l'allègement des matériaux de structures, générateur d'économie d'énergie, de la mise au point de matériaux multifonctionnels sources d'innovation dans tous les domaines (habitat, transport, textile...), l'amélioration des procédés pour tendre vers des procédés de plus en plus propres en termes de rejets, d'économie de matière, d'énergie reste un enjeu d'importance.
- Dans le domaine de la chimie, une recherche de base et une innovation fortes prenant en compte la protection de l'environnement sont nécessaires. Elles ont été mises en avant par le groupe de réflexion « Avenir de l'industrie chimique en France à l'horizon 2015 ». Le Grenelle de l'environnement a proposé des actions concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain, qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017. La maîtrise des impacts et des risques liés aux substances et produits chimiques sur l'homme et l'environnement, telle qu'elle apparaît à travers la mise en place du règlement européen REACH (effective depuis le 1^{er} Juin 2007) est devenue un objectif majeur. Des dizaines de milliers de substances sont concernées. Il faut dès à présent envisager des solutions de substitution aux plus dangereuses comme les CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique).

Le programme « Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale » vise à faire émerger, selon une approche à la fois prospective et systémique, des solutions innovantes face aux enjeux liés à la sécurité : enjeux d'ordre organisationnel, sociaux, culturels, économiques, juridiques et/ou technologiques.

Trois objectifs principaux doivent être poursuivis afin de répondre à ces différents enjeux :

- i) Décloisonner l'ensemble des acteurs de la recherche en sécurité,
- ii) Instaurer une réelle démarche prospective,
- iii) Réorganiser et rendre plus homogène le marché de la sécurité.

Ces trois programmes prennent en compte, comme de nombreux programmes de l'ANR, la nécessité d'actions pluridisciplinaires. Souvent les recherches de base côtoient les applications (2 programmes sont partenariaux, le 3^{ème} est « ouvert »), les interactions des sciences dures avec les sciences humaines et sociales devront dans un avenir proche se développer tant pour la chimie et les matériaux que pour la sécurité globale.

Programme :

MatetPro : Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants

Mots-clés : Matériaux fonctionnels et multi-fonctionnels, Multi-matériaux et matériaux composites, Développement des procédés, Fonctionnement sous contraintes sévères, Matériaux et procédés respectueux du développement durable, Recyclage, Nanomatériaux et nanostructuration des matériaux, Synthèse et mise en oeuvre de nanomatériaux, Ingénierie des surfaces et interfaces, Matériaux hybrides, biomimétiques, Modélisation et simulation, Multi-échelles Multi-physiques

Résumé :

Il s'agit tout d'abord de mettre en évidence la fonctionnalité à remplir par les matériaux et les procédés associés. La démarche part simplement de l'énoncé du problème à résoudre: de quelle fonction ou combinaison de fonctions avons-nous besoin et quels sont les moyens pour y arriver en termes de matériaux et de procédés pour les élaborer ? L'accent sera avant tout mis sur des matériaux fonctionnels voire multifonctionnels (et les procédés associés) répondant un cahier des charges multicritères.

- **2^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme serait prévu :** 2009 -2010
- **Type de programme :** partenarial
- **Dimension internationale du programme :** Programme national (discussion en cours pour un appel commun avec la NSF)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le programme « Matériaux et Procédés » a représenté durant les années 2005, 2006 et 2007 287 projets partenariaux soumis avec un intérêt croissant de la communauté scientifique et industrielle.

En 2008 il a été décidé de faire évoluer cet appel. Dans le programme « Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants », les accents ont été mis sur la fonctionnalité des matériaux étudiés, sur l'innovation des procédés d'élaboration et de mise en oeuvre et sur la mise en évidence de sujets émergents à caractère amont plus marqué comme les multi matériaux, les approches multi physiques et multi échelles.

Le programme proposé pour 2009 est une continuité du programme « Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants » mis en place en 2008 avec néanmoins un renforcement de l'aspect procédés ainsi qu'une demande de projets de recherche en liaison plus forte avec les soucis de développement durable.

Résultats des années antérieures

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	82	16	7	12,1 M€	83	40
2006	99	23	27	18,3	148	70
2007	106	28	46	21,24M€	154	69
2008	104	26*	58	En cours	136	58

*état de la sélection au 27/10/08

La réponse à l'appel à projets 2008 a été comparable à celle de 2007 en nombre de projets. Une première analyse montre que 37 % des projets concernent les matériaux fonctionnels et multifonctionnels, 20 % les multi matériaux et matériaux composites et 17 % de développements de procédés et modélisation et simulation. Un point important à souligner est que seulement 4 % des projets sont inscrits dans le domaine « matériaux et procédés respectueux du développement durable » et aucun projet ne concerne le « recyclage ». Ces résultats devront être pris en compte dans la rédaction de l'appel à projets 2009.

Enfin, 20% de l'aide demandée en 2008 concerne des projets portés par le domaine aéronautique.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Ce programme vise à fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la chimie, la mécanique, la physique, la science des matériaux, les mathématiques autour d'un objectif commun qui est le développement de matériaux plus performants répondant à une demande sociétale (santé, sécurité, confort), de développement durable (recyclage, changement climatique) mais également de performances extrêmes.

Les finalités seront celles de 2008 en insistant sur les procédés d'élaboration et recyclage des matériaux dans le respect du développement durable (efficacité énergétique, impact environnemental, économie de mise en oeuvre des matériaux) sur les procédés minimisant les dépenses énergétiques et l'utilisation des matières premières, ne faisant pas appel à des substances potentiellement nuisibles à l'environnement ou présentant un risque pour la santé, favorisant leur durabilité en service.

Résultats attendus :

Ce programme vise à favoriser le transfert de connaissance entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PME innovantes particulièrement nombreuses dans ces secteurs. On attend également une forte synergie entre des équipes de recherche en lien direct avec le caractère multi disciplinaires de l'appel. Les matériaux et les procédés associés sont présents dans presque tous les secteurs d'activités, qu'ils soient traditionnels ou innovants. Le succès du transfert des résultats de la recherche vers l'industrie, la capacité des entreprises à innover et leur compétitivité dépendent fortement de la qualité de la coopération entre laboratoires publics et industriels.

Impact espéré :

Ce programme est destiné à promouvoir une recherche pour le développement de produits et services fondés sur de nouvelles technologies. Les projets doivent également satisfaire des besoins sociétaux à moyen terme et contribuer à résoudre des problèmes d'environnement. Enfin les collaborations ainsi initiées doivent contribuer à structurer la communauté scientifique du domaine pour initier des programmes de dimension européenne dans le cadre du 7^{ème} PCRD. En effet les résultats du thème 4 « Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production » du 7^{ème} PCRD montrent une faiblesse de la participation des PME dans les projets de recherche. La structuration de cette communauté de PME autour d'un objectif de développement économique semble nécessaire et vitale déjà à un niveau national. Le saut à franchir pour une collaboration européenne en sera d'autant plus facilité.

