

Bilan scientifique des appels à projets thématiques 2005

Sommaire

Introduction.....	3
Écosystèmes et Développement Durable	5
Énergie Durable et Environnement.....	23
Biologie et Santé	45
Matière et Information	67

Octobre 2009

Bilan scientifique des appels à projets thématiques 2005

Au cours de l'année 2005, année de sa création, l'ANR a lancé sa première programmation incluant un programme non thématique et des programmes thématiques ciblés sur des priorités nationales et concernant des enjeux économiques, sociétaux et/ou environnementaux.

Les 31 appels à projets thématiques ont conduit au financement de 1454 projets. Ces projets arrivent à terme en 2009. L'ANR a donc entrepris d'établir un bilan des résultats obtenus ; ce document rassemble les fiches de bilan qui ont été établies pour chacun des appels à projets thématiques 2005.

379M€ ont été engagés pour financer ces appels à projets :

- Biologie Santé : 104M€
- Matière et information (STIC, Nanotechnologies, Matériaux) : 130,3M€
- Énergie durable et environnement : 97,3M€
- Écosystèmes et développement durable : 47,4M€

L'analyse des résultats a mis en évidence :

- dans la plupart des domaines, des avancées très significatives en réponse aux questions clés posées dans les appels à projets. Les interactions entre équipes de projets à l'intérieur des communautés thématiques qui se sont créées autour de ces appels ont contribué à ces avancées.
- une production scientifique de grande qualité des projets de recherche amont notamment en biologie/santé, génomique, biodiversité, STIC et nanosciences, et qui s'est traduite par de nombreuses publications dans des revues de rang A
- 251 brevets déposés
- la formation de nouveaux consortia pluridisciplinaires qui ont permis de nouvelles approches des problèmes traités
- la mise en place de nouveaux partenariats public/privé et en particulier, avec des PME, notamment dans les domaines STIC, écotechnologies, énergie, matériaux.

Écosystèmes et Développement Durable

Écosystèmes et Développement Durable

La définition des programmes 2005 du département Écosystèmes et Développement Durable s'est faite très largement à partir des réflexions en cours, conduites par le Ministère de la Recherche ou par les organismes de recherche du secteur.

Le PNRA (Programme National de Recherche en Nutrition et Alimentation), 14,3 M€, faisait suite au Partenariat national pour les Industries Agricoles et Alimentaires engagé par le Gouvernement. L'objectif était donc de développer la recherche en partenariat entre les laboratoires publics et les entreprises privées.

Le programme Agriculture et Développement Durable (4,8 M€) a constitué une innovation importante. Durant plus d'une année, un ensemble d'organismes de recherche coordonné par l'INRA avait organisé des séminaires nationaux de réflexion sur la problématique de l'agriculture durable. Ces organismes ont ensuite co-financé un appel à projets et l'ANR s'est jointe au financement. Les réponses au premier appel à projets témoignent d'une grande richesse des intentions de recherche mais aussi d'une grande dispersion, si bien que le champ thématique – au demeurant assez vaste – n'a pu être que partiellement couvert par cette première édition.

Le programme de génomique végétale (14,7 M€) a eu comme ambition de financer le courant des recherches entrepris dans le cadre du GIS Génoplante. Ce programme a été lancé pour une durée de 5 ans. Le GIS ayant entrepris ses travaux dès 2000, il y aura eu en 2010, dix années d'investissement dans ce domaine. Les projets présentés témoignent dès 2005 d'une grande maturité de ce courant scientifique et d'une adaptation permanente aux nouvelles techniques de connaissance du vivant dont les progrès sont rapides.

Dans le domaine de la génomique animale (2,8 M€), l'appel à projets GENANIMAL visait à renforcer les recherches en génomique des animaux d'élevage et la coopération entre la recherche publique et les partenaires professionnels. La spectaculaire évolution des outils de génomique, réalisée à coûts constants, a permis à plusieurs projets de produire des résultats originaux de grande qualité. Par ailleurs, l'action du GIS Agenae, constitué dès 2002 pour promouvoir l'utilisation des nouveaux outils de la génomique a facilité l'implication des partenaires privés dans les projets, ainsi que le cofinancement de ceux-ci, dans le contexte nouveau de mise en place de l'ANR. L'ampleur du partenariat avec le secteur privé (les organisations fédératives d'élevage, en l'occurrence) constitue une caractéristique forte de ce programme.

Dans le domaine des OGM, l'ANR a lancé un appel à projets (1,9 M€) dans la continuité de celui qui avait été lancé par le Ministère de la Recherche, et faisant une part importante à la thématique de la précaution. Le nombre des projets a été limité. Les projets financés ont pourtant été assez stratégiques et de bonne qualité. Parmi les projets très intéressants, l'évaluation du confinement d'un porte greffe OGM de vigne a été financé, mais l'essai réalisé par l'INRA à Colmar a été détruit en 2009. Ceci illustre les problèmes rencontrés dans ce programme.

Agriculture et Développement Durable (ADD)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme a été imaginé par l'INRA, le CIRAD, le CEMAGREF, l'IFREMER, l'ADEME, l'ACTA, l'APCA et le Ministère de l'Agriculture en 2004. L'ANR s'est jointe au montage dès sa création en 2005. Le programme a pour objet de faire évoluer l'agriculture vers des pratiques de développement durable, c'est à dire écologiquement viables, économiquement et socialement vivables. Les projets devaient donc s'attacher à définir d'une part une agriculture durable (principalement avec des technologies adaptées) et à inscrire l'agriculture du futur dans les problématiques plus larges du développement durable.

• AXES THEMATIQUES

- Agriculture et dynamique de développement
- Usage et préservation des ressources naturelles renouvelables
- Évolution et adaptation des systèmes de production et des filières de transformation
- Dispositifs et processus d'innovation et de recherche-développement
- Société civile, politiques publiques et marchés : rôles respectifs et cohérence vis à vis du développement durable.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe agriculture et dynamique de développement	13	3 316
Axe ressources naturelles renouvelables	4	487
Axe systèmes de production et filières	5	796
Axe processus d'innovation et de R-D	0	0
Axe société civile, politiques publiques, marchés	1	201
Total	23	4 800

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	148	4 800
Entreprises	0	0

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Le projet **IMPACTS** avait pour but d'améliorer les modèles d'évaluation d'impact économique, social et écologique de réformes de politique agricole (PAC, directives de l'UE) et de changement climatique. Des impacts ont pu être calculés sur l'évolution de la propriété, sur le contenu de l'alimentation des animaux d'élevage, sur les revenus des éleveurs, sur les émissions de gaz à effet de serre et sur l'évolution de l'irrigation.

Le projet **ECOSERRE** a défini les modèles visant à contrôler des écosystèmes en utilisant des serres comme outil expérimental. Il est montré que l'on peut fermer des serres (ce qui permet entre autres d'éviter l'entrée de maladies et de ravageurs) tout en garantissant une activité biologique normale des plantes, tout en contrôlant le climat (en stockant l'énergie, modifiant les longueurs d'onde de captage de l'énergie solaire), en minimisant les émissions de CO₂, gérant les flux de d'eau et de nutriments et en les recyclant. Le modèle serre permet avec pertinence d'aborder le problème plus complexe de la gestion intégrée des écosystèmes agricoles.

GEDuQue est un projet sur l'innovation agroécologique en vue de la gestion durable de la qualité de l'eau dans des régions à fort niveau d'usage de produits phytosanitaires (vigne, banane). Il a permis des progrès considérables dans la compréhension rapide et détaillée des mécanismes de contamination phytosanitaire en Guadeloupe et de conclure à des mesures de protection des populations.

Le projet **DISCOTECH** a analysé les conditions de transformation des exploitations agricoles dans leur passage de l'agriculture intensive conventionnelle à l'agriculture durable. Les résultats montrent que le niveau d'information des agriculteurs et la capacité d'adaptation des systèmes de production (souplesse des trajectoires possibles) sont des conditions indispensables de durabilité. Les méthodes de conception des systèmes de production actuelles (fondées sur la maximisation des rendements) apparaissent inadaptées à la transition vers une agriculture plus durable. Le projet propose de nouvelles approches.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (comité de lecture)	285
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Dans sa première édition, ce programme n'a pu couvrir qu'une faible partie des problèmes de développement durable posés à l'agriculture. Le champ étant très vaste, ce faible taux de couverture était inévitable. **Les projets ont été en général innovants .**

Un résultat spectaculaire est **l'explosion des publications dans les revues à comité de lecture** ainsi que sous d'autres formes (ouvrages, textes pour des conférences et congrès, brochures, rapports d'étudiants...). L'ensemble se monte à environ 1170 documents.

Des pas significatifs ont été franchis en matière d'interdisciplinarité indispensables pour préparer l'avenir.

Il y a donc eu une intense mobilisation de la part des équipes concernées. En 2006, les mêmes phénomènes semblent s'être produits. Ce programme a été conçu pour deux éditions ce qui ne pouvait être qu'insuffisant pour obtenir des communautés scientifiques concernées qu'elles renouvellent leurs problématiques. Pour cette raison, entre autres, un autre programme aux objectifs plus ciblés, plus ambitieux et appelant à plus d'innovation a été imaginé en 2007, le programme ADD ayant servi d'investissement précurseur.

Programme National de Recherches sur les OGM (POGM)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Dans une perspective de développement durable, les enjeux de différentes natures concernent l'information des citoyens et des acteurs économiques ainsi que l'appui à la décision publique. Le programme national de recherches sur les OGM vise ainsi à renforcer et structurer une capacité nationale de recherche et d'expertise dans ce domaine. Il s'agit d'un programme pluridisciplinaire de recherche finalisée qui couvre l'ensemble des recherches relatives aux OGM végétaux, qu'ils soient à finalité alimentaire, industrielle ou médicale.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Éclairer les enjeux économiques, éthiques, juridiques et sociaux.
- Axe 2 : Renforcer et approfondir les travaux sur la dissémination des gènes et les interactions écologiques au sein des écosystèmes.
- Axe 3 : Concevoir et évaluer les systèmes de production intégrant des OGM.
- Axe 4 : Améliorer les méthodes génériques de transformation et les connaissances sur les interactions entre les transgènes et leur environnement génétique.
- Axe 5 : Développer une démarche globale d'analyse de la sécurité des aliments issus d'OGM

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe 1 : Eclairer les enjeux économiques, éthiques, juridiques et sociaux	2	29
Axe 2 : Renforcer et approfondir les travaux sur la dissémination des gènes et les interactions écologiques au sein des écosystèmes	4	815
Axe 3 : Concevoir et évaluer les systèmes de production intégrant des OGM	0	0
Axe 4 : Améliorer les méthodes génériques de transformation et les connaissances sur les interactions entre les transgènes et leur environnement génétique	2	826
Axe 5 : Développer une démarche globale d'analyse de la sécurité des aliments issus d'OGM	1	250
Total	9	1 920

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	17	1920
Entreprises	2	324

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

Projet PLOBEN : ce projet avait pour objectif d'évaluer la possibilité d'un impact de plants transgéniques sur les bactéries du sol et sur le transfert de gènes vers la microflore du sol. L'étude de la microflore d'un sol cultivé pendant 10 années avec le maïs transgénique Bt-176 a permis de montrer que le gène *bla* du transgène est naturellement présent dans le sol avec ou sans plantes transgéniques. La culture du maïs transgénique Bt-176 n'a eu aucun effet sur le niveau de résistance des bactéries aux antibiotiques de la famille des beta-lactanes, ces dernières possédant naturellement une très forte capacité de résistance. Elle n'a pas non plus d'effet sur la composition de la communauté bactérienne du sol. Des transferts de gènes du transgène aux bactéries du sol sont susceptibles de se produire mais leurs conséquences sur la communauté bactérienne peuvent être considérées comme négligeables.

Projet NEANT : l'objectif de cette étude était de pouvoir évaluer et concevoir des systèmes de culture minimisant les risques d'apparition de betteraves adventices résistantes dans un contexte d'application potentielle du génie génétique à la Betterave sucrière. Le modèle GENESYS-Betterave a été développé. Il permet de quantifier de manière réaliste les effets du système de culture sur les flux de gènes entre betteraves cultivée et adventice dans le cadre d'un parcellaire régional. Des améliorations sont proposées pour remédier en particulier à un biais dans les prévisions qui conduit à sous-estimer les densités des montées.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	19
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le nombre d'équipes de recherche mobilisables pour travailler sur les OGM était déjà relativement faible en 2004 compte tenu du contexte politique et citoyen dans notre pays. Ce programme a donc été conçu par l'ANR dès le départ comme un domaine concernant un volume d'acteurs peu important mais portant sur un domaine extrêmement sensible sur le plan sociétal et politique. Les recherches scientifiques sur les OGM se prêtent très mal à l'ouverture internationale, en raison de l'hétérogénéité des dispositions légales dans les différents pays.

Un projet a rencontré des difficultés suite à la liquidation judiciaire de l'entreprise MERISTEM THERAPEUTICS – du fait de l'action de « faucheurs volontaires » sur des champs OGM – sans que cela ne remette en question le projet pour lequel une prolongation a été accordée.

De bons et de très bons résultats ont été obtenus dans l'ensemble et la grande majorité des objectifs annoncés lors du dépôt de la proposition ont été atteints. Néanmoins, les conditions françaises restent très difficiles pour la recherche sur les OGM avec une diminution croissante de la mobilisation des équipes scientifiques.

Programme national de recherche en alimentation et nutrition humaine (PNRA)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Améliorer la compétitivité des filières agro-alimentaires, assurer la qualité et la sécurité des produits, préserver la culture et l'identité alimentaire, améliorer l'information du consommateur, contribuer à la protection de l'environnement, et prendre en compte les interactions entre les industries agroalimentaires et l'agriculture.

Ce programme doit promouvoir des projets d'excellence scientifique, originaux, dans un des cinq axes thématiques suivants.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Comportement des consommateurs
- Axe 2 : Construction de la qualité, dans la chaîne alimentaire complète, de l'aval vers l'amont
- Axe 3 : Risques alimentaires
- Axe 4 : Technologies propres et économes pour les industries alimentaires
- Axe 5 : Alimentation et prévention - Adaptation /inadaptation nutritionnelle aux évolutions de l'alimentation et de l'environnement

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Comportement des consommateurs	4	2 913
Sécurité alimentaire	6	3 273
Construction de la qualité des aliments	2	1 088
Technologies propres	2	1 608
Nutrition	8	5 425
Politiques Alimentaires	-	-
Total	22	14 307

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	162	14 307
Entreprises		

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

Projet PASTALEG : conception d'aliments méditerranéens à base de blé dur et de légumineuses : contribution de la structuration des constituants à leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

Le projet « PASTALEG » a permis de prouver la faisabilité technologique d'une pâte incorporant un taux élevé (35 %) de légumineuse, tout en utilisant des procédés classiques de fabrication. Aucun aliment de ce type n'est actuellement disponible sur le marché. D'un point de vue nutritionnel, les pâtes obtenues sont riches en protéines (et équilibrées en acides aminés indispensables), en fibres, vit B1, Mg et P. Elle est également pauvre en lipides et en oligosaccharides, substances caractéristiques des légumineuses et responsables de flatulences. L'incorporation de la légumineuse se répercute sur la digestibilité protéique in vitro de la pâte, qui devrait ainsi être légèrement inférieure, in vivo.

Le projet « PASTALEG » a également permis de démontrer que des variations structurales, obtenues sur une pâte de même composition par modifications de certaines des étapes de son procédé de fabrication, pouvaient influencer ses propriétés nutritionnelles (digestibilité protéique et amyliacée).

Projet TRANSQUAL : les acides gras trans d'origine naturelle dans la chaîne alimentaire laitière. Comparaison avec leurs homologues d'origine technologique.

L'étude des effets des acides gras trans (AGT) d'origine naturelle (lait, yaourt, fromages) et industrielle (huiles végétales partiellement hydrogénées) sur les marqueurs du risque de maladies cardiovasculaires montre que les acides gras trans issus de produits naturels ou de produits industriels ont des effets différents sur les risques de maladies cardiovasculaires (MCV). Les résultats révèlent aussi une sensibilité plus importante à certains AGT chez la femme que chez l'homme.

Projet VDQA : vins de qualité à teneur réduite en alcool.

Une baisse du taux d'alcool de 2 % à 4 % (vol.) à partir de vins de 13 % à 14 % vol correspond à la limite de perception de différence organoleptique de consommateurs ; au-delà, la différence est notable. Les technologies permettant la désalcoolisation des vins ne sont plus un verrou, en revanche les aspects réglementaires sont un frein à leur développement. En termes de développement, une gamme de vins à 9° alcoolique développée sur les acquis du projet vient d'être mise sur le marché.

Projet EDUSENS : effet d'une éducation sensorielle sur les préférences et les comportements alimentaires d'enfants âgés de 8 à 10 ans.