Cela passe par une :

- forte communication autour de cet appel à projets, y compris au niveau des PME ,
- synergie avec les pôles de compétitivité qui sont des acteurs majeurs de la participation des PME aux projets de recherche.

Les acteurs concernés sont :

- bien entendu les acteurs académiques tels que : CNRS, CEA, Universités, Ecoles d'ingénieurs,...
- les centres techniques, cœur du transfert industriel,
- les industriels de grands groupes comme ARCELOR, ALCAN, Rhodia, ARKEMA, Saint-Gobain, Lafarge, PSA, Renault, Thalès, EADS, Airbus,
- les PME
- mais également les pôles de compétitivité: EMC2, MIPI, AESE, SCS, System@tic, Céramiques, Fibres Grand Est, Techtera, Axelera, Viameca, Plastipolis, Aerospace Valley,...qui sont pour certains d'entre eux des acteurs importants de ce programme, fédérant autour d'un projet de recherche les partenaires académiques, les PME et les grands groupes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'amélioration des connaissances des entreprises dans le domaine des matériaux et des procédés d'élaboration permettra le renforcement de leurs compétences et l'accroissement de leur compétitivité. L'ajout de nouvelles fonctionnalités à certains matériaux permettra d'augmenter leur intérêt et donc leur valeur d'usage, ce qui est un atout considérable à un moment où la compétition avec les pays à faibles coûts de production est sévère. Ces matériaux fonctionnalisés sont également un atout considérable pour le développement de PME ou de TPE dans des secteurs de niches.

Enjeux en termes de sécurité

Le développement de fonctionnalités telles que la résistance aux chocs, aux feux et à toutes autres sollicitations extrêmes (hautes températures, hautes pressions, flux neutroniques... en relation avec le projet ITER) est une réponse à un besoin accru de sécurité dans les transports, les bâtiments et les sites industriels.

Le remplacement par des matériaux de substitutions de certains matériaux ne satisfaisant plus aux critères de développement durable et/ou de la directive REACH répond également aux enjeux de sécurité.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

1. Fonctionnalités et matériaux associés

Le couplage de propriétés peut répondre à la demande d'un cahier des charges (allègement, isolation phonique, isolation thermique, conduction électrique, éclairage, santé,...) établi en vue d'obtenir une ou plusieurs fonctions, chacune avec un niveau donné de performances. Les matériaux utiles pourront être minéraux, organiques, hybrides, polymères, métalliques, composites, nanostructurés... ou résulter d'une combinaison de ces derniers, l'important

étant que les matériaux délivrent la (les) fonction(s) requise(s) par le cahier des charges de l'intégrateur final. Le développement de « matériaux adaptatifs » est un réel enjeu économique. Les traitements de surfaces fonctionnels pour applications innovantes (énergie, structures, transport, bâtiment etc. ,) sont également un domaine important avec une prise en compte de l'impact environnemental.

2. Multi-matériaux et matériaux composites.

Le développement des matériaux composites est en plein essor grâce à l'innovation qui a pour objectif principal l'accélération de leur diffusion. Les solutions « matériaux » qui en découlent doivent désormais pouvoir être plus largement développées en prenant mieux en compte les procédés industriels, et ce dans tous les domaines d'application. A cet effet, des projets pourraient voir le jour avec la volonté de développer l'élaboration des matériaux composites et leur insertion dans des systèmes, en intégrant à la fois le contexte industriel au sein duquel ils seraient réalisés (outils et méthodes versatiles) et les nouvelles contraintes liées à la démarche de développement durable.

3. Nanomatériaux, matériaux hybrides organiques/inorganiques

Le nanomatériau est un excellent exemple d'un objet à la frontière de plusieurs disciplines (physique, chimie, biologie, matériaux). Le lien entre les échelles nano-méso-micro-macro se révèle décisif pour quantifier l'apport de la nanostructuration de la matière et ultérieurement le mettre pleinement à profit pour les matériaux hybrides qui ouvrent l'accès à un large spectre de fonctionnalités nouvelles, notamment en vue de la liaison avec le domaine du vivant.

4. Modélisation et simulation numériques, approches multi-échelles, prévision du comportement

La modélisation et la simulation numérique permettent une expérimentation virtuelle rendant possible la prédiction théorique de nouveaux phénomènes physiques ou un approfondissement de leur compréhension sur la base d'une confrontation avec les données expérimentales. Selon la nature et la finesse des phénomènes étudiés, il est souvent utile de développer des approches *ab initio*, qui permettent aujourd'hui d'aborder une très grande diversité de problèmes scientifiques, la diffusion de ces techniques restant encore trop lente chez les éventuels applicateurs.

Pour chaque axe une attention particulière sera portée à l'analyse de cycle de vie, à la recyclabilité des matériaux étudiés ainsi qu'à l'éco-conception des produits et leur rendement énergétique, ainsi qu'aux méthodes d'analyse, mesure et instrumentation.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques**

Les enjeux scientifiques et technologiques sont la mise en commun des connaissances venant de disciplines variées afin de mettre en évidence des propriétés nouvelles ou améliorées. L'approche multi échelle, multi physique et multidisciplinaires est un challenge important

pour accroître nos connaissances dans le domaine des matériaux et les relations structure-propriétés d'usage.

- **Type de recherche :**

Ce programme vise principalement des projets de recherche industrielle exploratoire en partenariat public-privé.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR est le seul financeur du programme.

Partenariat public –privé.

Positionnement international

- **Positionnement par rapport à d'autres programmes :**

Le programme « Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants » concernant des axes thématiques transverses et intéresse les domaines de la santé, de l'énergie, des transports, du bâtiment. Son positionnement par rapport aux autres programmes de l'ANR se fait en concertation avec les responsables de programme.

Ce programme, comme les autres appels de l'ANR, vise à structurer la communauté au niveau national en lui permettant de travailler ensemble, à permettre aux acteurs nationaux de monter en puissance pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites. En particulier ce programme est cohérent avec les priorités exprimées dans le programme du thème 4 « Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production » du 7^{ème} PCRD.

On peut noter l'existence de plates formes européennes correspondant aux thématiques développées dans ce programme (MANUFUTURE, EUMAT,...).

- **Caractère international :**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Cependant, en 2008, 3 projets ERAnet (ERASPOT) ont été soumis à cet appel.

De plus des discussions sont en cours avec la NSF (Division of Materials Research) pour ouvrir cet appel à des projets transnationaux dans les domaines suivants : matériaux fonctionnels, nanomatériaux, modélisation et simulation.

Programme : Concepts systèmes et outils pour la sécurité globale

Mots-clés : sécurité globale, protection du citoyen, infrastructures vitales, réseaux, gestion de crise, systèmes, modes d'organisation, technologies, analyse de risques, vulnérabilités, pandémie, criminalité, terrorisme

Résumé :

Ce programme doit permettre de faire émerger, selon une approche prospective et systémique, des solutions innovantes aux enjeux liés à la sécurité selon les principales missions suivantes : la protection du citoyen, la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, information), la sécurité des frontières et des flux, la gestion de la crise (des phases de planification jusqu'à la réparation ou résilience). Ce programme est réalisé en partenariat avec le ministère de la défense (DGA) et le ministère de l'intérieur (DGPN).