Si les Classes du Goût de Jacques Puisais permettent au professeur de l'école primaire de dispenser une éducation au goût à ses élèves, il n'existait pas de programmes équivalents destinés à la restauration scolaire et au milieu familial. Le projet aura permis de combler ce manque par la mise au point des Restos du Goût et des Familles du Goût. En mesurant les préférences et comportements alimentaires de centaines d'enfants ayant suivi ces programmes d'éducation sensorielle, EduSens a déjà établi que l'éducation au goût modifie effectivement les comportements dans le sens d'une plus grande volonté de manger des aliments au goût complexe ou des aliments inconnus et apporte aux enfants des capacités de description verbale des sensations perçues. Néanmoins, la rémanence de ces effets n'est pas assurée une fois que cette

éducation prend fin ; ceci justifie de vouloir penser un programme d'éducation au goût sur le long terme et pas seulement entre l'âge de 8 et 10 ans.

Projet NUTRISENS : détection des nutriments et contrôle de la prise alimentaire, impact des déséquilibres nutritionnels.

L'objectif principal de Nutrisens était d'étudier les différentes voies impliquées dans la détection des nutriments tant au niveau périphérique (tractus digestif) que dans le système nerveux central (cerveau). Des approches in vivo et in vitro ont été utilisées dans des modèles complémentaires rongeurs et porc.

Les nombreux résultats obtenus dans le cadre du projet Nutrisens ont permis des avancées substantielles concernant : 1) l'importance relative des différents sites de détection (duodénum, veine porte, cerveau) pour chaque classe de nutriments (lipides, glucides et acides aminés) ; 2) les mécanismes cellulaires et moléculaires permettant la détection des nutriments à ces différents niveaux ; 3) leurs altérations lors de régimes de type occidental.

Parmi les principaux résultats, on peut noter : 1) que bien que des différences inter espèces existent, les lipides sont détectés au niveau central et duodéal et le glucose principalement au niveau portal ; 2) la cartographie des centres nerveux impliqués a été précisée par imagerie cérébrale chez le porc ; 3) la mitochondrie, via les espèces actives de l'oxygène qu'elle produit, joue un rôle central dans la détection cellulaire des nutriments et que des perturbations de ce système existent dans des conditions de prise alimentaire anormales ; 4) la démonstration de la mise en jeu d'une protéine particulière dans la détection des acides aminés au niveau cérébral ; 5) le rôle du Glucagon Like Peptide-1 (GLP-1) comme modulateur des effets de certains nutriments sur la prise alimentaire ; 6) les voies neuronales mises en jeu sont différentes chez des animaux en régime riche ; 7) de même les fonctions de la barrière hémato-encéphalique et du système nerveux entérique sont perturbées.

• PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	>150*
Nombre de brevets	env. 5

* Publications dans journaux internationaux à comité de lecture

• CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La plupart des projets ont délivré des résultats marquants correspondant aux objectifs fixés dans l'appel à projets. Le nombre de projets en prolongation est important.

Beaucoup de projets dans le domaine de la nutrition contribuent à l'amélioration des connaissances soit par la production de nouvelles méthodologies ou de nouvelles molécules, soit par des approches en rupture par rapport aux approches classiquement utilisées dans le domaine. Quelques projets ont produit des résultats qui répondent véritablement à un problème et seront à court terme transférables à l'industrie, aux pouvoirs publics ou vers les consommateurs. Ces projets sont davantage présents dans les domaines « sécurité alimentaire » et « technologies ».

Le colloque de fin de parcours de PNRA 2005 a montré un fort engouement de l'industrie pour ce programme et ses objectifs.

Programme génomique des animaux d'élevage (GENANIMAL)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets GENANIMAL vise à renforcer les recherches en génomique des animaux d'élevage et la coopération entre la recherche publique et les partenaires professionnels. Il vise également à promouvoir, d'une part, des *recherches à caractère générique* sur quatre espèces majeures : les bovins, la truite, la poule et le porc, et, d'autre part, des *actions de recherche finalisées* définies en partenariat avec les acteurs des filières professionnelles et concernant : les bovins et petits ruminants ; la truite et les espèces d'intérêt aquacole ; le porc ; la poule et les espèces d'intérêt avicunicole.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Recherches Génériques
- Axe 2 : Actions de Recherches Finalisées

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe 1 : Recherches génériques	3	670
Axe 2 : Actions de Recherches finalisées	15	2 205
Total	18	2 875

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	62	2 875
Entreprises	11	278

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

MUGENE - Approche intégrée combinant la génétique, la génomique et la biologie musculaire pour gérer la qualité de la viande bovine selon le potentiel de croissance des animaux et les facteurs d'élevage : ce projet pluridisciplinaire a permis d'identifier des gènes et des protéines associés aux caractéristiques musculaires et à la qualité de la viande, en particulier à sa tendreté (un brevet déposé). A terme, l'ensemble de ces marqueurs de tendreté pourra être analysé simultanément par la technologie des puces à ADN (projet ANR GENOTEND en cours). Par ailleurs, l'étude des polymorphismes présents dans ces gènes et de leur impact sur la qualité de la viande sera poursuivie en utilisant les données du dispositif partenarial QUALVIGENE (projet clos, cofinancé par l'ANR).

TEXEL - Identification du gène et des mécanismes responsables de l'hypertrophie musculaire dans la race ovine « Texel Belge » : ce projet pluridisciplinaire et partenarial a permis de valoriser un important dispositif expérimental au travers d'un résultat scientifique original (mutation induisant une cible illégitime pour un miRNA à l'origine de l'hypertrophie musculaire ; publication dans Nature Genetics) et du transfert à la filière ovine (introgression du gène dans la population Lacaune allaitante). A la lumière de ce résultat, des investigations complémentaires ont été lancées en fin de projet pour tenter d'élucider le mécanisme responsable de l'hypermuscularité de bovins non porteurs de mutations connues du gène « culard ».

CARTOFINE - Un projet de cartographie fine de QTL chez les bovins laitiers sur l'ensemble du génome : ce projet de génotypage à grande échelle a donné lieu à deux changements de stratégie pour prendre en compte l'évolution rapide des outils disponibles. Plus de 600 QTL, correspondant aux 20 phénotypes dérivés de l'évaluation génétique nationale, ont été finement cartographiés suite au génotypage de 3200 taureaux d'insémination artificielle de 3 races. Ces travaux ont débouché sur la mise en place de la première application de sélection génomique (évolution attendue ; projet ANR AMASGEN en cours). Dès à présent, la valeur des jeunes taureaux est prédite à partir de l'information aux marqueurs. Cette innovation va modifier profondément les schémas de sélection laitiers et leurs opérateurs.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	37 publiées / acceptées 10 soumises 92 communications et autres
Nombre de brevets	1

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Ce programme, dédié à la génomique animale, a été marqué par la spectaculaire évolution des outils sur lesquels il est fondé. Plusieurs projets en ont bénéficié, en procédant à des changements technologiques réalisés à coût constant. Les résultats en ont été améliorés d'autant. L'ampleur du partenariat avec le secteur privé (les organisations fédératives d'élevage, en l'occurrence) constitue une autre caractéristique forte. Ce partenariat repose sur l'action du GIS Agenae, constitué dès 2002 pour promouvoir l'utilisation des nouveaux outils de la génomique. Il a facilité l'implication des partenaires privés dans les projets, ainsi que le cofinancement de ceux-ci, dans le contexte nouveau de mise en place de l'ANR.

Par la nature même des outils qu'il mobilise et des opérateurs économiques qu'il cible, ce programme s'adresse à une communauté encore restreinte de chercheurs et d'utilisateurs potentiels. Pour autant, cette communauté est dynamique, car stimulée par l'amélioration continue des moyens technologiques mis à disposition. Dans ce contexte, le programme de génomique animale joue un rôle déterminant.

Des réflexions sont d'ores et déjà en cours pour imaginer l'évolution de ce programme, dans un contexte de relative banalisation, donc de recours plus étendu, de ces outils réservés jusqu'à une date récente à un public d'utilisateurs restreint.

Programme Biodiversité

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

La Conférence Internationale de Paris, « Biodiversité, Science et Gouvernance » de janvier 2005 a fourni de nombreuses réflexions mettant en relief des thèmes de recherche qu'il est indispensable de promouvoir, et attiré l'attention sur la nécessité que les recherches passent à un stade de plus grande ambition et qu'elles changent d'échelle. Il a été reconnu que l'interdisciplinarité et l'ouverture à des partenariats, entre équipes, entre laboratoires et entre organismes, français et étrangers, devaient être encouragées. La biodiversité étant particulièrement importante dans les pays du Sud, les collaborations avec les chercheurs de ces pays étaient souhaitées.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Caractériser et évaluer la biodiversité
- Axe 2 : Comprendre la dynamique de la biodiversité
- Axe 3 : Évaluer les impacts écologiques, économiques et sociaux des changements de la biodiversité
- Axe 4 : Développer des pratiques d'utilisation durable et de conservation des espèces et de leur habitat

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe thématique 1	14	7 048
Axe thématique 2	25	13 108
Axe thématique 3	10	4 943
Axe thématique 4	8	5 596
Total	57	30 695

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	352	29 125
Entreprises	18	1 570

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Projet Aliens : Constitution et analyse d'une base de données sur 2000 îles Françaises. Elle réunit des informations très éparses et permet des analyses statistiques qui serviront à la fois à évaluer différents types de menaces sur la biodiversité de ces écosystèmes et des stratégies pour la conservation de ces habitats.

Projet Boom : La forme diploïde du Cocolithophore *Emiliana Huxleyi* est calcifiée tandis que sa forme haploïde n'est pas calcifiée. La forme diploïde est sensible à un virus (EhVs) qui la lyse et qui est sans effet sur la forme haploïde. L'exposition au EhVs de la forme diploïde induit sa transition vers la forme haploïde. La résistance de la forme haploïde est un mécanisme d'échappement qui implique la séparation de la méiose de la fusion sexuelle et qui permet aux gènes des clones résistants diploïdes de passer à la génération suivante dans un environnement sans virus.

Projet REMIGE : Analyse comparative de l'utilisation du ^{15}N et du ^{13}C pour mesurer le niveau trophique du Thon et de l'Espadon. Un modèle linéaire permet de prédire ce niveau et d'apporter des corrections fonctions de la latitude et de la taille de l'individu.

Projet NICEFIGS : Chaque espèce de figuier est en relation mutualiste avec une espèce particulière de guêpes qui se reproduit dans l'inflorescence et qui assure la pollinisation. Le figuier émet des composés volatiles qui sont responsables de l'attraction de leur pollinisateur. Cependant, d'autres guêpes peuvent parasiter ce mutualisme. La question se pose de savoir si le message chimique émis pour attirer le pollinisateur spécifique peut aussi attirer spécifiquement des guêpes non pollinisatrices. La réponse est oui. Cela limite l'incidence des parasites sur la pollinisation.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	146
Nombre de brevets	ND

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme a été très sélectif et la majorité des projets de bonne qualité. La tendance naturelle de la communauté scientifique a été de couvrir davantage le domaine de la connaissance de la biodiversité que celui de sa gestion. La diversité des biomes et la diversité géographique sont grandes. Certains grands problèmes de biodiversité n'ont pas été abordés (évaluation des politiques publiques dans ce cadre, scénarisation et modélisation de la dynamique de la biodiversité etc...). La tendance à l'eupéanisation et l'internationalisation des équipes est nette, ce qui a amené l'ANR à financer l'ERANET Biodiversa.

Programme Génomique végétale (Génoplante)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme doit permettre d'acquérir de nouvelles connaissances en génomique végétale sur la diversité des gènes d'intérêt et leur validation fonctionnelle. L'ANR apporte son soutien aux projets de recherche dans le cadre du réseau Génoplante 2010 qui vise à :

- favoriser des projets ciblés à vocation finalisés dans le cadre de partenariats public/privé,
- sélectionner des projets génériques sur des sujets émergents ouverts à toute la communauté scientifique,
- renforcer ses interactions internationales au niveau européen.

• AXES THEMATIQUES

Ce programme était ouvert à

1. des projets génériques, méthodologiques et de développement d'outils, sur l'analyse et le fonctionnement des génomes ainsi que sur des thématiques biologiques prioritaires renforçant les projets ciblés.
2. des projets ciblés devant répondre aux grands objectifs suivants :
 - a. Compétitivité de l'agriculture et des filières agro-industrielles
 - b. Nouveaux modes de production et de transformation écologiquement durable
 - c. Diversification et qualité des produits
 - d. Diversité des ressources génétiques

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe thématique 1 : Qualité technologique et remplissage du grain	6	3 165
Axe thématique 2 : Résistance au stress abiotique	5	1 824
Axe thématique 3 : Résistance au stress biotique	3	850
Axe thématique 4 : Nouveaux outils, Bioinformatique	9	3 500
Total	23	9 339

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	91	9 339
Entreprises	13	2 746

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Transvir : ce projet dans le domaine de la phytopathologie a souligné le rôle clé des facteurs d'initiation eIF4E et eIF4G pour la résistance des plantes aux virus à ARN, ouvrant ainsi de

nouvelles perspectives pour le contrôle génétique des virus pour plusieurs autres systèmes plantes-virus d'importance économique. Les résultats obtenus ont aussi démontré que les virus ont développé une grande diversité de stratégies pour contrer la résistance des plantes et qu'il reste difficile de définir des critères pour obtenir une résistance efficace et durable avec l'usage des facteurs eIF4E et eIF4G.

Waterless : ce projet s'est centré sur le maintien de la croissance et du rendement en grain dans des situations de déficit hydrique en combinant des approches génétiques, génomiques avec des analyses phénotypiques innovantes. Grâce à des collections adaptées, la compréhension de l'impact des adaptations morphologiques sur le rendement a été améliorée. Les résultats ont permis de démarrer les travaux de cartographie fine permettant d'identifier les loci impliqués dans la tolérance au stress hydrique. De premiers résultats, mais d'importance, ont été obtenus dans l'identification de gènes candidats avec des publications et un brevet déposé.

Maizewall : L'étude de la variabilité des composants de la paroi cellulaire en étudiant les gènes impliqués a fourni des résultats significatifs sur les liens entre métabolisme de la lignine et la digestibilité. Des gènes impliqués dans la biosynthèse de l'acide férulique ont été découverts. Des mutants de Maïs identifiés auparavant dans des projets Génoplante ont pu être caractérisés finement et sont des ressources nouvelles d'allèles pouvant être intéressantes pour un programme d'amélioration de la digestibilité du Maïs. Deux brevets ont été déposés dans ce cadre.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	51
Nombre de brevets déposés	5

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Ce programme ANR 2005 a permis de soutenir aussi bien des projets génériques que des projets ciblés dans le cadre de partenariats publics/privés étroits ce qui est un paramètre fort de son succès. Toutefois, il serait souhaitable d'explorer aussi de nouveaux chemins de connaissances en n'hésitant pas à développer des projets que l'on peut qualifier de risqués dans des domaines de recherche de « base » ou de rupture.

On observe que plusieurs des projets sur des plantes d'intérêt économique vont déjà en direction de l'analyse fonctionnelle des caractères étudiés avec parfois le clonage des QTL identifiés. L'application des résultats de génomique directement dans les programmes de sélection reste encore au stade préliminaire de la mise en œuvre.

Le niveau de publications des projets est correct voire très bon mais pourrait encore être amélioré. Plusieurs brevets ont été déposés.

Avec le développement des capacités de génotypage et de séquençage, le décalage avec les capacités de phénotypage en routine et à haut débit va s'accroître et nécessitera un effort significatif dans cette direction avec les capacités de calculs et de stockage associées.

Énergie Durable et Environnement

Énergie Durable et Environnement

Sur la base des rapports Chambolle¹ et Gagnepain², l'ANR a ouvert dès sa création en 2005 un vaste champ de recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie (programmes Solaire PV, PAN-H, Bioénergies, CO2), les technologies de l'environnement (PRECODD) et a pris le relais de différents réseaux technologiques préexistants dans les domaines du bâtiment (PREBAT), le transport (PREDIT), le génie civil (PGCU). Les appels à projets ont été totalement orientés vers la recherche technologique en partenariat public-privé. Dès 2005, plus de la moitié des projets sélectionnés sur ces programmes ont fait l'objet d'une labellisation par des pôles de compétitivité ; l'ANR a ainsi contribué à l'essor rapide de ces pôles.

Dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie et de l'efficacité énergétique, l'action ciblée de l'ANR a permis d'engager près de 70M€ par an depuis 2005. Cela a considérablement redynamisé l'ensemble du secteur et a permis d'amorcer une croissance significative de la recherche française sur ce secteur dont la dépense publique de R&D stagnait depuis plusieurs années. On peut d'ores et déjà en mesurer les effets en termes de développement technologiques et industriels. Le programme Solaire Photovoltaïque a suscité une importante créativité sur les nouveaux concepts de cellules photovoltaïque, a favorisé la création de start-up et a dynamisé l'activité du centre de recherche INES à Chambéry. Le programme PAN-H, a soutenu l'essentiel de l'activité française sur la thématique de l'hydrogène et de la pile à combustible, il a fait preuve d'une forte capacité d'innovation qui s'est traduite par de nombreux dépôts de brevets . Il a contribué à une forte visibilité de la communauté nationale au niveau européen, et permis la constitution de la première JTI européenne sur l'énergie.

Dans des secteurs technologiques à cycles d'innovation plus longs, comme la capture et le stockage de CO₂ ou les bioénergies, les projets de l'ANR ont constitué les fondements des projets de démonstrateurs sélectionnés dans le cadre du fonds démonstrateur du Grenelle.

Dans le domaine des écotecnologies, le programme PRECODD (9,75M€ en 2005) a initié une structuration de communautés scientifiques sur le secteur. La qualité et l'abondance de l'offre scientifique a permis de créer un réseau national et d'identifier des pôles de compétences à l'échelle nationale.

Enfin, le programme CATELL (5,17 M€ en 2005) portait sur les risques naturels de type tsunamis, sismo-tectoniques, volcaniques et les instabilités gravitaires avec une focalisation sur les zones Pacifique et Caraïbes. Les projets financés ont permis de progresser principalement dans le domaine des séismes.

¹ Th. Chambolle (2004) – Rapport sur les nouvelles technologies de l'énergie. Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.

² J.J. Gagnepain (2005) – Nouvelles technologies de l'énergie – Proposition de programme de recherche. Ministère de la Recherche. Direction de la Technologie.

Programme de recherche sur l'énergie dans les bâtiments (PREBAT) – Briques technologiques

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le PREBAT est un programme interministériel dont les projets ont été financés par l'Ademe, OSEO, l'ANRU, l'ANAH. La contribution de l'ANR s'est focalisée sur le volet « briques technologiques ». L'appel à projet 2005 était cofinancé par l'ADEME.

Le programme avait pour objectif la contribution à une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre dans les bâtiments, les appels à projets PREBAT portant étaient fondés sur trois grands enjeux :

- La modernisation durable des bâtiments existants ;
- La préfiguration des bâtiments neufs de demain (2015-2020) ;
- La production de bâtiments à énergie positive (post-2020, neuf et existant).

• AXES THEMATIQUES

- Les composants d'enveloppe et de structure ;
- Les équipements énergétiques du bâtiment ;
- Les approches techniques transversales.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Les composants d'enveloppe et de structure	7	1 452
Les équipements énergétiques	3	926
Les approches techniques transversales	2	478
Total	12	2 856

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	49	2 856
Entreprises	24	771

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Les projets ISOCOMP et NANO-PU s'inscrivent dans la problématique du développement de super-isolants minces nano-structurés. Ils visent à développer de nouveaux composants à base de polymères organiques, à très faible conductivité thermique, sans recours aux gaz lourds, ni aux vides poussés. L'enjeu est important pour une isolation par l'intérieur qui limite la perte de surface dans les bâtiments existants, lorsque les contraintes architecturales interdisent l'isolation par l'extérieur. Même si l'on reste encore loin de l'industrialisation d'un produit, les résultats obtenus sont prometteurs : ces projets ont permis, d'une part, de produire et de caractériser la conductivité et la résistance mécanique d'isolants à base de silices nanostructurées de type

xérogel, d'autre part, de démontrer la faisabilité de l'élaboration à échelle pré-industrielle des cryogels de polyuréthane sans avoir recours à un séchage au CO₂ supercritique.

L'objectif du projet **INDUBAT** était de mettre au point des Unités Terminales de Diffusion d'air rendant les jets de climatisation plus efficaces en terme de mélange et moins dissipatifs pour conserver leur portée en dépit d'une forte auto-induction. Pour cela, il a adopté une démarche expérimentale s'appuyant sur des travaux acquis en aéronautique. Cette recherche a demandé des travaux d'adaptation aux contraintes du secteur du bâtiment (coûts, vitesse du jet, taille du diffuseur) pour proposer la géométrie la plus efficace. L'intégration d'orifices à géométrie lobée dans des grilles de diffusion d'air par un industriel est en cours et promet une amélioration notable de la qualité de la diffusion d'air.

Le projet **ToitPV-Th** est assez typique de la sélection 2005. Par rapport à ses objectifs initiaux, ce projet est un succès. En effet, sans grandes ambitions scientifiques, il s'agissait d'un projet industriel de développement d'un produit technologique multifonctionnel destiné à l'enveloppe de bâtiments tertiaires et industriels, sur supports métalliques en acier profilé. L'originalité du composant ToitPV-Th repose sur une modularité importante offrant des fonctions de production énergétiques relatives à la chaleur (eau chaude et éventuellement air préchauffé) et l'électricité (photovoltaïque) et pour lesquels un optimum est recherché de manière quasi-indépendante grâce à une juxtaposition des fonctions. Le projet a aussi exploré la viabilité technico-économique de ce capteur hybride.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	1,6 par projet terminé
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Une des caractéristiques majeures de ce programme est la grande diversité de projets proposés, avec un caractère partenarial très marqué. Les projets étaient plus axés recherche « aval » et développement que recherche en rupture. Le faible nombre de projets retenus par l'ANR est à l'image de l'offre limitée de recherche dans ce domaine. Ce programme a été particulièrement bien accueilli par certains acteurs du secteur, notamment les PME qui développent des équipements énergétiques, de ventilation ou d'intégration des énergies renouvelables, les bureaux d'études thermiques et les laboratoires publics qui investissaient peu en R&D sur le sujet. Le PREBAT a contribué à structurer une recherche sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments, qui était très faible en 2005. On note toutefois, que les grands groupes du secteur sont quasiment absents, hormis EDF. Cela reflète sans doute la faible intensité de R&D du secteur.

Programme Transports Terrestres (PREDIT)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme transports terrestres s'inscrivait dans la logique des orientations fixées par le programme interministériel PREDIT3. Le premier objectif du programme était de réduire l'impact des transports terrestres sur leur environnement à la fois au niveau local (réduction de la pollution et des nuisances sonores) et au niveau global (réduction des émissions de gaz à effet de serre). Le second objectif était d'ordre sociétal, il consistait à augmenter la mobilité des personnes et des biens dans des conditions de sécurité de sûreté et de fiabilité encore accrues. Pour répondre à ces objectifs, le programme a été organisé sur un cycle de deux appels à projets par an sur trois ans. L'édition 2005 a lancé deux appels l'un sur les « technologies et connaissances pour la sécurité » et l'autre sur « l'intégration des Technologies de l'Information et de Communication (TIC) pour les transports ». L'édition 2006 a focalisé sur les « transports intelligents » et un appel sur les « véhicules propres et économes ». L'édition 2007 a lancé un second appel sur les « véhicules propres et économes » et un appel sur les « transports sûrs fiables et adaptés ».

• AXES THEMATIQUES

Les sous thèmes de l'axe « technologies et connaissances pour la sécurité » ont été :

- La sécurité des transports guidés ;
- La sécurité des 2 roues ;
- Les altérations naturelles de la vigilance et de l'attention du conducteur ;
- Le comportement des conducteurs en lien avec les innovations.

Les sous thèmes de l'axe « Intégration des TIC » ont été :

- L'intégration fiable et robuste des technologies pour les systèmes embarqués, nomades ou distribués ;
- L'intégration des technologies satellitaires pour la mobilité terrestre ;
- Les interfaces homme/ systèmes (fonction ou machine).

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
«Technologies et connaissances en sécurité»	14	6 238
«Intégration des TIC dans les transports»	9	10 857
Total	23	17 095

Deux projets ont été abandonnés en cours, l'un pour cause de partenariat défaillant, l'autre pour des raisons de retard technologique constaté trop important.

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	151	17 095
Entreprises	55	6 438

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

En matière de résultats de recherche sur le thème des deux roues motorisés, les travaux **du projet PROMOTO** sur les airbags moto ont conduit à l'observation d'une très forte réduction des contusions thoraciques qui sont la source de nombreux décès. Après une phase de tests expérimentaux couplés à des simulations numériques, le système pourra être proposé commercialement.

En matière d'éveil du conducteur privé de sommeil de façon chronique, **le projet PRIVASOM** a dévoilé qu'au-delà de l'analyse de l'influence des contres mesures telles que la prise de café ou des périodes de sommeil, il en existait une nouvelle à explorer fondée sur l'utilisation de lumière bleue pour le maintien en état d'éveil. Au niveau de défauts d'attention des conducteurs liés à l'usage de nouvelles technologies, il est apparu, avec **le projet UNOTECH**, que l'utilisation des fonctions avancées du véhicule (comme le régulateur) ne réduisait que peu la vigilance. Le coût de la surveillance du système étant élevé, il aboutit à une forme de maintien de l'attention.

Concernant le second axe, il y a eu une prédominance du thème concernant la sûreté des logiciels et des systèmes pour l'automobile. Ce dernier sujet a fait l'objet de travaux qui préfigurent les architectures électroniques et logicielles des véhicules de demain. **Le projet SEEDS** a montré la faisabilité d'un diagnostic de câblage automobile par des techniques de réflectométrie. Au-delà de la caractérisation du défaut, le prototype permet sa localisation avec une précision centimétrique. Les travaux **du projet LOVE** ont mis en compétition plusieurs technologies pour détecter la présence de piétons dans une scène de conduite automobile. La stéréovision, la vision monocapteur et la technique du LIDAR ainsi que les algorithmes de détection ont été testés de façon à livrer aux constructeurs automobiles une technologie présentant les meilleurs avantages en termes de détection, d'absence de fausse alarme et de coûts maîtrisés.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	~7 par projet terminé
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

En matière de « technologies et connaissances en sécurité », il semble nécessaire d'instruire à l'avenir la question de la classification des pathologies, de substances actives et leurs conséquences vis-à-vis de la sécurité routière. La question de l'adaptation des véhicules aux besoins des conducteurs (état de santé dégradé, vieillissement) est aussi une question à instruire. Enfin en sécurité secondaire, les pics importants de mortalité restent les enfants or, il n'y a aujourd'hui que peu de travaux sur cette question surtout au niveau de la biomécanique. Ce dernier sujet doit aborder les questions d'éthique.

En matière « d'intégration des TIC » la question de la fiabilité logicielle demeure d'actualité avec une adaptation au secteur des transports qui a des caractéristiques particulières (durée de vie, conditions d'utilisation en environnement sévère). La notion de mobilité « sans couture » demeure un sujet de recherche en particulier en tenant compte de la possibilité pour un usager d'enchaîner différents modes de transports (marche à pieds, transports en commun, véhicule individuel, véhicule partagé, etc.).

Programme National de Recherche sur les Bioénergies (PNRB)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme a pris le relais des actions financées antérieurement dans le cadre du GIS AGRICE coordonné par l'Ademe. Ses objectifs étaient :

- Renforcer les partenariats public/privé, et structurer la communauté française de recherche sur les bioénergies ;
- Élargir le périmètre des bio-ressources mobilisables et économiquement acceptables (bois, sous-produits agricoles, biomasse aquatique...);
- Renforcer la R&D et les recherches de rupture sur les nouvelles filières technologiques de conversion énergétique de la biomasse ligno-cellulosique.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : ressources ligno-cellulosiques,
- Axe 2 : conversion par voie thermo-chimique,
- Axe 3 : conversion par voie biologique,
- Axe 4 : évaluation socio-technico-économique et environnementale.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Ressources ligno-cellulosiques	2	2 244
Conversion par voie thermo-chimique	3	2 497
Conversion par voie biologique	4	3 609
Evaluation socio-technico-économique et environnementale.	1	140
Total	10	8 491

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	27	8 491
Entreprises	14	4 608

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Projet ANABIO : dans son rendu, l'outil ANABIO propose une démarche exhaustive pour l'évaluation économique des filières bioénergies et le choix des données et outils. Un guide méthodologique a été mis en place, qui permet de guider l'utilisateur à travers les différentes filières, en fonction de ses besoins.

Projet PBEIP : ce projet a consisté à étudier et optimiser l'attaque enzymatique de la cellulose papetière. Ce programme a montré qu'en utilisant des pâtes industrielles, l'hydrolyse de la

cellulose en glucose pouvait être quantitative, et que l'introduction d'hémi cellulases, permettait de récupérer les sucres en C5 avec une pureté remarquable, ce qui laisse bien augurer de leur valorisation future.

Ce projet a également permis de mettre à disposition des cocktails d'enzymes extrêmement performants, ainsi que d'hémicellulases et de levures de fermentation bien adaptées. De nouvelles cellulases ont également été mises au point (« accelerases »).

Projet CINE-HT : ce projet a permis à la fois d'acquérir de nouvelles connaissances sur les cinétiques réactionnelles de gazéification à haute température, et de répondre à des interrogations concernant les deux procédés envisagés (étage de reformage des gaz et réacteur à flux entraîné). Ces travaux ont été appliqués au dimensionnement d'un réacteur à flux entraîné, première étape de la conversion thermochimique de biomasse en combustibles liquides de 2^o génération.

Projet INORGANIQUE : ce projet a atteint ses objectifs essentiels, c'est-à-dire :

- le choix d'une technologie de paroi pour le réacteur de gazéification de biomasse en flux entraîné (haute température), ainsi que ;
- l'établissement d'une méthodologie de conduite du réacteur via la détermination de la température de fonctionnement en fonction de la composition des cendres et du comportement des fractions inorganiques de la biomasse gazéifiée.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	16
Nombre de brevets	2

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme PNRB est parvenu à créer une réelle communauté partenariale public-privé sur les bioénergies, au-delà des acteurs fondateurs du GIS AGRICE. Les acquis sont ceux d'une recherche incrémentale qui a permis l'élaboration des grands projets préindustriels financés dans le cadre du fonds démonstrateur du Grenelle : FUTUROL, pour la voie de conversion biochimique vers l'éthanol de 2^o génération, et projets soumis aux FDR de l'ADEME, pour la voie thermochimique, en vue de l'élaboration de biocarburants de synthèse de 2^o génération.

Programme de Recherche Capture et Stockage du CO₂

Type d'appel à projets : partenarial

- **OBJECTIFS DU PROGRAMME**

- créer une communauté nationale public-privé, pluridisciplinaire, autour de la problématique du CSC ;
- renforcer la compétitivité des équipes de recherche françaises ;
- renforcer la compétitivité des entreprises françaises dans ce domaine émergent ;
- réduire les coûts du CSC (facteur 2 à 3 à l'horizon 2015) et de diminuer de manière importante la consommation d'énergie des procédés de capture ;
- préciser les règles relatives à l'implantation, la surveillance et la sûreté de stockages souterrains de CO₂ de taille industrielle.

- **AXES THEMATIQUES**

- Capture et transport du CO₂
- Stockage et MMV (monitoring, mitigation et vérification)
- Aspects socio-économiques et thèmes transverses

- **PROJETS FINANCES**

	Nombre de projets	Aides (k€)
Capture et transport du CO ₂	4	2 736
Stockage et MMV (monitoring, mitigation et vérification)	5	5 204
Aspects socio-économiques et thèmes transverses	0	0
Total	9	7 940

- **PARTENAIRES FINANCES**

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	61	7 940
Entreprises	22	1 347

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

En matière de capture du CO₂, le projet CAPCO₂ a permis de tester différentes alternatives aux procédés conventionnels de captage à base d'amines. Il a été démontré qu'il était possible de capter des flux de CO₂ à des niveaux de 98 % par des substrats minéraux synthétiques de type HDL (hydroxy-double lamelles). Le concept a été breveté. Le projet CO₂SUBLIM a mis au point un procédé innovant de captage du CO₂ par anti-sublimation. Les performances atteintes permettent un captage à 90 % pour des concentrations de CO₂ d'environ 3-4 %. Ce procédé fait désormais l'objet d'un projet financé par le fonds démonstrateur du Grenelle.

En matière de stockage géologique du CO₂, les projets financés ont porté sur l'ensemble des trois grandes problématiques du stockage : les paramètres de choix d'implantation des sites de stockage, l'injectivité dans des réservoirs déplétés et des aquifères, et les paramètres efficaces de monitoring des sites.

Le **projet PICOREF** a permis de définir une méthodologie complète permettant de choisir et de décrire un site pour le stockage de CO₂. Les résultats du projet sont utilisés par les pouvoirs publics comme « méthodologie à caractère national » pour le choix d'implantation des futurs sites de stockage.

Le **projet INTEGRITE** a permis de modéliser sur un plan géochimique et géomécanique différentes conditions de stockage dans le bassin parisien. Les résultats montrent que le stockage géologique du CO₂ en aquifère n'est pas susceptible de générer ou réactiver des failles, ni de conduire à des effets importants sur la porosité ou la perméabilité du milieu.