- **4^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009 – 2010**
- **Type de programme : partenarial / mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme ouvert à l'international (2009) / Bilatéral (2010)**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Trois éditions du programme CSOSG depuis 2006. Ces éditions étaient réservées aux partenaires français et ont permis d'initier cette thématique transverse et de créer une communauté nationale en parallèle du lancement et du début de l'exécution du volet sécurité du 7^{ème} PCRD (PERS).

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2006	43	14	7	11,1 M€	79	33
2007	52	13	7	11,7 M€	76	28
2008	53	13*				

*état de la sélection au 27/10/08

Le taux de pression de CSOSG correspond aux standards de l'ANR avec 25 % de projets sélectionnés en 2007. On notera que globalement la pression financière n'a cessé d'augmenter avec 15 % d'aides supplémentaires d'une année à l'autre. Les projets retenus sont vraiment de nature partenariale avec une égale répartition financière entre les entreprises et les laboratoires de recherche. Sur l'année 2007, plus de 20 % du budget a financé des PME. La

pluridisciplinarité est acquise si on considère l'ensemble des typologies des sciences dures et de l'ingénieur, mais les sciences humaines et sociales restent sous représentées alors que les critères d'évaluation encouragent à les associer. Enfin, à noter que, depuis 2007, les consortia doivent associer les utilisateurs publics et privés à leur recherche en tant que partenaire ou associés aux suivis des résultats des recherches.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Ce programme vise la réalisation de projets de recherche contribuant à une meilleure compréhension des enjeux organisationnels, sociaux, culturels, économiques, juridiques et/ou technologiques de la sécurité et/ou démontrer la faisabilité de systèmes, méthodes et outils à l'aide de réalisations ou démonstrateurs limités. En terme de périmètre, les missions de sécurité retenues doivent permettre tout à la fois de prendre en compte les priorités nationales en matière de sécurité⁴², mais aussi d'inscrire ce programme dans une logique européenne qui a conduit en particulier à initier le programme spécifique du 7^{ème} PCRD (Programme Européen de Recherche en Sécurité : PERS). Ce programme vise également à faire émerger une dimension spécifique à la recherche au sein d'une préoccupation fondamentale de nos sociétés.

Résultats attendus :

Les résultats attendus sont de plusieurs ordres :

- ✓ Promouvoir une véritable approche systémique avec des propositions de concepts et architectures assurant la cohérence entre les phases de planification, de prévention, de surveillance, de détection, de protection, de gestion de la crise et de restauration de l'activité. Ces concepts et architectures doivent permettre d'orienter et de cibler des axes d'efforts technologiques et organisationnels essentiels au traitement des menaces et des risques.
- ✓ Aborder les principaux points durs technologiques issus de l'analyse systémique.
- ✓ Proposer des solutions applicables, tant du point de vue de l'éthique et de l'acceptabilité des systèmes que de leur efficacité pratique et économique. En particulier, il est absolument nécessaire d'anticiper les phases de certification et de normalisation des systèmes et équipements de sécurité.
- ✓ Favoriser des projets de recherche fortement interdisciplinaires abordant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'homme.

Impact espéré :

Deux types d'impacts majeurs sont visés :

- ✓ l'agglomération d'une communauté de recherche sur ce sujet par nature transverse. La naissance de consortia (sur la base des critères d'éligibilité) regroupant des acteurs de la recherche publics et privés, des entreprises mais également des utilisateurs (publics, parapublics et privés) est recherchée au même titre que la pluridisciplinarité des acteurs.
- ✓ Le renforcement de la compétitivité française en Europe sur un enjeu considéré comme majeur par la Commission européenne et les principaux états membres. En

⁴² Les priorités nationales sont établies sur une base annuelle par le comité de pilotage interministériel sur la recherche en sécurité, présidé par le Secrétariat Général de la Défense Nationale. En 2007, 49 lignes décrivant les besoins fonctionnels et opérationnels français ont été exploitées afin de définir 28 projets de recherche prioritaires dont certains ont été portés au niveau européen (PERS) par la France. Ces travaux ont impliqué tous les ministères ainsi que les membres du Groupe Thématique National.

particulier, CSOSG a pour ambition de renforcer la présence des PME françaises en amont du programme de travail du 7^{ème} PCRD/PERS. Sur ce dernier point, un programme ouvert aux consortia franco-allemands partenaires dans le cadre d'un accord avec le BMBF contribuerait certainement à renforcer une offre industrielle française sur les futurs appels à projets européens.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Si de façon générale le sentiment d'insécurité est considéré comme un frein à la consommation, on constate que la vie quotidienne des usagers / consommateurs est souvent conditionnée par des mesures de sécurité collective et individuelle. Les mesures de sécurité (sûreté) du transport aérien en sont un exemple. En effet, des résultats de recherche permettant la mise en place d'organisations et/ou d'outils de contrôles plus performants dans la lutte contre l'introduction d'explosifs en soute ou cabine, contribueraient à réduire les temps d'attente à l'embarquement pour l'utilisateur.

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs**

L'offre de sécurité est vécue par les producteurs de biens et services soit comme une contrainte (sous le coup de la réglementation) soit comme une plus-value nécessaire. A titre d'exemple, les nouvelles méthodes et technologies permettant une meilleure traçabilité des marchandises combinent les deux aspects, avec d'une part des demandes étatiques visant à combattre la grande criminalité (trafics, contrebandes et contrefaçons) et, d'autre part, l'amélioration significative de la chaîne de stockage et de distribution.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance sur l'évolution des normes**

Le marché mondial de la sécurité représente environ 300 Milliards € / an et sa croissance est à 2 chiffres (de 9 à 50 % selon les secteurs d'activité) et de façon durable. Si 80 % des investissements de la sécurité sont réalisés par le secteur privé (grands opérateurs de transports, complexes industriels, Telecom...), la dépense publique est d'environ 30 Md€ par an en France (fonctionnement et investissement, tous secteurs confondus hors défense, selon une étude 2007 de la FRS), sans comptabiliser les investissements des collectivités locales en forte progression (par exemple les Services Départementaux d'Incendie et de Secours ont leur budget propre). C'est un marché pour l'instant à faible intensité capitalistique mais les choses changent rapidement, en particulier sous la pression des Etats-Unis, par le biais de l'imposition de nouvelles règles et standards internationaux. Il est à signaler à ce propos, la création d'un groupe de travail ISO sur la sécurité qui pourrait déboucher à terme sur un corpus général de normes en sécurité à l'image d'ISO 9000 et 14000.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Des exemples de sujets couverts par le programme CSOSG en terme de finalité :