Un **projet (SOCECO₂)** portait sur les aspects d'acceptabilité sociale et d'économie de la filière CSC. Cette technologie apparaît pour l'instant relativement méconnue, seuls 6 % des français en donnent une définition exacte. Son approbation est de 59 %, tombant à 38 % après un exposé orienté sur les risques.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (RICL)	26
Nombre de brevets	5 déposés

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme CO₂ de l'ANR a fait l'objet de 4 appels à projets (2005-2008). Le périmètre du programme est relativement original au regard des autres programmes européens, car il rassemble l'ensemble de la filière, depuis les procédés de captage jusqu'aux conditions de stockage géologique et aux aspects socio-économiques. D'autre part, le programme n'avait aucune antériorité. Il a permis d'agréger les principaux acteurs français du secteur dans une logique de partenariat. La succession des appels a permis d'attirer des PME dans un secteur jusqu'alors occupé par les principaux énergéticiens. Des laboratoires académiques de l'université et du CNRS, sans antériorité sur la thématique, ont apporté des contributions originales à partir des éditions 2007 et 2008. La communauté reste toutefois restreinte à une trentaine d'acteurs.

Le programme CO₂ a permis d'apporter des financements nationaux très significatifs à la communauté française qui était essentiellement financée par le 6^{ème} PCRD. Le programme a favorisé des partenariats public-privés nouveaux avec les acteurs industriels du secteur, notamment Alstom, Total, GdF-Suez et dans une moindre mesure Veolia et Schlumberger. Le programme de l'ANR a constitué les briques de la quasi-totalité des projets de démonstrateurs dans le cadre du Grenelle.

Programme Génie Civil et Urbain (PGCU)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Génie Civil et Urbain, lancé en 2005 par l'ANR, s'intéressait à toutes les phases de la vie des constructions et des infrastructures, depuis la mise en œuvre des matières premières jusqu'à la démolition (recyclage - réutilisation), en passant par leur exploitation et leur entretien, et cherchait à aider au développement de différentes techniques de conception et de construction en environnement urbain destinées à mieux satisfaire les besoins et attentes des habitants, usagers et riverains.

• AXES THEMATIQUES

En 2005, deux champs thématiques étaient affichés dans l'appel à projets :

- La sécurité et la fiabilité des ouvrages et des réseaux, la réduction des vulnérabilités.
- La gestion du patrimoine existant.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de Projets	Aides (k€)
Sécurité et fiabilité des ouvrages et des réseaux et réduction des risques	4	1 513
Gestion du patrimoine existant	4	2 017
Total	8	3 530

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	86	3 530
Entreprises	22	685

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Le projet ARGIC visait une meilleure compréhension des mécanismes de retrait-gonflement des sols lors des sécheresses et de leurs effets sur les constructions, et le développement de méthodes pour les prévenir. Les avancées les plus significatives concernent les procédures de caractérisation en laboratoire de la susceptibilité d'un sol vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Le projet a permis de balayer d'un œil critique l'ensemble des essais de laboratoire et des grilles de classifications habituellement utilisées. Une évaluation globale de l'intérêt comparé de ces différentes techniques de caractérisation a pu être faite et les principales grilles de classification disponibles dans la pratique ont été analysées au vu des résultats accumulés dans le cadre du projet sur une vingtaine de formations géologiques réputées sujettes au retrait-gonflement, ce qui permet de fournir aux bureaux d'études et aux laboratoires des éléments d'appréciation pour orienter les futures reconnaissances.

Le projet ERINOH s'inscrit dans une action de R&D plus vaste (appelé Projet National de R&D en génie civil et subventionné par le MEEDM) qui porte sur les méthodes de détection d'hétérogénéités dans les ouvrages hydrauliques et qui aborde les essais en vraie grandeur. Le projet ANR est centré sur l'étude des lois d'érosion interne des sols. A ce titre, ont été développés des appareillages et modes de détection innovants, qui ont permis de fournir une base des types d'initiation de l'érosion interne, de poser les fondements d'une loi d'érosion pour la modélisation et de proposer une méthodologie expérimentale opérationnelle pour des études de cas.

Le projet ACTENA visait à développer différentes méthodes non destructives d'évaluation de l'état des câbles de génie civil dont la fonction est d'être tendus et dont la position dans l'ouvrage les rend inaccessibles. Le projet a permis d'identifier les domaines d'application (détermination de l'état de la contrainte, détection et location des ruptures, détection des zones à risques), de pertinence et les limites de chacune de ces méthodes.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (RICL)	8 par projet terminé
Nombre de brevets	0

Ces résultats ne concernent que les projets terminés au 1^{er} septembre 2009, soit 4 projets.

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Ce programme a su allier l'excellence scientifique dans une discipline particulière, le génie civil, et l'intégration d'un secteur professionnel, celui du BTP (plutôt le TP) dans des projets souvent de grande qualité. Les équipes de recherche publique, de très bon niveau international, savent associer travaux théoriques et validation expérimentale. L'association universitaire de génie civil joue d'ailleurs un rôle important dans l'animation de cette communauté.

Globalement, le programme a suscité une offre de recherche intéressante tant en qualité qu'en quantité tout au long de son existence. Ce programme a reçu un excellent accueil de la part du secteur privé d'une part et des laboratoires de recherche publics d'autre part. Il a largement contribué à structurer et à relancer la recherche en génie civil et à favoriser les relations entre entreprises du secteur et ces laboratoires et a aussi permis le rapprochement entre « majors du BTP » sur des sujets d'intérêt partagé (pré-normalisation notamment, mais aussi ingénierie concourante).

Programme de Recherche pour les Ecotechnologies et le Développement Durable (PRECODD)

Type d'appel à projets : partenarial en 2005.

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le PRECODD est un programme de recherche partenariale française sur les technologies de l'environnement et les systèmes de production durables. Les objectifs consistaient à :

- Développer des recherches sur les verrous technologiques motivés à la fois par le marché et les cadres réglementaires,
- Encourager les technologies de rupture, notamment en matière de « procédés propres », permettant des gains significatifs en matière de réduction des émissions à la source (déchets, effluents, gaz à effet de serre) et en matière de gestion des prélèvements ou d'altération des ressources naturelles (eau notamment),
- S'inscrire dans la feuille de route européenne ETAP (Environmental Technologies Action Plan).

• AXES THEMATIQUES

- Axe thématique 1 - Nouveaux procédés de production et de traitement
- Axe thématique 2 - Protection et gestion des ressources naturelles
- Axe thématique 3 - Outils et services pour l'évaluation des performances environnementales et pour la gestion intégrée de l'environnement

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Axe 1 - Nouveaux procédés de production et de traitement	5	2 338
Axe 2 - Protection et gestion des ressources naturelles	13	7 411
Axe 3 - Outils et services pour l'évaluation des performances environnementales et pour la gestion intégrée de l'environnement	0	0
Total	18	9 750

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	75	9 750
Entreprises	36	3 705

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

80 % des projets financés en 2005 portaient sur des technologies curative ou de métrologie et 20 % seulement sur des approches de préventives de production industrielle. Cela résulte essentiellement de l'apport de communautés issues des réseaux technologiques préexistants RITEAU et RITMER focalisés sur les technologies de traitement et de mesure des pollutions. En matière d'exemples marquants on peut citer plusieurs projets ayant générés des impacts significatifs.

Le projet DECALCO : Piégeage et valorisation de DEChet ALcalin par passivation au CO₂ industriel. Le projet a revisité dans son ensemble la filière industrielle. La neutralisation des déchets alcalins par le CO₂ émis par le procédé permet de recycler les déchets produits comme matières premières secondaires, utilisables en travaux publics. Le projet a abouti à la décision de lancement d'un pilote industriel par Solvay. Le procédé permettrait de diminuer d'environ 4 Mt/an de déchets industriels et une réduction de piégeage d'environ 20 % des émissions de CO₂ de la filière.

En matière de surveillance de la qualité de l'eau, plusieurs projets ont abouti à des résultats marquants. **Le projet AMPERES** a permis de mettre au point des protocoles fiables d'analyse des polluants émergents (résidus de pesticides, substances pharmaceutiques,...) dans les effluents des stations d'épuration et a montré les performances des traitements actuels pour ces nouveaux types polluants.

Le projet PERLE a permis la mise au point un test destiné à être normé au niveau européen pour la détermination des souches de légionelles dans les effluents des stations d'épuration.

Le projet PROLIPHYC a débouché sur un système de balises de mesure in situ des efflorescences algaires avec télétransmission et associé à un modèle prévisionnel d'occurrence des blooms algaires.

Le projet HAB SEACHIP a permis la réalisation d'un biocapteur sensible au niveau des seuils d'alerte fixés pour certaines micro-algues. Le principal résultat porte sur la mise au point d'une biopuce permettant la détection spécifique de trois espèces d'algues toxiques fréquentes en aquaculture. La biopuce utilise des marqueurs moléculaires identifiés à la suite de l'établissement du génome des micro-algues toxiques.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (RICL)	~ 7 par projet terminé
Nombre de brevets	5 dépôts

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Par son ampleur et le nombre de projets en cours, le programme PRECODD a acquis une visibilité nationale depuis 2005 et a constitué la principale contribution française au plan européen ETAP. Un aval au programme de recherche est bien coordonné avec l'action de la DGCIS (appels à projets ECO-INDUSTRIE) et la mise en place du Comité stratégique des éco-industries (COSEI). La notion d'écotechnologies est désormais bien installée dans le système de recherche et apparaît comme un axe stratégique de certains organismes de recherche ou universitaires (Cemagref, BRGM, INPL, INPT, INSA Lyon). La participation industrielle au programme est jugée satisfaisante avec pour moitié des grands groupes et des PME. Deux régions ont une taille critique sur la thématique : Rhône-Alpes, avec un potentiel de recherche globalement regroupé autour du pôle AXELERA et des actions en Île-de-France sont en revanche dispersées, mais un fort potentiel de R&D privée. Les projets sélectionnés sont de bonne qualité avec souvent des produits sub-industrialisables, toutefois on n'observe pas d'avancée technologique en rupture dans l'édition 2005. Le programme s'est renforcé sur les écotechnologies préventives et le recyclage des matériaux par rapport aux technologies de l'environnement, qui sont devenus des axes prédominants du programme dans les éditions suivantes. L'intégration de communautés scientifiques issues des STIC, des biotechnologies et des nanotechnologies devraient permettre de susciter d'avantage d'approches en rupture par rapport aux schémas existants.

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible (PAN-H)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme PAN-H avait pour priorité en 2005 de déployer les technologies de la Pile à Combustible notamment pour le secteur automobile. Les objectifs du programme ont ensuite été révisés pendant le cycle d'appels à projet à partir de 2007 au vu des roadmaps technologiques affichés par les constructeurs. Le programme a été réorienté vers des marchés précurseurs que les performances actuelles permettent d'ouvrir commercialement : production stationnaire d'électricité en co-génération, groupes de secours, production électrique décentralisée, transports collectifs, application à l'électronique portable, groupes auxiliaires de puissance, etc...

• AXES THEMATIQUES

- Production d'hydrogène
- Approvisionnement en hydrogène
- Système pile
- Activités transverses : technico et socio-économie, sécurité, éducation et formation.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
1. Production d'hydrogène	2	3 100
2. Approvisionnement en hydrogène	7	6 300
3. Système pile	15	19 800
4. Activités transverses	1	400
Total	25	29 600

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	141	29 600
Entreprises	58	16 900

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

HYBOU : Matériaux Innovants pour Liners Polymères et Coques Composites des Réservoirs de Type IV. Faisabilité de réservoirs composites à liner thermodurcissable hyperbares (700 bar) et à l'échelle 1, satisfaisant les spécifications de perméabilité, tenue à la rupture et au cyclage. La fabrication des liners en polyuréthane est faite par une technique de rotomoulage réactif mise au point spécifiquement pour les besoins du projet.

H2-PAC : Développement d'un générateur d'hydrogène à hautes performances à base d'hydrure chimique. Le projet permettra la fabrication et la commercialisation (annoncée par le partenaire industriel pour 2012) d'une cartouche bon marché générant de l'hydrogène pour alimenter des piles à combustible de petite puissance destinées à une application sur les appareils électroniques

grand public. Dans certaines conditions, le rendement massique atteint est de 9 %. 18 brevets ont été déposés.

FYSIPAC-1 et 2 (2005, 2006) : Fiabilisation Système Pile A Combustible . Intégration véhicule d'un système PAC avec un rendement optimisé des différents constituants (stack PEMFC, compresseur d'air, convertisseurs de tension, etc.) permettant d'obtenir un rendement énergétique global de l'ordre de 50 % et une autonomie de 100 km avec 1,2 kg de H₂ embarqué (sans consommation de l'énergie de la batterie).

PAC SM : Pile A Combustible pour applications Sous-Marines. Un module de pile H₂/O₂ de 1,5 kW fonctionnant en conditions anaérobies pour applications sous-marines (UAV, stations sous-marines) a permis d'atteindre des performances remarquables (rendement électrique global du système atteignant 60 %, densité de puissance maximum de 1,25 W.cm⁻², durée de vie de 5000 heures à 0,72 V et 1 A.cm⁻²).

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	~250
Nombre de brevets	48

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme PAN-H a 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). Le programme ANR constitue depuis 2005 une part très importante de la dépense publique de R&D sur cette thématique. Il a largement contribué au fort renforcement de la visibilité internationale de la communauté française au cours des cinq dernières années : la France occupe, en Europe, le second rang, derrière l'Allemagne, sur cette thématique. Le programme a été marqué par les changements de stratégies des constructeurs automobiles entre 2005 et 2006 et corrélativement, les évolutions des roadmaps technologiques qui ont dues être révisées.

La dynamique mise en place doit se poursuivre par l'émergence d'une filière industrielle de fabrication et de déploiement des PACs pour différentes applications. Outre le véhicule électrique (flottes captives, véhicules particuliers) à moyen terme, cela concerne essentiellement la production stationnaire d'énergie (centrales électriques, production locale d'électricité et de chaleur, alimentations de secours, etc.) et les systèmes électroniques portables.

Programme de Recherche Catastrophes Telluriques et Tsunamis (CATTEL)

Type d'appel à projets : ouvert, deux appels à projets en 2005 et 2006

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme, lancé à la suite du tsunami de Sumatra en 2004, a fait l'objet de deux appels à projets successifs en 2005 et 2006. Il vise à développer des recherches fondamentales et appliquées sur les phénomènes à l'origine des grandes catastrophes telluriques : séismes, volcans, tsunamis, instabilités gravitaires. L'objectif de ce programme consistait notamment à initier des actions ambitieuses à l'international sur ce thème. Le programme affichait également un objectif pluridisciplinaire associant des équipes des géosciences à des historiens, des architectes et des ingénieurs en génie civil autour de la notion de risques telluriques.

• AXES THEMATIQUES

L'appel à projets 2005 portait notamment sur des zones à risques importants du globe comme l'Océan indien, l'arc des Antilles et la Méditerranée. Les thématiques de l'appel à projets 2005 s'organisaient autour de 5 axes :

- Les risques sismo-tectoniques : il s'agissait de promouvoir des recherches sur l'étude des failles actives continentales et sous-marines, décrypter l'histoire des zones sismogènes, modéliser la propagation des ondes sismiques, les systèmes d'alerte sismiques précoce ou la vulnérabilité sismique des constructions.
- Les risques volcaniques : cet axe ciblait les processus de fonctionnement des dômes de laves et les interactions entre magma et les systèmes hydrothermaux, les processus éruptifs associés aux points chauds de la croûte terrestre ou les systèmes d'alerte aux éruptions volcaniques.
- Les risques liés aux tsunamis : cet axe visait à étudier les processus à l'origine des tsunamis et les recherches technologiques sur les dispositifs d'alerte aux tsunamis.
- Les risques gravitaires : cet axe portait sur les processus de glissements de terrains terrestres ou sous-marins, les phénomènes physiques des écoulements et les technologies associées aux dispositifs de surveillance de ces phénomènes.
- Axe transversal : recherche technologique et méthodologique sur ces risques naturels et développer la dimension sociale et économique des systèmes d'alerte précoce.

• PROJETS FINANCES EN 2005

	Nombre de projets	Aides (k€)
Les risques sismo-tectoniques	10	3 153
Les risques volcaniques	1	569
Les risques liés aux tsunamis	4	879
Les risques gravitaires	2	569
Axe transversal	0	0
Total	17	5 170

- **PARTENAIRES FINANCES**

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	58	5 050
Entreprises	3	120

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

PRECORSIS : le projet portait sur l'analyse d'enregistrements sismologiques sur le volcan du Piton de la Fournaise. Les résultats ont permis la mise au point d'une nouvelle méthode de prédiction des éruptions avec une précision accrue fondée sur l'écoute du bruit de fond sismique. Des variations extrêmement petites des propriétés physiques de l'édifice volcanique sont détectables plusieurs jours avant le début d'une éruption. Ces précurseurs ont été observés de manière systématique pour six éruptions du Piton de la Fournaise (1 article dans Nature).

TSUMOD : le projet portait sur la modélisation numérique des processus de tsunamis (source / propagation / effets côtiers) à partir des observations du tsunami d'Indonésie 2004. Il a mis au point de nouveaux outils numériques pour la compréhension et les applications opérationnelles. Ce nouveau modèle de détection de l'aléa constitue la référence au niveau mondial.

SAGER : ce projet d'imagerie sismique par tomographie haute résolution de la zone de subduction Sumatra/Andaman a été réalisé quelques mois après le tsunami. Il a permis l'obtention de résultats novateurs sur la compréhension des mécanismes géodynamiques (épaisseur de la croûte continentale, rôle du chevauchement arrière arc) ayant généré le séisme déclencheur du tsunami (un article dans Nature).

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (RICL)	10,2 par projet terminé*
Nombre de brevets	0

* dont 3 papiers dans Nature et 1 dans Science

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Sur les 17 projets financés, 10 sont terminés. Le programme a financé des projets de recherche fondamentale d'excellente qualité scientifique avec une forte prédominance de sujets portant sur le risque sismique. La contribution des Sciences de la Terre a été prédominante, sans émergence de projets pluridisciplinaires dans le domaine des risques telluriques et avec peu de projets à caractère appliqué. On constate une très bonne valorisation scientifique et des résultats novateurs au plan international en Sciences de la Terre.

Les projets comportent des acquisitions de données sur le terrain (dépendant notamment des calendriers de campagnes océanographiques) ou nécessitant de longues séries d'observation (constante de temps des phénomènes étudiés) accusent du retard. Les projets clos sont généralement ceux ayant utilisé des données préexistantes.

Programme Solaire Photovoltaïque

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

La première édition (2005) du programme solaire photovoltaïque affichait comme enjeux prioritaires la réduction des coûts des cellules solaires photovoltaïques et l'intégration au bâtiment. Les objectifs de l'appel à projets étaient de progresser significativement sur le génie des matériaux et sur les solutions d'intégration de composants (modules, connectique, onduleurs...) dans des systèmes standardisés, pour le secteur du bâtiment. Le but était aussi de mettre en réseau les meilleures équipes de recherche et d'atteindre un niveau critique.

• AXES THEMATIQUES

- Les matériaux et dispositifs en silicium cristallin
- Les matériaux et dispositifs en couches minces
- Les nouveaux concepts (très hauts rendements, solaire organique...)
- Les systèmes complets et leurs composants.

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Silicium cristallin	2	3 115
Couches minces	2	2 282
Nouveaux concepts	2	1 358
Composants et systèmes	4	3 909
Total	10	9 664

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	73	9 664
Entreprises	19	2 706

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Le projet ATOS visait à faire émerger une nouvelle filière de cellules photovoltaïques en couches minces à base de silicium amorphe, compatible avec le dépôt sur des substrats bon marché et de grande surface tels que des substrats de verre, à partir de solutions innovantes de type *tandem* à électrodes intermédiaires. Le projet a permis de lever deux verrous importants, notamment la dégradation du silicium amorphe et les performances obtenues sont remarquables, avec un rendement supérieur à 12 % pour les modules assemblés.

Le projet TWIN, impliquant deux industriels français et deux laboratoires publics, visait à créer une filière industrielle électromagnétique pour la production de matière première photovoltaïque. Il s'agissait de construire un pilote industriel de fabrication de lingots de silicium de qualité solaire

photovoltaïque en coulée continue. Les résultats obtenus (concentration en impuretés, résistivité, homogénéité du lingot...) sont particulièrement encourageants.

Sur les systèmes, **le projet MULTISOL** apporte un certain nombre de réponses pour optimiser les flux électriques dans un bâtiment photovoltaïque. L'objectif de ce projet était de développer une architecture énergétique globale novatrice axée autour du solaire et de la gestion intelligente des charges où le réseau apparaît comme un appoint pour le bâtiment et où le bâtiment apparaît pour le réseau comme un consommateur stable et, éventuellement, disponible pour aider à sa régulation grâce aux surplus de production du bâtiment. Après une première phase de définition et modélisation, MULTISOL a produit des prototypes fonctionnels qui ont permis de valider les concepts développés. La suite de ce projet, financée dans le cadre du programme HABISOL, va permettre de développer un produit technologique destiné à une mise sur le marché à un horizon de cinq ans.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications (RI CL)	20 par projet terminé
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Au vu des résultats encore préliminaires des projets, le programme solaire photovoltaïque doit être reconnu comme un succès. Il a permis de fédérer les meilleures équipes de recherche publique qui travaillaient déjà sur ce sujet, d'intégrer de nouveaux acteurs et d'associer chercheurs du public et entreprises. Ainsi, ce programme a réussi à attirer de nouvelles équipes de recherche (chimistes, spécialistes des nanomatériaux) qui travaillaient auparavant dans d'autres domaines. Il a été reconnu par les principaux acteurs de ce domaine comme intégrateur des efforts nationaux de R&D sur le sujet. La part de l'ANR dans les budgets de R&D du domaine est très importante (quasiment 40 % des financements publics en 2007 lors de la dernière édition de ce programme). Ce programme a fortement favorisé les rapprochements public/privé.

Au-delà des projets de recherche soutenus par l'ANR et l'ADEME, la période 2005 à 2008 a connu un certain nombre d'évènements fédérateurs qui permettront à la filière photovoltaïque française de briller sur la scène internationale. Le centre INES (Institut National pour l'énergie Solaire) a vu le jour en 2006, des sociétés comme EMIX et Photowatt ont connu des croissances exceptionnelles et prévoient de multiplier par deux ou trois leur capacité de production rapidement. D'autre part, il faut s'attendre à un accompagnement par l'aval et un développement du marché grâce aux mesures d'incitation pour les particuliers (crédit d'impôt et tarifs d'achat de l'électricité à 55 centimes d'euro par kWh par EdF).

Biologie et Santé

Biologie et Santé

Dans le domaine de la santé, l'ANR a ouvert en 2005 huit programmes thématiques qui ont permis de dynamiser tant les recherches fondamentales que les applications industrielles du secteur, tout en accompagnant les différents plans d'actions mis en place à l'échelle nationale.

Ainsi, quatre programmes ont été ouverts aux recherches fondamentales et appliquées portant sur la compréhension des grandes maladies. Il s'agit principalement des maladies cardiovasculaires, de l'obésité et du diabète (COD), des maladies neurologiques et psychiatriques (NEURO), des maladies du système immunitaire et des maladies infectieuses (MIIM) et des maladies rares (MRARE), qui s'inscrivaient dans le cadre du plan national (2004-2008) sur les maladies rares. Ces programmes ont permis la mise en place de projets fortement collaboratifs avec en moyenne près de 3 équipes par projet (376 équipes au total). Les premiers bilans montrent des résultats très significatifs dans chacune des quatre grandes familles de maladies qui se concrétisent par un nombre important de publications dans des revues de premier plan (Nature, Science, New England J Medecine, J Clin Invest...) et des brevets (12) déposés sur de nouveaux tests diagnostics ou de nouvelles pistes thérapeutiques.

Deux programmes réservés à des recherches partenariales public-privé ont été ouverts en association avec les réseaux technologiques nationaux dans le domaine des biotechnologies, avec le Réseau innovation Biotechnologies » (RIB), et dans le domaine des technologies pour la santé, avec le Réseau national des technologies de la santé (RNTS). Le programme RIB, consacré aux biotechnologies de la santé, de l'environnement et des sciences agroalimentaires, a suscité dès sa première édition un fort intérêt des entreprises principalement PME du secteur (41 entreprises pour 31 projets). Les résultats disponibles à ce jour sur le programme RIB sont très encourageants tant du point de vue quantitatif (avec 35 brevets déposés) que qualitatif avec, par exemple, la mise au point de nouveaux tests diagnostics performants et de nouveaux biomatériaux qui seront commercialisés dès 2010 pour la reconstruction osseuse. Le programme RNTS a quant à lui renforcé son impact sur les collaborations entre les équipes académiques, cliniques et industrielles. De plus, avec 34 brevets déposés, ce programme concrétise un grand nombre de nouvelles approches technologiques parmi lesquelles on peut citer, par exemple, de nouveaux prototypes français d'imagerie de la rétine ou de tomographie de petits animaux.

Un programme appelé « Émergence », ouvert exclusivement aux équipes académiques et aux structures de valorisation de la recherche académique, a été mis en place pour promouvoir l'émergence et la maturation de projets de biotechnologies à fort potentiel de valorisation. Ce nouvel outil de valorisation de la recherche académique française a déjà démontré toute son efficacité puisque 20 des 30 projets soutenus dans l'édition 2005 ont déjà valorisé leur recherche à travers une création d'entreprise (dans 7 cas) ou une cession de licence et que 33 brevets ont déjà été déposés. Ces résultats confirment l'intérêt grandissant des chercheurs qui s'est manifesté par l'augmentation du nombre de projets soumis et

sélectionnés, et a conduit à la progression du budget dédié d'environ 4 M€ en 2005 à près de 10 M€ en 2008. Cet intérêt et les résultats obtenus dès la première édition suggèrent de renforcer l'effort consacré à ce programme en proposant dès 2010 sa généralisation à l'ensemble des domaines scientifiques où il peut s'appliquer (STIC, éco-environnement...).

Enfin, un programme a été ouvert à des recherches pluridisciplinaires dans le domaine santé-environnement et santé-travail (SEST) qui s'inscrivait dans les volets recherche des Plans nationaux (2005-2009) « santé-environnement » et « santé-travail ». Ce programme a permis de structurer une communauté autour de l'étude des déterminants environnementaux, des agents infectieux dans l'environnement, des impacts des conditions environnementales sur la santé humaine mais également les recherches liées à l'organisation du travail. Le bilan quantitatif du programme comprend d'ores et déjà plus de 134 publications et 2 brevets. Au-delà des nombreux impacts des résultats déjà obtenus dans les deux grands axes concernés, environnement et travail, le bilan qualitatif confirme en particulier les conclusions du Grenelle de l'environnement sur le besoin de renforcement des domaines de la toxicologie et de l'écotoxicologie en France.

Programme Cardiovasculaire, Obésité, Diabète (COD)

Type d'appel à projets : ouvert ; 141 projets soumis.

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme COD avait pour objectif d'accroître les connaissances soutenant des projets de haut niveau de recherche fondamentale, clinique et thérapeutique dans les trois domaines concernés, cardiovasculaire, obésité, diabète. Ce programme était relativement restreint du point de vue thématique mais très ouvert en ce qui concerne les approches possibles (recherche fondamentale, clinique et thérapeutique).

• AXES THEMATIQUES

- Maladies cardiovasculaires
- Obésité
- Diabète
- Métabolisme, inflammation et système cardiovasculaire

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Maladies cardiovasculaires	18	4 868
Obésité	4	1 350
Diabète	8	2 650
Métabolisme, inflammation et système cardiovasculaire	7	2 440
Total	37	11 308

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	110	11 308
Entreprises	0	0

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Dans le domaine cardiovasculaire

Il est à signaler essentiellement la poursuite et le développement des travaux sur l'angiogénèse physiologique et pathologique avec 4 à 5 groupes de pointe. Le rôle du SRF (Facteur de Réponse au Sérum) dans l'angiogénèse et le développement vasculaire a ainsi fait l'objet de publications dans *Dev Cell* et *Mol Cell Biol*. Le rôle des cellules progénitrices endothéliales sur le développement de néo-vaisseaux a fait l'objet de publications dans *Circulation Research* et *J Clin Invest*. Enfin, des travaux importants sur des molécules du système des Nétrines, impliquées dans la croissance

axonale et l'angiogénèse ont été réalisés dans le cadre de ce programme (publications dans *Nature*, *Development*, *Genes Dev*, *PNAS*).

Dans le domaine métabolique

Le fait marquant principal est la démonstration du rôle de différents récepteurs nucléaires dans la différenciation des îlots pancréatiques qui produisent l'insuline. Ce travail de recherche a été publié dans *Mol Cell Biol* et dans *Dev Cell*.

Dans le domaine du diabète et de l'obésité

Il faut noter l'excellence des études pangénomiques dans ce domaine. Le niveau de publication est absolument remarquable avec de très nombreux articles dans les meilleures revues (*NEJM*, *Nature*, *Science*, *PNAS* et *Nature Genetics*). Le projet DIAB-OMICS a ainsi permis l'identification de plusieurs loci responsables de traits complexes comme le diabète et l'obésité et la découverte de nouvelles cibles potentielles à partir desquelles des molécules thérapeutiques innovantes pourraient être identifiées.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	91
Nombre de brevets	3

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

L'appel à projets COD 2005 a permis de financer 37 projets sur 141 éligibles. La plupart des projets ont généré des publications d'excellente qualité correspondant à leur intitulé. Il faut cependant noter qu'il est difficile d'en mesurer l'impact réel en raison de publications encore attendues en 2010. Pour la plupart des projets, le rendement est celui que l'on peut attendre de très bonnes équipes de recherche avec un approfondissement des thématiques en cours et des publications dans les meilleurs journaux de spécialité.

Programme Santé-Environnement et Santé-Travail (SEST)

Type d'appel à projets : ouvert ; 162 projets soumis

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Il s'agissait de développer les méthodes de caractérisation des expositions environnementales qu'elles soient climatologiques, physiques, chimiques ou biologiques, et des populations exposées, et de comprendre et d'évaluer les effets des expositions sur la santé. Il s'agissait aussi de développer l'exploitation et le couplage de bases de données environnementales et de santé, à partir de systèmes d'information existants ou à construire. Finalement, il s'agissait de 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 et d'identifier les populations à risques.

• AXES THEMATIQUES

- Les déterminants environnementaux
- Les impacts des conditions environnementales sur la santé humaine
- Santé, environnement, travail et société
- Santé et environnement hors de France métropolitaine

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (€)
Déterminants environnementaux	11	2 605
Impacts des conditions environnementales sur la santé	21	4 488
Santé environnement travail société	14	1 839
Santé environnement hors métropole	3	868
Total	49	9 800

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (€)
Tous partenaires	125	9 800
Entreprises	0	0

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Les faits marquants des projets financés ont été regroupés en fonction de 5 grands thèmes.

Pollution atmosphérique et problèmes respiratoires et pulmonaires

Toxicologie des nanoparticules : influence de la taille, de la composition chimique et de la réactivité de surface sur les effets pulmonaires et rénaux. Effets des particules et nano-particules atmosphériques sur les affections pulmonaires : Les nano-particules (carbone, dioxyde de titane) ont des effets inflammatoires mais non fibrosants et la réponse inflammatoire est d'autant plus importante que la taille des nano-particules est petite. La cytotoxicité est associée à la production d'espèces réactives du stress oxydatif. L'internalisation des nano-particules dans les cellules de l'épithélium bronchique est rapide mais dépend de la capacité d'agrégation et de la taille des agrégats de nano-particules et la cytotoxicité qui en résulte peut entraîner soit une mort cellulaire par apoptose (cellules bronchiques) ou nécrose (cellules rénales), soit une exocytose.

Pathogènes dans l'environnement, maladies émergentes ou ré-émergentes et activités humaines

Impact d'activités anthropiques, lagunage et épandage de déchets organiques, sur la dynamique évolutive et le fonctionnement des populations de bactéries pathogènes de l'Homme dans l'environnement. Mise en évidence du maintien des pathogènes et de leur multiplication dans l'environnement, à la suite d'épandages de boues de station d'épuration, d'épandages agricoles ou d'élevages ; mise en évidence de transferts de gènes de virulence et de résistance entre bactéries pathogènes et non pathogènes dans les stations d'épuration notamment par lagunage, les stations d'épuration peuvent être considérées comme des réservoirs de maintenance de pathogènes.

EREMIBA : Émergence et ré-émergence de maladies infectieuses dans différents environnements ; émergence et ré-émergence de maladies infectieuses en bassin amazonien et notamment du paludisme avec des formes mortelles importantes (neuropaludisme) dues aux migrations et immigrations humaines qui favorisent les recombinaisons génétiques du parasite et entraînent des sérotypes plus pathogènes.

Contaminants et santé : pesticides, mercure, aromatiques, perturbateurs endocriniens

PELAGIE : Pesticides et perturbateurs endocriniens : effets de pesticides (herbicides et insecticides organo-phosphorés et d'organo-métalliques (tributylétain) sur le développement intra-utérin de femmes enceintes exposées à ces contaminants.

Etude cas-témoin sur la maladie de Parkinson : Rôle de l'exposition aux pesticides et de la susceptibilité génétique sur l'apparition de la maladie de parkinson chez des agriculteurs.