- ✓ Le caractère mondial et croissant des flux d'échanges (hommes, marchandises) renforcent la nécessité d'un positionnement européen fort sur la sécurisation de ses réseaux et infrastructures, en particulier quant aux solutions et innovations technologiques que l'Europe entendrait faire valoir pour des raisons économiques ou stratégiques. La sécurité portuaire est, entre autres, le théâtre de ces enjeux depuis l'instauration d'une première vague de mesures post-11 septembre (normalisation...) qui ont contraint les ports autonomes français à s'équiper de nouveaux systèmes (biométrie, portiques de détection, surveillance sur terre et mer) sous peine de voir leur trafic maritime décroître.
- ✓ L'équipement des forces de protection civile et publique est un enjeu pour l'instant essentiellement national voir local. L'interopérabilité des systèmes d'informations et de communications entre ces différentes forces de sécurité pour la gestion de crise est un enjeu par contre européen.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

La progression du marché mondial des systèmes et des outils pour la sécurité a bien sûr un impact fort en terme d'emploi. L'analyse conjuguée des opérateurs et des fournisseurs de technologies converge vers la nécessité d'introduire des solutions de plus en plus innovantes et des nouvelles technologies. On voit apparaître également des nouveaux modèles économiques dans le domaine des services. De grands acteurs industriels comme EADS, SAFRAN, THALES pour ne citer que les Français, considèrent que la sécurité pourrait représenter environ 20% de leur chiffre d'affaire à terme. Lors des deux premières éditions du programme CSOSG, des entreprises de création très récentes (<1 an) ont proposé et pour certaines obtenues des financement sur projets.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

L'innovation en terme de sécurité a, en particulier, pour objectif d'augmenter l'efficacité des forces de sécurité publique et civile (remplacer une culture de ressources humaines par celles des moyens). Elle peut également contribuer à l'émergence d'une véritable culture de la sécurité qui permettra aux organisations et aux citoyens d'envisager le risque de façon objective et rationnelle. Dans le cadre européen, la création de cursus scolaires complets sur la sécurité globale est envisagée.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le principal enjeu est de savoir si l'Europe est capable d'inventer un modèle alternatif à celui des Etats-Unis vis-à-vis de la protection de ses citoyens. Pour ce faire, au seul critère d'efficacité, il faut également ajouter la juste proportion aux niveaux des menaces et des risques. Cela nécessite d'associer tous les acteurs, y compris dans les phases les plus en

amont de la conception de ces systèmes, à commencer par les citoyens et les utilisateurs. L'approche prospective promue par CSOSG doit pouvoir y contribuer.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La recherche en sécurité était jusqu'à maintenant traitée de façon fragmentaire dans bon nombre de thématiques scientifiques (TIC, transports, SSI ...). L'orientation mission et l'approche systémique doivent faire naître l'innovation, en réponse à la complexité des risques et des menaces et leur interdépendance. Par nature, ce programme a pour ambition d'aborder des missions de sécurité de façon transverse et pluridisciplinaire. Hormis, le secteur de la défense, tous les aspects liés à la sécurité sont potentiellement abordés (sécurité économique, sécurité sanitaire, sécurité informatique et numérique, sécurité du territoire, aérienne et maritime, sécurité civile, industrielle...).

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

La sécurisation des réseaux d'approvisionnement vis-à-vis de leur détournement à des fins malveillantes (crime organisé, terrorisme...) concerne aussi bien les matières fossiles (gazoduc par exemple) que les ressources en eau. L'amélioration des systèmes de détection et de diagnostic en temps réel est un des objectifs principaux de projets de recherche y afférant.

- **Pollutions**

La lutte contre la pollution et les rejets illégaux en mer est une des missions transverses de la surveillance des approches maritimes. La recherche en matière de surveillance maritime contribue à mettre au point des nouveaux moyens de détection, de collections et de corrélation de données puis, le cas échéant, d'actions en mer.

La surveillance des sites industriels, dans le cadre de la prévention et de la gestion de crise, met en jeu des nouveaux outils en matière de détection, puis de surveillance d'émanation toxiques et d'échappement gazeux. Les systèmes et technologies employés sont de nature à également contribuer à la protection des infrastructures critiques et de leur voisinage ou à la surveillance de réseaux d'eau par exemple.

- **Risques naturels et risques industriels**

La gestion de la crise, une des principales missions de CSOSG, recouvre les méthodes et les moyens permettant d'anticiper et de répondre à un accident/catastrophe d'origine humaine, technologique ou naturelle. En effet, du point de vue opérationnel, la mutualisation des moyens est la règle, par exemple pour les forces d'intervention de la sécurité civile. Du point de vue de l'innovation à mettre en œuvre, seule une approche systémique est à même de prendre en compte les multitudes de risques et menaces, leur imbrication et les effets en cascade (effets dominos). Pas moins de 13 projets de recherche associant les écoles de sapeurs pompiers ou les services d'incendies et de secours ont déjà été financés lors des deux premières éditions.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Ce programme cible un certain nombre de fonctions spécifiques ou capacités, sous-ensembles des missions suivantes, qui constituent donc le périmètre de la sécurité couvert :

- la sécurité du citoyen qui recouvre la lutte contre le terrorisme et la grande criminalité, les problématiques liées à la « petite » criminalité et à la délinquance, mais également la gestion de la preuve (police scientifique par exemple) ;
- la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, informatique) et leurs interconnexions ;
- la gestion de crise, quelle que soit son origine (malveillance, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle) et cela lors des phases de préparation et de planification jusqu'à la réparation ;
- la sécurité des frontières maritimes terrestres et aériennes ainsi que la gestion des flux matériels et immatériels et des interconnexions.

En terme d'axes thématiques, un peu plus des deux tiers des projets retenus sur les deux premières années traitaient des sujets liés à la protection du citoyen ainsi qu'à la gestion de la crise, quelle que soit son origine. En 2007, on notera qu'il a été choisi de financer des projets reposant sur des solutions technologiques concurrentes sur deux priorités majeures que sont la vidéo-protection et la détection portable d'explosifs. Les outils de gestion de crise ont fait l'objet de projets sur les futurs équipements des forces d'intervention et de secours, en particulier pour la détection de victimes ensevelies et l'amélioration des conditions d'intervention en environnement hostile.

Des projets très innovants selon une approche systémique ont été financés sur la détection de comportements anormaux en milieu maritime ou bien sur la résilience d'infrastructures industrielles. Cependant, on note l'absence de projets dirigés par des équipes issues des sciences humaines et sociales en 2007, alors que c'était le cas pour deux projets en 2006. On note, en 2008, un nombre de propositions accru sur la thématique protection des infrastructures critiques.