Ondes physiques et santé

MAALS (MAGnetic fields and ALS) : Effets des ondes électromagnétiques sur l'apparition de la sclérose latérale amyotrophique : mise en évidence de la perte de la motricité chez des souris exposées à des champs magnétiques de 50 et 100 hz et mise en évidence de la présence de processus radicalaires dans la moelle épinière de ces souris exposées entraînant la modification de la structure de protéines, un grand nombre de microglies, de processus d'inflammation et de neurotoxicité.

Les dimensions sociales et économiques

Les 13 projets financés dans le domaine des sciences humaines et sociales (sociologie, histoire, gestion, économie, psychologie) abordent des thèmes divers, parmi lesquels :

- le coût économique de la santé au travail à travers l'évaluation du coût économique du stress dans une perspective comparative ;
- les déterminants organisationnels et managériaux de la santé au travail appréhendés à travers l'impact des différents facteurs d'organisation et individuels sur la charge cognitive des agents ; les modalités d'articulation de la prise en compte de la gestion des ressources humaines, de la charge de travail et de la santé ; les effets de la flexibilisation du travail ;
- les déterminants des non-recours aux soins chez les actifs précaires étudiés à partir des caractéristiques socio-économiques et de santé ;
- les modalités de production des données et des savoirs dans le champ de la santé au travail ;
- les transformations des modalités de prise en charge de la santé au travail à travers l'étude des modes de production des catégories d'analyses, des règles et des pratiques dans la reconnaissance des maladies professionnelles, le rôle des différents acteurs et du droit ; les modalités de transformation de l'action publique dans le domaine de la prévention des risques professionnels et les conditions de prise en compte de ces risques par les très petites entreprises ; les évolutions des dispositifs destinés à assurer la réparation des dommages liés aux risques professionnels, environnementaux, sanitaires, aux préjudices liés à l'activité médicale, analysés du point de vue du droit et des victimes.

Parmi les projets financés dans ce thème, six nous apparaissent significatifs :

- Étude pluridisciplinaire des facteurs participants à la charge de travail liée à la prise de poste chez des travailleurs postés : impact sur la santé.
- Évaluation du coût du stress au travail : analyse méthodologique de la mesure, évolution des coûts et comparaisons internationales.
- Les catégories de la santé au travail : histoire des règles et des pratiques.
- Entre plan national et initiative locale, l'émergence d'une gouvernance territoriale des risques professionnels ?
- L'économie morale de la réparation dans les débats publics et l'expérience des victimes. Accidents du travail/accidents médicaux.

• PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications en 2009	134
Nombre de brevets	2

• CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cet appel à projets avait pour objectif d'accroître les connaissances dans tous les autres domaines qui pourraient contribuer à mieux appréhender les relations entre les conditions environnementales, y compris l'environnement de travail, et la santé humaine.

Le programme a mobilisé l'ensemble des disciplines scientifiques : sciences biologiques et médicales, physiques et chimiques, de la terre et de l'univers, mathématiques, de l'ingénieur, humaines et sociales. Il a permis de favoriser les approches interdisciplinaires, en développant les

échanges entre les disciplines à travers le montage de projets communs, ceci afin de renouveler les méthodes et les outils d'analyse, tant conceptuels que statistiques.

Les résultats obtenus dans les 49 projets financés (30 % des projets reçus) montrent que la majorité des projets concerne des études pluridisciplinaires ; environ 35 % des projets sont monodisciplinaires avec un seul partenaire (17 projets).

Les résultats mettent en évidence des points majeurs dans les impacts des contaminants physiques, chimiques ou biologiques sur la santé humaine que ce soit en ce qui concerne les nanomatériaux, les pesticides ou l'émergence de nouveaux pathogènes. Plusieurs points importants ont été aussi identifiés dans les causes de certaines pathologies au travail.

Ce programme qui promeut une recherche académique fondamentale dont les résultats sont pertinents (134 publications produites en 3 ans, 43 publications soumises et 214 communications à congrès) correspond à des préoccupations sociétales sur les effets des conditions environnementales et des contaminants sur la santé des populations humaines. Il est poursuivi, en partie pour ce qui concerne le devenir des contaminants dans l'environnement et leurs effets sur la santé, dans le programme CES (Contaminants Ecosystèmes et Santé). Compte tenu des préoccupations actuelles en matière de santé environnementale, ce type de programme impliquant des études de toxicologie et d'écotoxicologie devrait être poursuivi en regard du règlement REACH et des demandes sociétales.

Programme Microbiologie - Immunologie (MIIM)

Type d'appel à projets : ouvert ; 197 projets soumis

- **OBJECTIFS DU PROGRAMME**

Ce programme avait pour objectif d'accroître les connaissances sur les agents infectieux et les interactions entre agents infectieux et organismes hôte animaux. Il s'agissait d'un programme très ouvert qui concernait les maladies infectieuses, la microbiologie et l'immunologie, à l'exclusion des infections à VIH, VHB, VHC (accueillies à l'ANRS) et de l'immunologie des cancers (accueillie à l'INCa). L'interaction des agents pathogènes avec l'environnement s'intégrait dans le programme SEST.

- **PROJETS FINANCES**

43 projets financés en 2005 pour un montant total de 13 000 k€

- **PARTENAIRES FINANCES**

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	92	13 000
Entreprises	0	0

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

L'immunologie des insectes (drosophile ou anophèle en particulier) est un domaine très actif en France. Des résultats majeurs ont été obtenus par les projets financés en 2005. C'est à la fois un système modèle pour étudier l'immunité innée et un système intéressant en soi avec un important potentiel d'applications dans la lutte contre les maladies transmises par des insectes (parasites, virus voire bactéries). Il est donc tout à fait justifié de poursuivre le soutien de ce domaine.

Toujours en immunologie, on remarque la force des équipes impliquées dans l'étude de l'homéostasie des populations lymphocytaires avec, en particulier, un article très marquant publié dans la revue *Nature*.

En bactériologie, un domaine récent de recherche concerne l'analyse des petits ARN non-codants. Les approches envisagées sont innovantes et des résultats marquants ont été obtenus par les trois consortiums financés en 2005. Une des équipes a en particulier publié dans la revue *Nature* ses travaux portant sur le rôle de ces petits ARNs dans la virulence des *Listeria*.

Des résultats plus appliqués concernant l'évaluation d'un vaccin atténué de *Bordetella Pertussis* (l'agent de la coqueluche) ont été obtenus et publiés par une équipe à l'Institut Pasteur de Lille

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	50
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Au-delà de la qualité des publications produites, il faut noter que deux coordinateurs et un partenaire ont reçu en 2008 un financement du prestigieux *European Research Council* et que quatre partenaires sont partis travailler dans de grands instituts à Lausanne et à Londres. La qualité et la dynamique de la communauté scientifique financée dans ce programme ont également été mises en exergue par le succès des équipes françaises au programme européen (Eranet-Pathogenomics) lancé en 2006. En effet, les 12 projets sélectionnés contenaient au moins un partenaire français.

Programme Émergence et maturation de projets de biotechnologies à fort potentiel de valorisation (EMPB)

Type d'appel à projets : académique ; 221 projets soumis

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Cet appel à projets a pour objectif de soutenir les projets de biotechnologie issus des entités de recherche académique et présentant un fort potentiel de valorisation. Ce soutien devait permettre de réaliser les développements et études complémentaires nécessaires pour conforter la preuve de concept afin d'obtenir une valorisation des résultats et des brevets à l'issue du projet à travers une cession de licence, la création d'une nouvelle entreprise ou un partenariat avec une entreprise déjà existante.

• AXES THEMATIQUES

L'appel à projets se divisait en 6 axes thématiques (non formalisés en 2005)

- Axe 1. Santé/Thérapeutique
- Axe 2. Santé/Diagnostic
- Axe 3. Instrumentation et technologie pour la recherche
- Axe 4. Bioproduction
- Axe 5. Environnement
- Axe 6. Agro-alimentaire/agro-industrie

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Santé/Thérapeutique	18	2 698
Santé/Diagnostic	2	221
Instrumentation et technologie pour la recherche	5	721
Bioproduction	2	220
Environnement	1	156
Agro-alimentaire/agro-industrie	2	221
Total	30	4 237

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	52	4 237
Entreprises	0	0

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Nouvelle méthode de vaccination contre l'athérosclérose. Le projet a permis de démontrer que l'administration à faibles doses, continue et sous-cutanée, d'un peptide dérivé de plaque d'athérosclérose, permet de ralentir le développement des lésions athéromateuses probablement par un mécanisme de tolérance antigénique. Ce traitement s'accompagne d'une déviation de la réponse immunitaire vers un profil plutôt anti-inflammatoire dépendant de l'IL-10. Une société

(Atherovax) a été créée pour exploiter ces résultats. Elle a été lauréate du concours de création d'entreprises innovantes du ministère de la recherche.

Mise au point d'un substitut sanguin universel à partir d'hémoglobine extracellulaire d'annélide. Ce projet a permis de définir le processus de production à grande échelle de l'hémoglobine d'*Arenicola marina* (HbAm) en suivant des normes de qualité compatibles avec le développement d'un médicament et des rendements de production suffisants pour les applications envisagées tels que substitut sanguin pour la transfusion, pansement actif et préservation d'organes. Le projet a également permis de démontrer in vitro et in vivo l'utilité de cette HbAm comme complément des solutions de préservation d'organe. Une entreprise, Hemarina, a été créée en 2007 pour développer les différentes applications de l'hémoglobine d'annélide.

Optimisation d'inhibiteurs spécifiques de l'aminopeptidase A (APA) comme agents antihypertenseurs à action centrale, actifs par voie orale. Ce projet a permis de développer un nouvel inhibiteur de l'APA, puissant et sélectif comme antihypertenseur à action centrale, capable de passer les barrières intestinale, hépatique et hématoencéphalique après administration par voie orale avec un index thérapeutique élevé et peu de risques de toxicité. Le projet se poursuit en partenariat avec une entreprise qui prend en charge le développement préclinique puis les phases des essais cliniques.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	59
Nombre de brevets	33

Le programme a permis la valorisation effective de 66 % des projets financés.

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme EMPB était très attendu par les organismes de recherche, les universités et les chercheurs. Il a rencontré un fort succès en 2005 qui s'est confirmé en 2006 et 2007. Les projets 2005 aujourd'hui terminés ont donné lieu à d'excellents résultats.

L'objectif principal du programme EMPB était d'aboutir à une valorisation à l'issue des 18 mois du financement. Ceci est le cas pour 20 projets (valorisation réalisée ou prévue à brève échéance au moment du bilan), soit les 2/3 des projets financés. Ce taux de plus de 60 % de projets ayant démontré leur faisabilité industrielle est très satisfaisant.

Les dix autres projets ont abouti à des résultats intéressants mais insuffisants au moment du bilan pour permettre une valorisation. Ils sont tous poursuivis grâce à des financements complémentaires.

Il faut noter que l'ensemble des projets a atteint les objectifs scientifiques fixés.

La phase de « preuve de concept » qui est financée dans le cadre d'EMPB est une phase particulièrement difficile et risquée. Les résultats très satisfaisants obtenus démontrent que le comité d'évaluation a su prendre des risques en s'appuyant sur des projets scientifiques d'excellente qualité.

Programme Neurosciences, Neurologie et Psychiatrie (NEURO)

Type d'appel à projets : ouvert ; 213 projets soumis

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le but de ce programme était d'accroître les connaissances et de promouvoir les recherches en neurosciences au plus haut niveau en encourageant l'étude des bases biologiques des maladies neurologiques et psychiatriques et en favorisant la mise au point de traitements efficaces.

• AXES THEMATIQUES

- Activité des neurones et neurotransmission
- Biologie des cellules nerveuses
- Formation du système nerveux, établissement des connexions
- Genèse des comportements, motivations et intentionnalité
- Perception et action
- Représentations cérébrales et états mentaux

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Activité des neurones et neurotransmission	13	4 795
Biologie des cellules nerveuses	11	3 910
Formation du système nerveux	11	3 930
Genèse des comportements	4	1 700
Perception et action	5	1 965
Représentations cérébrales	2	490
Total	46	16790

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	101	16 790
Entreprises	1	364

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Projet MECAREC. L'équipe a démontré que la dopamine, en réponse par exemple à des drogues addictives comme la cocaïne, provoque l'accumulation dans les noyaux des neurones d'une protéine appelée DARPP-32 qui modifie l'expression de nombreux gènes. Ces résultats ont permis d'identifier une nouvelle cible et ont fait naître de nouveaux espoirs pour le traitement de la dépendance aux drogues et de certaines maladies neurologiques comme la maladie de Parkinson dans lesquelles la dopamine a un rôle capital (6 publications dont une dans la revue *Nature*).

Projet Surf-Traffic. Ce projet s'est consacré à la mise au point et au développement de techniques de visualisation de molécules uniques dans des systèmes cellulaires (single quantum-dot imaging). Ces travaux ont abouti à l'élaboration et à la démonstration de nouveaux concepts concernant la formation et le trafic de complexes protéiques et de récepteurs au niveau des synapses, qui assurent le contact fonctionnel entre neurones (3 publications importantes dans les revues *Science*, *Nature Neuroscience* et *PNAS*).

Projet SEMA6A. Ce projet a mis en évidence le rôle de Sema6A et de son récepteur Plexin-A2 dans le contrôle du couplage noyau-centrosome lors de la migration des cellules neuronales (granulaires) du cervelet (4 publications dans les revues *Nat. Neurosci.* et *J. Neurosci.*)

Projet RMLX et DC. Ce projet a démontré que des mutations dans le gène codant pour la tubuline alpha 1A (*TUBA1A*) sont associées à des malformations du système nerveux central responsables de formes de retard mental et d'épilepsie (8 publications dont une dans la revue *Cell*).

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	104
Nombre de brevets	5

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Les résultats obtenus montrent clairement qu'un nombre significatif des équipes soutenues par l'ANR a réalisé des travaux de grande qualité qui ont contribué à l'amélioration des connaissances dans le domaine des neurosciences et des maladies neurodéveloppementales, ce qui devrait se traduire par des retombées médicales. Par ailleurs, des démarches de valorisation (par le dépôt de brevet) de certains résultats ont également été accomplies.

Il est important de noter que les équipes qui ont contribué à des faits marquants sont des équipes qui ont une certaine notoriété dans le domaine. L'avenir dira si les équipes financées moins connues (en particulier en recherche clinique) ont pu également profiter de ce programme pour faire progresser les connaissances en neurosciences.

Programme Réseau innovation technologique (RIB)

Type d'appel à projets : partenarial ; 144 projets soumis

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets RIB avait pour objectif de favoriser le développement des biotechnologies et de leurs applications. En soutenant des projets de recherches finalisées menées conjointement par des entreprises de biotechnologie et des laboratoires académiques, cet appel à projets visait plus particulièrement à promouvoir le transfert de connaissances entre ces deux types de partenaires.

• AXES THEMATIQUES

L'appel à projets pouvait se diviser en 6 axes thématiques (non formalisés en 2005)

1. Santé/Thérapeutique
2. Santé/Diagnostic
3. Instrumentation et technologie pour la recherche
4. Bioproduction
5. Environnement
6. Agro-alimentaire/agro-industrie

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Santé/Thérapeutique	18	13 317
Santé/Diagnostic	0	0
Instrumentation et technologie pour la recherche	8	7 118
Bioproduction	1	704
Environnement	3	2 620
Agro-alimentaire/agro-industrie	1	509
Total	31	24 268

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	100	24 268
Entreprises	41	13 948

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Biocalcis. L'objectif que ce projet a mené à son terme était de préparer l'industrialisation d'un nouveau procédé de consolidation de sols à grande profondeur, en formant de la calcite in situ à l'aide de bactéries uréolytiques. Il a permis de passer de l'échelle centimétrique (au laboratoire) à l'échelle pluri-métrique dans un délai de 4 ans. Les premiers essais en champs devraient commencer très prochainement. Le procédé présente un grand potentiel en termes de prévention des risques de liquéfaction des sols dans les zones sismiques, de stabilisation de digues, de remblais ferroviaires, etc.

IMI. L'objectif du projet était d'établir de nouvelles technologies dans le cadre du développement de tests pour des criblages à haut débits (HTS) sur un système cellulaire vivant. Le projet a, entre autres, abouti à la commercialisation d'un outil pour l'étude de la proximité entre deux protéines sous un format compatible HTS en plaques 96 ou 384 puits.

Cette détection d'interaction protéine-protéine permettra des campagnes de « déorphanisation » de RCPG, ou l'identification de molécules perturbant l'organisation des RCPG à la surface cellulaire.

BioRimp. L'objectif principal du projet était d'associer différents type de biomatériaux innovants, ayant comme point commun la résorption/substitution osseuse et des complémentarités telles que des propriétés mécaniques pour réaliser l'ostéosynthèse, des propriétés de structure pour créer des volumes et des propriétés ostéogéniques et matricielles pour promouvoir la différenciation cellulaire pour la reconstruction osseuse physiologique. Ce projet a abouti à cinq produits, ayant un marquage CE et FDA, qui seront commercialisés d'ici 2010.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	59
Nombre de brevets	35

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Les projets financés dans l'appel à projets RIB 2005 ont permis des avancées significatives dans de nombreux domaines. Plusieurs d'entre eux ont abouti à la mise sur le marché de nombreux produits et parfois à la création d'un premier chiffre d'affaires. De nouvelles technologies et techniques ont également été développées. Dans le domaine du médicament, dont le développement est plus long, plusieurs essais cliniques vont commencer et un est aujourd'hui terminé.

La maturation du secteur des biotechnologies en France (levée de fonds record en 2007, introduction en bourse, médicaments en phase clinique...) qui est amorcée actuellement doit se poursuivre pour permettre à la France de rattraper son retard par rapport à ses voisins (Allemagne, Royaume-Uni). Le programme RIB a été un des maillons publics permettant cette maturation : en 2006, France Biotech estime à 150M€ les aides publiques à l'industrie des biotechnologies. Avec un financement de 24M€ sur l'appel RIB 2005 dont près de 14M€ directement aux entreprises, l'action de l'ANR sur le secteur a été significative. Par ailleurs tous les acteurs du secteur reconnaissent l'« effet label » pour les projets financés par l'ANR, ce qui a facilité les levées de fonds auprès d'investisseurs.

Programme Maladies Rares (MRARE)

Type d'appel à projets : ouvert ; 156 projets soumis

- **OBJECTIFS DU PROGRAMME**

Cet appel à projets s'intégrait dans le cadre du Plan National 2004-2008 sur les maladies rares. Il avait pour objectifs d'accroître les connaissances sur les maladies rares depuis la génétique et la physiopathologie jusqu'à l'épidémiologie et les sciences humaines. Il avait également comme ambition de développer les recherches thérapeutiques et diagnostiques et les modèles animaux.

- **PROJETS FINANCES**

35 projets ont été financés en 2005 pour un montant total d'aide de 11 260 k€.

- **PARTENAIRES FINANCES**

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	73	11 260
Entreprises	0	0

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

Neurogénétique

Une des équipes financées dans le cadre de ce programme a réussi à identifier les gènes *spatacsin* et *spatazin* dont la mutation est responsable de paraplégies spastiques héréditaires. Ces travaux ont donné lieu à d'excellentes publications (*Nature Genetics* 2007, *Brain*, *American Journal of Human Genetics* 2008). Dans la maladie de Huntington, un autre projet a permis de montrer que la phosphorylation de la huntingtine restaurait les mécanismes de transport dans certains neurones et pouvait donc représenter une possible voie thérapeutique innovante (*Human Molecular Genetics* 2008, *EMBO J.* 2008, *J. Neuroscience* 2007 x2).

Métabolisme et maladies mitochondriales

L'analyse moléculaire de maladies mitochondriales dues à des mutations de gènes mitochondriaux ou de gènes nucléaires à protéine mitochondriale est développée depuis de nombreuses années par l'une des équipes financées dans le cadre de ce programme. Cette dernière poursuit avec grand succès l'identification de nouveaux gènes dans ces maladies qui touchent des enfants et dont la symptomatologie est très complexe (*J Clin Invest* 2007, *Nat Genet* 2007, *Mol Genet Metab* 2007, *Am J Hum Genet* 2008).

Maladies sensorielles – Audition

Un des projets financé dans le cadre du programme MRARE 2005 portait sur l'analyse moléculaire du Syndrome de Usher de type 1. On note 45 publications depuis 2006 de l'équipe (*Nature* 2008, *Nature Genet* 2008, 2009, *Development* 2008).

Déficits immunitaires

Un des projets portait sur le mécanisme moléculaire des déficits immunitaires qui entraînent une susceptibilité à certaines maladies infectieuses, parasitaires ou virales. Le niveau de publications est tout à fait remarquable (*Science* 2007, 2008, *J Exp Med* 2007, 2008, *Blood* 2008 x 2).

• PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	72
Nombre de brevets	4

• CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le premier bilan de ce programme fait ressortir deux points importants : d'une part, le fort développement d'études faisant appel à un *screening* complet du génome (GWAS), ces études demandent un partenariat renforcé avec le Centre National de Séquençage et le Centre National de Génotypage ; d'autre part, le développement de protocoles thérapeutiques nouveaux (siRNA, thérapie génique) pour lesquels, là aussi, il existe un vrai partenariat avec des structures telles que l'Association Française contre les Myopathies.

En 2008 ce programme a été réorienté puisque les maladies rares ont été accueillies dans deux nouveaux programmes : GENOPAT et MNP. Loin de provoquer une diminution du financement consacré aux maladies rares, cette modification a au contraire permis la sélection de 39 projets de recherche (pour l'ensemble des programmes de l'ANR) avec un budget total de 19,2 M€ (contre 32 projets et 14 M€ pour l'ensemble des programmes de l'ANR en 2007 lorsque le programme MRARE existait encore). La communauté scientifique qui travaille sur les maladies rares est en effet de très grande qualité et, du fait de la nature très moléculaire des recherches menées, les résultats sont souvent publiés dans des revues à très fort facteur d'impact.

Programme du Réseau National des Technologies pour la santé (RNTS)

Type d'appel à projets : partenarial ; 121 projets soumis

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme avait pour objectif de dynamiser le secteur des technologies pour la santé en souvenant des projets tripartites entre des équipes académiques, cliniques et industrielles. Les technologies pour la santé 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.

• AXES THEMATIQUES

- Micro et nanotechnologies médicales ou biologiques
- Imagerie médicale et pré-clinique
- STIC pour l'aide au diagnostic, la prise en charge du patient, la rééducation et la suppléance fonctionnelle personnalisée des handicaps
- STIC pour la p-santé
- STIC pour la e-santé. Télésurveillance, télémedecine, téléassistance
- Les gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur (GMCAO)

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Micro et nanotechnologies médicales ou biologiques	7	4 459
Imagerie médicale et pré-clinique	6	4 096
STIC pour l'aide au diagnostic, la prise en charge du patient, la rééducation et la suppléance fonctionnelle personnalisée des handicaps	2	983
STIC pour la p-santé	0	0
STIC pour la e-santé. Télésurveillance, télémedecine, téléassistance.	4	2 513
Les gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur (GMCAO)	1	1 400
Total	20	13 451

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	113	13 451
Entreprises	37	5 339

- **RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS**

INOVEO : Ce projet a développé deux prototypes d'imagerie cellulaire de la rétine qui ont été livrés à deux centres d'expérimentation clinique pour être validés. Ces prototypes sont basés sur l'utilisation de miroirs déformables. Les améliorations par rapport à l'état de l'art sont très significatives : compacité de l'instrument (volume divisé par 50), aire imagée augmentée d'un facteur 4 à 15, capacité à fonctionner avec une grande variété de défauts optiques oculaires. La résolution obtenue avec les prototypes est de 3 μm , à comparer à la résolution des appareils actuels d'OCT comprise entre 10 et 20 μm .

MIADROS : Au cours de ce projet, une formulation de ciment injectable pour combattre la résorption osseuse, à base de phosphate tricalcique et intégrant des quantités thérapeutiquement efficaces d'alendronate, a été conçue et industrialisée (GMP). Ce ciment présente des caractéristiques rhéologiques permettant l'injection jusque dans des canules de 21 gauges, avec une porosité globale supérieure à 60 % se formant dans les semaines suivant l'implantation et permettant la résorption substitution par l'os environnant.

Tomofluo 3D : ce projet a conduit à la réalisation de prototypes préindustriels français d'un appareil de tomographie moléculaire optique par fluorescence, permettant d'imager des petits animaux sans immersion. Du fait de ses performances en résolution spatiale, en sensibilité et en quantification, ce prototype représente une alternative, à moindre coût et simple d'utilisation, à la bioluminescence, l'IRM ou au CT-scanner pour l'imagerie moléculaire du petit animal.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	83
Nombre de brevets	34

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Ce programme demande une construction de projets parfois difficile du fait de l'obligation de compétences triples : académique, clinique et industrielle. Néanmoins, cette structuration de projets semble particulièrement adaptée à la thématique des technologies de la santé et est totalement acceptée par les différents partenaires de cette communauté. Au-delà des résultats qualitatifs obtenus, les 34 brevets déjà déposés pour seulement 20 projets financés démontrent toute l'efficacité du programme dans l'accompagnement d'un secteur industriel souvent considéré comme en retard par rapport à la compétition mondiale et aux projections de développements futurs.

Ces résultats confirment l'intérêt de ce programme et sa reconduction depuis 2005 dans un programme (appelé TecSan) élargi à la prise en charge de l'autonomie.

Matière et Information

Matière et information

Dans le secteur des STIC, l'ANR, en 2005, a pris le relais des actions de financement associées aux réseaux de recherche et d'innovation technologique (RIAM, RNTL, RNRT) et les Actions Concertées Incitatives : calcul scientifique, masses de données, sécurité. Le programme du second secteur, PNANO, résultait de la fusion de deux actions autrefois séparées : le programme national nanosciences et les actions de financement du Réseau des Micro Nano Technologies. Pour tous ces appels à projets, l'enjeu majeur était d'équilibrer la recherche académique et les actions visant à faire passer les découvertes du laboratoire à l'industrie.

En 2005 le département gérait également l'appel « Réseau National Matériaux et Procédés » visant à favoriser l'émergence de nouveaux matériaux et à résoudre les problèmes scientifiques sur leur mise en œuvre. Par la suite ce programme a été transféré au département Ingénierie, Procédés et Sécurité.

Résultats

STIC : En 2005 les programmes partenariaux ont rencontré un très grand succès, d'une part parce qu'il n'y avait eu aucun appel à projets en 2004 ; d'autre part grâce à l'important effort d'animation et de réflexion fait par les réseaux. Ce sont ainsi 23 projets qui ont été financés par le programme RIAM, 32 par le programme RNTL, et 33 dans le programme RNRT, pour un total d'environ 66 M€. Globalement, la très grande majorité des projets financés a produit d'excellents résultats, atteignant voire dépassant les objectifs initiaux. Les actions de recherche amont s'adressaient à des communautés académiques qui avaient un besoin crucial de soutien et de moyens financiers. En 2005, nous avons pu lancer 12 projets de calcul intensif, 16 projets sur les masses de données et leurs applications, et 20 projets sur les thématiques de la sécurité et de l'intelligence ambiante (réunies en 2005 dans un seul appel), le tout représentant un peu moins de 15 M€ d'aides. Là aussi de très bons résultats ont été obtenus par la plupart des projets et surtout les communautés concernées ont pu continuer à se développer face à la concurrence internationale.

Nanotechnologies : Le programme PNANO 2005 a permis de soutenir 75 projets pour un montant de plus de 75 M€. On note une présence d'industriels assez encourageante, représentant environ 15 % des participations aux projets. Le programme a ainsi atteint ses objectifs qui étaient (i) de renforcer l'excellence française dans le domaine des nanosciences et (ii) de rapprocher la recherche fondamentale de la recherche technologique. Le programme a eu un impact scientifique remarquable, avec de nombreuses publications dans des revues de rang A dont une trentaine dans *Science et Nature*, et plus de quarante brevets.

Matériaux et procédés : 16 projets ont été financés dans le cadre du programme RNMP dont l'objectif était de favoriser l'émergence de nouveaux produits, matériaux et procédés. Le succès vis-à-vis des industriels de l'édition 2005 de ce programme (48 % de partenaires industriels) s'est largement confirmé et a même sensiblement augmenté dans les éditions suivantes. En 2005, une majorité de projets a concerné les matériaux métalliques. Ceci est la conséquence de l'origine du programme qui est issu du Réseau National Matériaux et Procédés (RMNP). Dans les éditions

suivantes, un équilibre a été trouvé entre les différentes familles de matériaux (métaux, polymères, composites, céramiques...).

Programme Audiovisuel et Multimédia (RIAM)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Encourager les partenariats inter-entreprises et les coopérations entre laboratoires de recherche publique et entreprises dans les domaines de l'audiovisuel et du multimédia. Le programme était en collaboration avec le réseau RIAM et le CNC.

• AXES THEMATIQUES

- La numérisation de la chaîne audiovisuelle et du cinéma
- Contenus numériques et la gestion des droits associés
- Les jeux vidéo et la réalité virtuelle
- Les nouveaux modes de distribution de contenus audiovisuels et multimédia

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
La numérisation de la chaîne audiovisuelle et du cinéma	5	2 599
La protection des contenus numériques et la gestion des droits associés	3	1 906
Les Jeux Vidéos et réalité virtuelle	4	1 613
Les nouveaux modes de distribution de contenus audiovisuels et multimédia	11	5 507
Total	23	11 625

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	90	11 625
Entreprises	46	5 859

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Projet STEREOCAM HD : système de captation (caméra) et suite logicielle pour la production de films en relief. Le projet a conçu un ensemble de modules et logiciels permettant l'utilisation de caméras standards pour le relief. Les prototypes intègrent des fonctionnalités uniques au monde : visualisation des images en relief sur le lieu de tournage, correction quasi-temps réel des défauts ; ils permettront de répondre à tous les besoins de captation télévisuelle d'événements. Le projet a permis à la société Binocle d'embaucher 7 ingénieurs et de tisser des liens avec les constructeurs Thomson et Angénieux.

Projet Archipeg : nouvelle architecture programmable, modulaire et évolutive pour le traitement de la vidéo MPEG-4 AVC, utilisé pour la TV haute définition et le cinéma numérique. Le projet a réalisé une plateforme multiprocesseurs permettant de réaliser des traitements temps réel sur des flux vidéo haute définition ; un logiciel d'encodage vidéo optimisé ; un logiciel de pré-analyse et

de conditionnement de flux vidéo ; des implémentations en temps réel sur architecture parallèle. Le projet devrait permettre de développer à terme une offre dans le domaine du codage vidéo HD en temps réel. Vitec Multimédia annonce six nouveaux produits issus du projet.

Projet Vivos : doublage de voix, intégration de la synthèse vocale dans la vidéo, et réalisation d'une boîte à outils pour les effets spéciaux. VIVOS a pris en compte des exigences fortes d'intelligibilité et de réalisme dans la technologie de synthèse de parole. Ceci va permettre d'utiliser la synthèse vocale dans des nouvelles applications comme le film d'animation, le doublage, le livre audio, l'interactivité avec un agent personnel robotisé, le handicap. L'amélioration de la qualité de la voix de synthèse obtenue permet d'envisager un service automatisé de lecture de livres. Un autre déploiement visé est l'aide au handicap : assistants pour les non-voyants ou création de parole recomposée à partir d'une voix déficiente.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	115
Nombre de brevets	4

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme RIAM était animé par un réseau très actif qui a su motiver la communauté audiovisuelle. Par la suite, le programme a pris la dénomination « Audiovisuel et Multimédia » alors que le réseau RIAM a poursuivi son activité dans le cadre d'appels joints entre le CNC et Oséo.

Le programme regroupe un ensemble de PME et industriels représentatifs du marché audiovisuel français (Analog way, Vitec, Mikros Image, Quantic Dream, Orange, ...) ainsi que des académiques pertinents dans le domaine (INA, IRCAM, INRIA,...). Pour certaines PME, le projet a constitué un tremplin pour passer de la phase start-up à une entreprise implanté dans le marché avec une légitimité acquise de par la collaboration avec d'autres acteurs reconnus.

Les projets de cet appel ont pu être présentés au colloque des réseaux STIC 2006 à Lyon ainsi qu'au colloque STIC ANR 2007 à Paris. Certains de ces projets bénéficient également d'une visibilité sur le marché international (notamment dans la conférence IBC 2008 à Amsterdam, principale conférence du domaine). Les publications scientifiques sont relativement nombreuses au niveau national et international.

Globalement la suite du programme se situe principalement dans le programme CONTINT (contenus et interactions) pour les applications web, documents et multimédia, et pour les environnements de réalité virtuelle, mais également dans VERSO (Réseaux du futur et services).