Sans changer le périmètre ni la nature profonde de l'appel à projets, l'édition 2009 devra tenir compte des deux appels à projets du programme national allemand, si les discussions sur l'ouverture réciproque des deux appels nationaux aboutissent. En l'occurrence, cela devrait conduire à mettre l'accent sur la traçabilité et le suivi des biens et des marchandises, mais également sur l'identification et l'authentification des personnes par des techniques biométriques.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La recherche en sécurité couvre par nature de très nombreux domaines et disciplines scientifiques qui sont appelés à concourir à l'amélioration de la sécurité. Elle fait appel aux sciences dites « dures » (physique, chimie, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, mathématiques, informatique...) et aux sciences humaines et sociales (sociologie, ethnologie, anthropologie, gestion, économie, droit, psychologie, ergonomie...) tant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'homme conditionne l'efficacité de tout système de sécurité.

A ce jour, la coopération entre les acteurs des sciences dites dures est acquise. La grande majorité des projets fait appel à des équipes issues d'au moins trois grands champs de compétence. Par contre, le travail collaboratif avec les sciences humaines et sociales est encore marginal et se restreint essentiellement à l'analyse comportementale ou l'ergonomie des systèmes. On sent à cet égard une réticence de certains acteurs à réaliser un « saut culturel » tel qu'il existe, par exemple, dans les pays anglo-saxons et les pays du Nord de l'Europe (on peut citer, par exemple, la propension des universitaires anglo-saxons à s'immerger dans les milieux en charge de la sécurité, afin d'étudier et de proposer des modes d'organisation, des usages ...).

L'ambition d'une approche globale et systémique de la sécurité se heurte parfois à la limitation des enveloppes budgétaires par projets proposés à l'ANR. Sans nul doute, certaines thématiques nécessiteraient des moyens plus importants qui permettraient d'augmenter le nombre d'acteurs (transversalité, pluridisciplinarité) ou de consacrer plus d'énergie à une recherche plus amont en particulier sur certaines briques de bases (vis-à-vis des techniques de détection en particulier).

- **Type de recherche**

Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale promeut une recherche finalisée, industrielle et interdisciplinaire. Des projets proches des concepts de plateforme ont été déposés et financés en 2006 et 2007.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

En 2007 et 2008, le programme CSOSG a été co-financé par le ministère de la défense (DGA) et le ministère de l'intérieur (DGPN). L'ANR cherchera à renouveler ces partenariats en 2009. D'autres ministères dont les attributions sont significatives en terme de sécurité pourraient être également associés (ministère en charge des transports en particulier).

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme CSOSG vise une recherche de type partenarial entre les entreprises et les organismes de recherche. Une particularité est que l'adjonction d'opérateurs privés ou publics de la sécurité en tant que partenaires dans le consortium ou associés au suivi de projet, est un critère d'éligibilité. Une possibilité est ouverte pour les laboratoires de sciences humaines et sociales de proposer des projets sans entreprise depuis 2007.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Le programme CSOSG est fortement articulé avec le 7^{ème} PCRD, Programme européen de Recherche en Sécurité (PERS), d'une part, par son périmètre quasiment identique et d'autre part, par la recherche d'un phasage calendaire en terme de sujets abordés.

Quelques programmes nationaux ont été lancés, et encouragés en cela par la Commission européenne. Le plus notable est le programme national allemand, lancé en 2006 par le BMBF en coordination interministérielle, et doté de 140 M€ sur 4 ans. Ce programme a donné lieu jusqu'à présent à deux appels à projets par ans, focalisés sur des sujets inclus dans le périmètre de CSOSG.

D'ici la fin de l'année, le PERS lancera un ERA-NET sur la sécurité, sur lequel l'ANR a été sollicitée par le ministère des transports autrichien, maître d'œuvre du programme national de recherche en sécurité. L'ANR a dû décliner ne pouvant dédier de ressources humaines supplémentaires au lancement et suivi de cet ERA-NET.

- **Caractère international du programme**

Des discussions sont en cours avec les responsables du programme du BMBF. Elles pourraient aboutir d'une part à l'ouverture mutuelle aux partenaires de chaque pays des appels à projets nationaux en 2009 et d'autre part, au lancement d'un appel à projets bilatéral en 2010.

Programme :

Chimie et procédés pour le développement durable

Mots-clés : Catalyse (homogène, hétérogène, enzymatique), réactions économes (atomes, énergie, solvants), milieux réactionnels, procédés propres, procédés biotechnologiques, systèmes microstructurés, micro-systèmes analytiques, micro-capteurs, biomasses-ressources, intermédiaires pour la chimie, substituts (CMR...)

Résumé :

La chimie aujourd'hui doit se mettre au service du développement durable. En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé des actions dans des domaines concernant directement, ou par contrecoup, l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017.

A la période d'« éco-efficacité » que nous avons connu doit succéder une ère d'« éco-conception », où les paramètres environnementaux sont pris en considération dès la conception du produit. Il est nécessaire d'améliorer les procédés existants et d'imaginer de nouvelles stratégies de synthèse visant à réduire la production de déchets, dans un souci constant d'économie d'atomes et d'énergie. Il est nécessaire aussi d'envisager des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation (CMR1...) (REACH)

- **3^{ème} édition du programme**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2009**
- **Type de programme : mixte**
- **Dimension internationale du programme : Programme ouvert à l'international**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Le 1^{er} appel à projets du programme CP2D a été lancé en 2007 avec un bon succès (70 propositions, dont 25 avec des partenaires industriels). En 2008, 2^{ème} année d'existence du programme, son succès ne s'est pas démenti (71 propositions impliquant 37 partenaires industriels) auquel il convient d'ajouter 16 propositions de l'appel à projets ANR-DFG. 2009 correspond à la 3^{ème} année d'existence du programme. A cette occasion le thème « analyse » sera fortement modifié car les aspects toxicologie et écotoxicologie sont actuellement pris en compte par le programme transversal « Contaminants, écosystème, santé ».

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2007	70	21	3	10,01 M€	69	11
2008	71 (dont 10 franco-finlandais) + 16 (AAP ANR-DFG « Environmentally friendly catalysis »)	16*				

*état de la sélection au 27/10/08

En 2007, les 21 projets financés (taux de sélection 30 %) pour un montant total d'un peu plus de 10M€ regroupent 69 partenaires (3,3 partenaires en moyenne par projet). 7 projets sur 21 impliquent au moins une entreprise. Le financement se distribue en 58 % recherche fondamentale, et 42 % recherche industrielle. Enfin, 19 % du financement concerne des projets labellisés par un pôle de compétitivité (Axelera et Industrie et agroressources).

En 2008, la liste définitive n'est pas encore arrêtée, 19 projets, dont 3 franco-finlandais seraient sur la liste principale (taux de sélection 26,5 %). Parmi les 16 projets franco-français 6 projets sont de type recherche industrielle et associent au moins un partenaire industriel (PME ou grand groupe). 5 sont labellisés par un pôle de compétitivité (Axelera, Aerospace valley). Les 16 projets déposés dans le cadre de l'appel à projets ANR-DFG « Environmentally friendly catalysis », paru plus tard, sont en cours d'expertise.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le programme CP2D a parmi ses objectifs :

- d'amener les chercheurs à penser différemment en intégrant les principes de l' « éco-conception » dans leurs méthodologies de synthèses, dans leur approche pour améliorer ou définir de nouveaux procédés, dans la recherche de nouvelles ressources renouvelables pour remplacer les ressources d'origine fossile,
- de contribuer au maintien et au développement de la compétitivité des industries chimiques, en offrant, notamment aux nombreuses PME de ce secteur, un outil pour améliorer leurs relations de recherche avec le monde académique. Dans le cadre des exigences du règlement REACH le programme a aussi comme ambition la mise au point de nouveaux outils et de nouvelles méthodes destinés à être mis à la disposition

des industriels et des instances d'expertise. Il a aussi comme ambition d'imaginer des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation (CMR...)

- de contribuer finalement non seulement à la prise en compte par l'ensemble de la communauté des chimistes des concepts de la chimie durable mais aussi de participer à donner ou redonner au grand public une image positive de la chimie.

Résultats attendus et impact espéré :

Dans le domaine de la chimie, une recherche de base et une innovation fortes prenant en compte la protection de l'environnement sont nécessaires. Elles ont été mises en avant en 2005 par le groupe de réflexion « Avenir de l'industrie chimique en France à l'horizon 2015 ». Le Grenelle de l'environnement a proposé des actions concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain, qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017. La maîtrise des impacts et des risques liés aux substances et produits chimiques sur l'homme et l'environnement, telle qu'elle apparaît à travers la mise en place du règlement européen REACH (effective depuis le 1^{er} Juin 2007) est devenue un objectif majeur. Des dizaines de milliers de substances sont concernées. Il faut dès à présent envisager des solutions de substitution aux plus dangereuses comme les CMR (cancérigène, mutagène, reprotoxique).

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'industrie chimique demeure un des secteurs clé de l'industrie française. Elle réalise un chiffre d'affaires de près de 100 milliards d'euros et apporte, avec un solde excédentaire de plus de 10 milliards d'euros, une contribution très significative à la balance commerciale de notre pays. Elle figure en tête des secteurs industriels derrière l'automobile et au premier rang des secteurs exportateurs. Elle est le deuxième producteur et le deuxième exportateur en Europe après l'Allemagne. Cependant dans un contexte de mondialisation, d'intensification de la concurrence et d'évolution des technologies, l'industrie chimique, peut-être plus que d'autres, est confrontée à une évolution rapide et à d'importantes restructurations. Son avenir repose en particulier sur une recherche de base et une innovation fortes intégrant le nécessaire souci de la protection de l'environnement

Enjeux sociaux

La découverte et l'invention de nouvelles molécules, de nouvelles substances, de nouveaux matériaux sont les fonctions essentielles de la Chimie. A ce titre, la chimie joue un rôle fondamental pour l'amélioration des conditions de vie de l'humanité. Présentes dans la vie quotidienne (alimentation, cosmétique, produits de la vie courante), indispensables à la santé

(animale et végétale) et participant au développement économique (agriculture, industrie), les substances chimiques contribuent à l'amélioration de la qualité de la vie.

Forte de plus de 2200 entreprises pour un effectif direct voisin de 240 000 personnes (plus de 90% de ces entreprises sont des PME de moins de 20 salariés), l'industrie chimique représente un gisement d'emploi important qui mérite, dans un contexte de restructuration et de délocalisation, d'être au minimum maintenu. Une recherche et une innovation forte devrait y participer.

La chimie souffre d'un déficit d'image évident. Elle est perçue par le grand public comme une industrie polluante, dangereuse... Une recherche et une innovation intégrant les concepts de la chimie durable devrait permettre de redonner au grand public une image plus positive de la chimie.

Enjeux écologiques et environnementaux

La synthèse, la fabrication de molécules, de substances, de produits chimiques sont associées principalement à l'utilisation de ressources limitées et non renouvelables (pétrole), quelquefois à la production de molécules toxiques ou non sélectives de la fonction visée et peuvent générer des pollutions avec modification ou dégradation de l'environnement. Y remédier, trouver des ressources renouvelables permettant l'accès aux intermédiaires (synthons) pour la chimie, en un mot intégrer les critères de l'« éco-conception » dans une démarche « chimie », est devenu une nécessité.

Y remédier passe aussi par la maîtrise des procédés qui peuvent intégrer des fonctionnalités multiples et complémentaires. Le choix, le dimensionnement et les outils de contrôle d'un procédé doivent en effet (i) favoriser l'intensification et la maîtrise des réactions (fiabilité et sûreté), la qualité du(es) produit(s) élaboré(s), l'économie de réactifs et d'énergie, tout en (ii) minimisant les impacts négatifs (production de co-produits néfastes pour la qualité du produit élaboré, pour le contrôle de la réaction et/ou pour l'environnement).

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Un programme traitant de « chimie verte » et de ses différents aspects a été et est toujours souhaité par les ministères en charge du développement durable et par de nombreux organismes (CNRS, INRA, CEA, DGA, INERIS...).

Le programme « Chimie et procédés pour le développement durable – CP2D » est structuré en 4 thèmes de recherche et d'innovation :

- **Synthèses respectueuses de l'environnement.**

Qu'il s'agisse de produire les grands intermédiaires de la chimie ou des molécules à usage plus spécifique en chimie de spécialité, c'est par la minimisation du nombre

d'étapes réactionnelles, par l'amélioration de leur sélectivité, par l'économie d'atomes, par la mise en œuvre de nouveaux milieux réactionnels et par la diminution de l'énergie à mettre en jeu que l'on pourra assurer un respect maximal de l'environnement.

Comme le demande le règlement européen REACH, les recherches visant à trouver des produits de substitution aux produits « préoccupants » sont souhaitées. L'appel à projets 2009 insistera plus particulièrement sur ce point.

- **Procédés verts et sûrs. Vers une chimie « propre ».**

Produire de manière plus efficace, plus sobre et plus sûre est devenu une nécessité. Quels que soient les procédés (procédés propres, innovants, bio-technologiques), l'accent devra être mis sur les outils micro-structurés (micro-réacteurs, micro-mélangeurs...) et sur l'intensification des procédés où la France souffre d'un fort retard vis-à-vis de l'Allemagne par exemple.

- **Evaluation, contrôle et analyse.**

Le règlement REACH impose pour l'enregistrement d'un produit d'apporter des informations sur son impact sur l'environnement, sur la santé ou de faire la preuve de son absence de dangerosité, ce qui nécessite le développement et la mise au point de méthodologie adaptée (méthodes prédictives relevant de la chimie quantique de type ab initio (QSAR, QSPR...), analyses rapides de type criblage, capteurs, micro-capteurs pour mesures in-situ...). Les aspects toxicologie et écotoxicologie sont actuellement pris en charge par le nouveau programme transversal « Contaminants, écosystème, santé » ouvert en 2008. En conséquence, la rédaction du thème 3 sera profondément modifiée pour l'appel à projets 2009. Il sera plus centré sur l'analyse et les capteurs (microcapteurs et analyse en ligne, détection de traces, techniques de détection ultime...). Les premières conclusions de l'ARP « PRO-REACH », un rapport d'étape sur la chimie analytique est prévu en septembre prochain, en faciliteront la rédaction.

- **Evaluation et transformation des bio-ressources pour l'industrie chimique de demain.**

Ce thème devrait contribuer à l'émergence d'une nouvelle « chimie du végétal ». Des projets portant sur la valorisation des co-produits dans le concept de bio-raffinerie, ou encore des recherches sur des bio-ressources, comme les algues par exemple, sans impact sur les ressources alimentaires usuelles seront souhaités.

Sans que cela ne relève d'une thématique précise il sera souhaité dans l'appel à projets 2009 que des projets entre équipes universitaires et équipes industrielles portant sur les problématiques liées à l'éco-conception ou à l'analyse du cycle de vie soient présentés. De façon similaire, éco-conception et mécanismes de prise de décision en chimie pourraient faire l'objet de projets pluridisciplinaires associant des équipes SHS et des équipes de chimie.

Sont exclus du champ du programme CP2D, et donc de l'appel à projets 2009, certains thèmes qui pourraient relever de ce dernier, mais qui sont déjà pris en compte par d'autres programmes de l'ANR comme par exemple :

- celui des carburants : produire des substituts aux carburants pétroliers, des additifs permettant la formulation de carburants plus propres... (programme « Bioénergie »),

- celui des transports : réduire le poids des véhicules pour diminuer la consommation (nouveaux matériaux de structure) (programme « Matériaux fonctionnels et procédés innovants »),
- celui de la limitation de l'émission de gaz à effet de serre (programme « Capture et stockage du CO₂ »),
- celui de l'élaboration de nouveaux concepts pour le stockage de l'énergie (accumulateurs au lithium travaillant en milieu aqueux, piles à combustible biologique...) (programmes « H-PAC » et « Stockage de l'énergie »).

Positionnement scientifique et technologique

Les projets devront montrer de façon la plus quantitative possible quel est leur apport en terme de « gain environnemental », en particulier s'ils ont comme objectif de se substituer à des « process » existants.

Le programme CP2D de l'ANR a vocation à financer des projets de recherche et d'innovation qui relèvent de la recherche fondamentale (RF), de la recherche industrielle (RI) et du développement expérimental (DE). Les projets de recherche partenariaux associant au moins une entreprise et un laboratoire appartenant à un organisme de recherche (EPIC, EPST, Universités...) sont souhaités sans être obligatoires.

Les projets de recherche purement académique devront associer au moins 2 équipes complémentaires. L'association d'équipes étrangères est possible.

Positionnement international

Il existe dans le domaine du programme « CP2D » une plateforme européenne « SUSCHEM » (sustainable chemistry).

L'appel à projets 2008 de CP2D comportait un volet de coopération bilatérale avec l'Académie des Sciences de Finlande (AKA). 10 projets ont été déposés dans ce cadre, 3 ont été sélectionnés.

Avec l'Allemagne, un appel spécifique portant uniquement sur le thème 1 de CP2D (Environmentally Friendly homogeneous and heterogeneous Catalysis - EFC) vient d'être clôturé. 16 projets sont en cours d'expertise.

En 2009 la possibilité d'un accord trilatéral Afrique du Sud- Académie des Sciences de Finlande (AKA)-ANR a été envisagée lors de la réunion commune AKA-ANR. Avec l'Allemagne, la possibilité d'une poursuite de la collaboration qui vient d'être engagée fera l'objet de discussions lors de la tenue du comité ANR-DFG de sélection des projets, prévue fin septembre. Nos collègues allemands y semblent favorables.

Partenariats et compétitivité

Le Département Partenariats et Compétitivité (DPC) a l'objectif de stimuler la recherche partenariale en soutenant toutes les démarches qui contribuent au rapprochement des acteurs de la recherche publique et du monde socio-économique.

Le département a aussi pour mission de prendre en compte, le plus fidèlement, les demandes des industriels et des pôles de compétitivité dans le cadre de la programmation.

Le DPC lancera en 2009, au sein du programme Carnot, un appel à projets entre instituts Carnot et instituts Fraunhofer. L'objectif principal est de renforcer les liens entre les instituts français et allemands au travers de projets de recherche partenariale.

Programme :

Programme Inter Carnot-Fraunhofer (PICF)

Mots-clés : recherche partenariale, instituts Carnot, instituts Fraunhofer, énergie, environnement, santé, transports, sécurité civile, technologies de l'information et de la communication

Résumé :

Un appel à propositions bilatéral franco-allemand a été proposé lors du Forum franco-allemand de la Recherche 2008. Il est ouvert aux Instituts Carnot côté français et aux instituts Fraunhofer côté allemand.

Suite aux travaux des groupes de travail Carnot-Fraunhofer mis en place lors du Forum et de la réunion entre l'ANR, le MESR et le BMBF du 24 juin à Berlin, les thèmes suivants seront pris en considération : énergie et environnement, sécurité civile, transports, santé et technologies de l'information et de la communication.

- **Programme nouveau**
- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2011
- **Type de programme :** partenarial entre instituts Carnot et instituts Fraunhofer
- **Dimension internationale du programme :** Programme bilatéral franco-allemand
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**
Ce programme est relié au Programme Carnot mis en place depuis 2006 qui comporte 2 appels à candidatures (2006 et 2007) pour la labellisation des 33 instituts Carnot et au Programme Interne aux Instituts Carnot (P2IC), AAP lancé en 2007. P2IC a reçu 51 propositions et 11 ont été retenues dont 3 sont des coopérations franco-allemandes (les instituts Fraunhofer partenaires étant financés par le BMBF).
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2007	51	11	NR	5M€	33	1

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités :

Le Programme PICF vise à créer un lien pérenne entre les instituts Carnot et les instituts Fraunhofer en faisant évoluer le programme interne aux instituts Carnot (P2IC version 2007) en un programme bilatéral franco-allemand. Les instituts français et allemands ont identifié des secteurs d'activités stratégiques avec un intérêt particulier pour le monde socio-économique avec lequel ces mêmes instituts s'efforcent de tisser un lien plus étroit dans le but de rendre plus fluide le passage de la recherche à l'innovation et à l'application industrielle.

Résultats attendus :

Des projets de recherche industrielle, réunissant des instituts publics et des industriels français et allemands permettant le renforcement des coopérations et du « leadership » franco-allemand en R&D au niveau européen et mondial.

Impact espéré :

Les instituts Carnot ont été labellisés car ils disposent de tous les atouts pour le développement de la recherche partenariale, tout comme leurs homologues allemands l'ont prouvé depuis leur création après-guerre. Du point de vue des investissements en R&D en Europe, l'Allemagne est en tête suivie par l'Angleterre et la France. Les instituts Carnot ont beaucoup à apprendre de l'expérience des Fraunhofer et de leur positionnement dans le paysage de la R&D européen. Un rapprochement des Carnot et des Fraunhofer est donc une évidence pour essayer d'atteindre les objectifs de Lisbonne en investissement R&D. Selon le rapport « European innovation scoreboard 2006 », l'Allemagne fait partie, avec la Suède, la Finlande, le Japon et le Danemark des pays innovants « leaders », alors que la France, à l'instar des USA, des Pays-Bas, de l'Autriche et de l'Irlande est un pays « suiveur ».

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Comme leurs homologues internationaux, les Organisations de Recherche et de Technologie (RTO), les instituts Carnot et les instituts Fraunhofer ont vocation à bâtir des passerelles entre les laboratoires de recherche académique et le monde socio-économique. Le but principal de ces organisations est de rendre la recherche plus accessible aux partenaires industriels et de fluidifier les échanges entre les deux communautés afin d'accéder plus rapidement à des innovations bénéfiques à la société.

- **Enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique et à l'avance dans l'évolution des normes**

Le programme Carnot a pour vocation d'aider à améliorer la R&D française. À ce titre, les enjeux de productivité et de compétitivité, le positionnement par rapport à la concurrence internationale et les évolutions des secteurs doivent être pris en compte dans les stratégies de recherche et de développement de la recherche partenariale des instituts.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Avec l'appui des pôles de compétitivité, les instituts Carnot sont encouragés à développer les relations partenariales avec les PME. Les instituts Carnot disposent d'une assise régionale forte qui contribuera à dynamiser le tissu socio-économique local.

Le programme Carnot vise également, via l'Association des instituts Carnot (AI Carnot), à mutualiser les efforts de recherche sur les grandes thématiques afin de rendre plus visible le dispositif Carnot au niveau national et international. Le rapprochement avec les instituts Fraunhofer, avec une histoire de plus de 50 ans, devrait améliorer cette visibilité. Le succès de cette collaboration permettra d'envisager un élargissement à d'autres instituts comme TNO et VTT aux Pays-Bas et en Finlande.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

L'Allemagne englobe traditionnellement dans une même vision la R&D et l'emploi. Le système français de recherche, qu'il soit académique ou industriel a beaucoup à apprendre de ce modèle. Les objectifs du programme Carnot ne peuvent qu'aider le monde académique français à mieux prendre en compte les attentes du monde socio-économique en matière de formation, ce qui devrait avoir un impact positif sur la réussite des jeunes diplômés. Le programme Carnot veut encourager la recherche partenariale, ainsi que la formation par la recherche dans un contexte de partenariat entre le monde académique et industriel.

- **Enjeux en termes de bien-être social**

Le but du programme est d'améliorer le passage des idées innovantes aux produits innovants qui seront un bénéfice direct au bien-être de la société et aux questions cruciales émergentes (dépendance énergétique, santé, défis liés au transport, technologies de la communication, sécurité).

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme couvre les domaines de la santé, du transport et des télécommunications qui sont en lien direct avec tous les aspects de la sécurité civile. Ce dernier point fait l'objet d'un axe identifié comme prioritaire par les deux pays.

- **Enjeux en termes de culture, d'image**

Les labels Carnot et Fraunhofer permettent d'identifier des structures de recherche capables de collaborer efficacement avec les partenaires socio-économique et devraient permettre de relier les mondes de la recherche académique et industrielle et ainsi offrir de nouvelles

opportunités aux jeunes diplômés, ce qui aura pour conséquence de rendre plus attractive les carrières de la recherche au contact des entreprises.

3. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et technique

Axes et thèmes des recherches

Plusieurs thèmes de recherche ont été sélectionnés suite au Forum franco-allemand de la Recherche 2008 :

- Énergie et environnement ;
- Technologies de l'information et de la communication ;
- Transports ;
- Sécurité civile ;
- Santé.

Les projets P2IC 2007 avaient vocation à être transversaux et ouverts à tous les instituts Carnot, de ce fait les projets ont souvent été multidisciplinaires.

Projets P2IC 2007	Thèmes proposés (pour 51 projets)	Thèmes retenus (pour 11 projets)	Coopération franco-allemande	
			Thèmes proposés	Thèmes retenus
Matériaux	30	7	2	2
Énergie	11	3	1	
STIC	18	3	2	1
Santé	4	1	1	
Environnement	6	1		
Transports	4	0	4	
Alimentation	1	0		

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les instituts Carnot et Fraunhofer ont pour but d'entreprendre des recherches partenariales avec, en point de mire, des ruptures technologiques et des avancées dans les connaissances en relation directe avec les besoins de la société. L'appel à projets PICF est axé sur le développement de la recherche partenariale bilatérale franco-allemande. Il se distingue de fait des actions de ressourcement scientifique initiées dans le cadre de l'abondement Carnot.

- **Type de recherche**

Les instituts Carnot sont invités à mettre la recherche partenariale au coeur de leur stratégie tout en maintenant l'excellence scientifique. Le but du programme Carnot n'est pas de transformer les instituts de recherche en prestataires de service mais de créer des ponts entre les mondes académique et socio-économique tout en véhiculant une image d'excellence. De plus, le programme Carnot encourage fortement les projets transdisciplinaires qui sont le reflet des attentes du monde socio-économique.

Le programme vise l'émergence des projets de type « recherche industrielle » ou de type « développement expérimental ».

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

La recherche partenariale est au cœur du programme Carnot et du modèle Fraunhofer. Il semble évident que le programme PICF doit être de type collaboratif avec une participation marquée du secteur industriel.

- **Type de partenariat de recherche**

Les partenariats seront consolidés entre les instituts Carnot et Fraunhofer. Ils seront éventuellement ouverts à des industriels qui apporteront leur propre financement. Les pôles de compétitivité français et les « clusters » allemands seront également concernés du fait des liens étroits tissés avec les instituts, tout comme les PME (colonne vertébrale de la R&D allemande et point sensible particulièrement encouragé dans le cadre du programme Carnot). Le partage des bonnes pratiques avec l'Allemagne, qui a toujours su emmener dans ses projets de R&D des PME satellites, sera particulièrement bénéfique pour les partenaires français.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

Un appel à projets Carnot-Fraunhofer constituera un véritable moteur franco-allemand et contribuera au développement de l'Espace européen de la recherche.

- **Caractère international du programme**

Il s'agit d'un programme bilatéral avec un financement de l'ANR pour les instituts Carnot et un financement du BMBF pour les instituts Fraunhofer. Le programme est ouvert aux partenaires industriels sous condition d'un financement propre. À terme, le programme pourrait s'ouvrir à d'autres pays comme la Finlande ou les Pays-Bas qui possèdent également des structures de recherche identifiées sur le même modèle que les instituts Carnot et Fraunhofer.