Programme Réseau National Technologies Logicielles (RNTL)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs du programme étaient :

- Le positionnement et l'accroissement du savoir-faire et de la connaissance dans le domaine du logiciel au regard des enjeux de leadership imposés par Internet, les systèmes logiciels omniprésents (*e.g.*, systèmes embarqués), leur pénétration dans le quotidien des citoyens (usages, gestion des connaissances), la maîtrise de systèmes complexes (climat...) par simulation.
- La consolidation d'une industrie du logiciel *open source* et ses modèles d'affaires associés ;
- La fédération de consortia et communautés pérennes de recherche et de développement coopératifs mariant entreprises et équipes de la recherche publique.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Systèmes embarqués
- Axe 2 : Réseaux d'information et de connaissances
- Axe 3 : Réalité virtuelle et interfaces homme/machine
- Axe 4 : Simulation

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Systèmes embarqués	10	9 381
Réseaux d'information et de connaissances	14	9 644
Interaction personne/système, visualisation et collaboration	5	4 109
Logiciels pour la modélisation et la conception globale de systèmes complexes	3	3 413
Total	32	26 547

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	206	26 547
Entreprises	83	8 720

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Les projets de plates-formes (projets/logiciels à caractère générique pour toute une communauté) ont souvent donné les résultats les plus probants par la constitution de masses critiques, de variété et spectre de compétences mis en place.

Pour l'axe *Systèmes embarqués* et l'axe *Logiciels pour la modélisation et la conception globale de systèmes complexes*, la plate-forme *open source* **OPENEMBDD** de conception de systèmes embarqués est téléchargeable sur le web. Cette plate-forme est une véritable boîte à outils logiciels, personnalisable, extensible et en mesure de coopérer avec de nombreux autres outils du monde Eclipse, l'environnement de développement d'applications informatiques le plus utilisé dans le monde. **OPENEMBDD** intègre de façon cohérente et riche le savoir de nombreux laboratoires français en termes de spécification, vérification/validation et simulation/exécution de logiciels critiques. Plutôt tournée à l'origine vers l'aéronautique et l'espace, la plate-forme est utilisable dans tous les secteurs d'activités ayant besoin d'embarqué dont l'automobile électrique, le développement durable avec l'énergie répartie, les bâtiments intelligents...

Concernant l'axe *Réseaux d'information et de connaissances*, des projets Web comme **e-WOK HUB** ou **Webcontent** ont abouti aux « premières » avancées sur le Web sémantique, c'est-à-dire le web dans lequel les machines et agents logiciels « comprennent » eux-mêmes l'information contenue dans les ressources et pages web. Les enjeux technico-scientifiques sur ce sujet restent immenses. On peut noter en transverse des axes thématiques des projets comme **OMD** sur l'optimisation multidisciplinaire. Ce projet a atteint des résultats significatifs permettant d'optimiser de manière collaborative et robuste l'ensemble des sous-systèmes d'objets complexes tels que les avions, les moteurs ou les fusées. Ces questions sont des clés pour le futur, pour pouvoir concevoir les objets, systèmes et dispositifs complexes.

L'axe *Interaction personne/système, visualisation et collaboration* a vu des projets phare que sont **PERF RV2** et **OPEN-VIBE**. Concernant **OPEN-VIBE**, il s'agit d'un projet tout à fait remarquable sur la réalisation d'un environnement logiciel *open source* d'interfaces cerveau/machine (*brain-computer interfaces* - BCI). Les domaines d'application visés sont la santé dans un premier lieu, et les jeux vidéo par la suite. Dans ce second domaine, les BCI peuvent naturellement servir à enrichir les moyens d'interaction (*gameplay* et interaction) avec les simulations, les jeux vidéo ou les visites virtuelles.

Finalement, l'axe *Logiciels pour la modélisation et la conception globale de systèmes complexes* a vu aussi la réussite de projets comme **SIMULEM** qui a réalisé un logiciel permettant de simuler les déplacements de foules dans les grands espaces. Il est notamment utilisé par la SNCF pour l'aménagement des gares en tenant compte de la meilleure manière possible de la circulation des passagers. Ce projet a engendré la création de l'entreprise SCHUBE-RT au sein de l'incubateur breton Emergys.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications « significatives » (2005)	40
Nombre de brevets	3

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Ce programme a consolidé, en France, à la suite des programmes RNTL du début des années 2000, une industrie du logiciel en France, et qui se développe à l'international notamment dans le consortium *open source* OW2 autour de Bull, de l'INRIA et de France Télécom. Il est indéniablement au cœur du dispositif public/privé qui permet le partage des bases de code et de logiciels plus aboutis destinés aux utilisateurs finaux. Pour les PME, c'est un moyen de tisser des

liens plus durables avec des grands comptes clients et des laboratoires qui souhaitent industrialiser leurs résultats.

Les avancées du programme RNTL 2005 sont tout à fait significatives aussi bien dans le domaine de l'*open source* et du logiciel libre que dans le domaine des logiciels propriétaires. Les thématiques du programme sont toujours et plus que jamais d'actualité, et la France a pu acquérir ou développer des positions de leader au niveau européen notamment grâce à l'action du programme : sur les systèmes embarqués, qui représentent un marché de très grande taille et qui ne fera qu'augmenter ; sur la conception de systèmes complexes qui devient un enjeu majeur au 21^e siècle ; sur les systèmes d'information répartis y compris le web ; sur les nouveaux modes d'interaction entre utilisateurs et machines, grâce aux possibilités offertes par la 3D, les systèmes haptiques (à retour de force), ou la réalité virtuelle.

Programme Calcul Intensif et Grilles de Calcul (CIGC)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

La promotion de la simulation numérique et l'exploitation informatique de données d'expérimentations dans les activités de la recherche, pluridisciplinaire en particulier :

- L'encouragement du développement et la démonstration à grande échelle d'applications innovantes multi-physiques et/ou multi-domaines (sciences du vivant...) via en particulier la création d'infrastructures de calcul appropriées ;
- L'optimisation multi-facettes d'architectures matérielles et logicielles pour le calcul intensif ;
- L'émergence puis l'accroissement de la disponibilité de bases de code *open source*.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1 : Grand Défis applicatifs
- Axe 2 : Méthodes et applications de la Simulation Numérique
- Axe 3 : Maîtrise des architectures matérielles et logicielles avancées (axe 4 en 2007)
- Axe 4 : Données et Grilles de Calcul puis « Grilles pour le calcul intensif » (axe 5 en 2007)
- Axe 5 (2007 uniquement) : Grands codes fédératifs (axe 2 en 2007) + Méthodes, bibliothèques et logiciels multi-applicatifs (axe 3 en 2007)

• PROJETS FINANCES (2005)

	Nombre de projets	Aides (k€)
Grand Défis applicatifs	5	2 220
Méthodes et applications de la Simulation Numérique	3	1 541
Maîtrise des architectures matérielles et logicielles avancées	3	2 133
Grilles pour le calcul intensif	1	583
Grands codes fédératifs + Méthodes, bibliothèques et logiciels multi-applicatifs	N/A	N/A
Total	12	6 477

• PARTENAIRES FINANCES (2005)

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	62	6 477
Entreprises	12	1 097

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Le programme CIGC/CIS « bien que STIC » a la particularité d'être très orienté vers les domaines d'application ; ces derniers sont nombreux et variés. Le développement de modèles représentant des systèmes complexes, du très petit (molécules, atomes, particules...) au très grand (planètes, univers...) est un besoin universel et récurrent de la science moderne. En ce sens, les domaines d'application récurrents abordés ont été la sismologie (NUMASIS, INLOES), la génomique (PARA), la climatologie (CICLE), la finance (GCPMF), la combustion (CORAYL), les matériaux

(LN3M) ou encore la science moléculaire (DOCK). Restent des projets plus technologiques centrés sur les couches/plates-formes matérielle et logicielle tel que le projet LEGO.

Ce projet LEGO est un projet phare de CIGC 2005 par la qualité et l'ampleur de la plate-forme de calcul qui a été réalisée (open source) et par les expérimentations à grande échelle qui y ont eu lieu. Les autres faits marquants sont la réussite du projet CICLE en climatologie via un saut qualitatif et quantitatif sur les échelles résolues, et sur la complexité des systèmes modélisés. Un autre succès est DOCK en biologie moléculaire via la prédiction par modélisation/simulation de la stabilité énergétique de molécules.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications « significatives » (2005)	13
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le calcul intensif et la simulation numérique reposent sur des connaissances en mathématiques appliquées de haut niveau : modélisation des phénomènes et des systèmes physiques et/ou logiques complexes. Ils touchent des secteurs disciplinaires extrêmement variés où l'expertise requise pour mener des expérimentations est élevée : Sismologie, Climatologie, Santé, Energie, Matériaux ou encore Pharmacologie.

Ce programme focalise sur l'exécution des modèles, leur numérisation, leur mise en forme sur des supports matériels et logiciels, la définition d'architectures de calcul idoines (parallélisme par exemple). Il résulte de cela un grand nombre de projets pluridisciplinaires avec souvent une composante de recherche fondamentale significative. Cela n'empêche pas la présence d'industriels comme EDF, Météo France ou encore BNP Paribas.

Par sa nature, la visibilité du programme est très au-delà des communautés STIC que ce soit dans l'industrie ou dans les centres de recherche publics. Ce programme est aussi un moyen important pour favoriser l'accès à des ressources calcul par les PME. A ce titre, ce programme a vu naître l'agence GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif) en 2007 pour accroître le nombre de moyens de calcul en France et en organiser l'accès.

Suite à l'incitation de produire du logiciel libre, la part des logiciels de ce type (large diffusion et adoption y compris au niveau international) s'accroît. La culture logiciel libre a bien pénétré le programme et influencé ses participants. Il a eu aussi vocation à intéresser et impliquer les industriels dans ce modèle d'affaires.

En termes de reconnaissance, le programme CIGC/CIS a atteint un bon niveau. Le MESR a mis en place récemment le comité stratégique du calcul intensif. Ce dernier a produit un rapport en décembre 2008 quant à l'organisation et le renouvellement des équipements de calcul intensif. Il a aussi examiné les mesures permettant l'utilisation optimale de ces équipements en tenant compte des activités de recherche en calcul intensif et simulation numérique ainsi que des besoins de la communauté scientifique.

Dans l'avenir, il y a lieu d'attirer des acteurs de secteurs disciplinaires dans lesquels, culturellement, le calcul intensif et la simulation numérique sont peu pratiqués : l'agro-alimentaire par exemple ou la santé dont les besoins croissent (e.g., simulations d'évolution de pandémies). Sinon, l'évolution du besoin d'infrastructures de calcul intensif gigantesques par leur puissance (l'exaflopique : un milliard de milliards d'opérations par seconde, sur la base de millions de

processeurs), requalifie la nature des paradigmes, langages, méthodes et plates-formes de calcul. C'est en enjeu phare des années à venir.

Concernant les problématiques dominantes du moment : écologie, énergie durable... le besoin de modèles prédictifs (enfouissement de CO₂, climat...) s'accroît. Des simulations incluant des aspects d'incertitudes mesurant et anticipant les risques engendrent aussi le besoin de modèles stochastiques.

Programme Réseau National de Recherche en Télécommunications (RNRT)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme avait pour objectif de :

- 1/ Promouvoir la coopération entre laboratoires publics et industriels dans le domaine des Télécommunications en finançant, sur la base de leur excellence, les meilleurs projets de recherche finalisée.
- 2/ Transférer les résultats de la recherche vers le tissu industriel et augmenter la compétitivité des entreprises et leur capacité à innover.
- 3/ Soutenir des projets de type innovation portés par des PME.
- 4/ Préparer la communauté scientifique du domaine à se structurer en vue de sa mobilisation pour des programmes de dimension européenne dans le cadre du 7^{ème} PCRD.

• AXES THEMATIQUES

- Thème 1 : Intelligence ambiante
- Thème 2 : Mobilité interopérabilité
- Thème 3 : Sécurité

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Intelligence ambiante	7	5 950
Mobilité interopérabilité	17	15 650
Sécurité	9	7 000
Total	33	28 600

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	184	28 600
Entreprises	90	14 300

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Thème Intelligence ambiante – Projet Metabip : ce projet utilise le concept de métamatériaux constitués de cellules résonantes afin de diminuer d'un ordre de grandeur la taille des antennes de radiocommunication mobiles. Des antennes discrètes ultraplates et « conformes », c'est-à-dire pouvant épouser la forme du bâtiment ou du support, ont été démontrées, des antennes intelligentes reconfigurables à base de ces métamatériaux permettent en outre de diminuer le

nombre d'antennes. Un projet de start-up en émergence basée sur les résultats de ce projet a été primé en 2009 par Oséo.

Thème Mobilité interopérabilité – Projet Transhumance : grâce à la plate-forme logicielle mobile réalisée dans ce projet, des groupes de 10 à 20 personnes mobiles disposant d'un assistant numérique personnel ou d'un PC équipé d'une carte wifi, peuvent spontanément et de manière autonome, former un réseau et communiquer sans qu'il soit nécessaire d'être dans le périmètre d'un point d'accès wifi ni d'utiliser une infrastructure fixe. Le logiciel déployé de façon entièrement répartie, gère le niveau d'énergie des terminaux et intègre des mécanismes de sécurité et de partage de données et permet un fonctionnement résistant aux déconnexions. L'exemple de service conçu et expérimenté avec des spécialistes des usages est un jeu de piste qui se joue par équipes. A l'issue du projet, une partie des partenaires ont proposé et obtenu un projet européen qui va permettre d'étendre le concept à une centaine d'utilisateurs. Le projet a donné lieu à la création d'une start-up.

Thème Sécurité – Projet Saphir : une fonction de hachage est une fonction qui, à partir d'une donnée fournie en entrée, calcule une empreinte servant à identifier rapidement, bien qu'incomplètement, la donnée initiale. Ces fonctions sont utilisées notamment dans des applications de commerce ou d'administration électronique. Le projet SAPHIR a analysé, comparé systématiquement et a travaillé à la conception de fonctions de hachage sûres. En octobre 2008, trois fonctions de hachage conçues pendant le projet (sur les 51 fonctions en compétition) ont été retenues à la compétition internationale NIST qui a pour but de définir une nouvelle fonction comme standard international. Les trois restent encore aujourd'hui dans le second tour parmi les 14 fonctions restantes.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	88 revues Int + 338 conférences Int
Nombre de brevets	12

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

De manière générale le programme RNRT/TELECOM a bien réussi à réunir autour de défis, des problèmes et besoins technologiques des PME, industriels et des opérateurs de télécommunications les compétences des équipes de recherche publiques et privées. Les résultats obtenus dans deux projets sont à l'origine de la création de start-ups. Les projets de type innovation, pilotés par des PME sont difficiles à mettre en œuvre mais très riches avec un impact souvent visible en terme de chiffre d'affaire ou encore sur le poids de la R&D de ces entreprises. Ce programme a permis une participation française à 18 contributions dans les enceintes de normalisation qui sont aussi lieu d'échange avec les homologues internationaux. Le programme est particulièrement visible auprès des principaux acteurs nationaux, tant industriels qu'académiques et organismes qui le considèrent comme un outil essentiel pour alimenter leur recherche à moyen et long terme. Il a bénéficié d'importants moyens de communication, sous plusieurs formes : colloque des réseaux à Lyon en 2006, grand colloque STIC en 2007, session spécifique consacré à plusieurs projets issus du programme dans une conférence internationale etc...

Dans le futur le programme gagnerait à créer un continuum vers la recherche de nature plus exploratoire et de rupture. Les thèmes sur l'internet du futur, la prise en compte de la dimension usage et la gestion de l'énergie des systèmes de communication seront à renforcer.

Programme Masses de données : Modélisation, Simulation, Applications (MDMSA)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'objectif était de fortement dynamiser la recherche fondamentale en informatique sur l'ensemble des aspects liés aux masses de données et tout particulièrement sur la modélisation et la simulation. Toutes les facettes de ces recherches sont adressées (données multimédia, fouilles de données, réalité virtuelle,...) avec un accent particulier sur les applications.

• AXES THEMATIQUES

- Algorithmique efficace
- Analyse et traitement de contenus multimédia
- Bases de données
- Fouille de données
- Réalité virtuelle, réalité augmentée
- Simulation efficace de phénomènes complexes
- Visualisation de données hétérogènes

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Algorithmique efficace	1	313
Analyse et traitement de contenus	1	409
Bases de données	3	843
Fouille de données	4	1 002
Réalité virtuelle et augmentée	2	442
Simulation de phénomènes complexes	4	1 025
Visualisation de données	1	242
Total	16	4 276

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	68	4 201
Entreprises	3	75

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

AMUSIBIO : Une Approche Adaptative Multi-Échelle pour la Simulation et la Modélisation Interactive de Molécules Biologiques Complexes. Le projet a permis d'introduire un nouveau type de simulation dynamique moléculaire, la simulation dynamique en angles de torsion adaptative. Projet court mais ayant fait collaborer de façon pluridisciplinaire une équipe d'informatique, une équipe de biophysique et une équipe de biologie, il a obtenu d'excellents résultats et a favorisé la création de l'équipe INRIA Nano-D.

KAMELEON : Exploitation de masses de données anatomiques spatio-temporelles internes et externes denses pour l'étude des structures squelettiques des vertébrés. Ce projet offre un travail original sur la modélisation des mouvements des rongeurs de laboratoire. Il a bénéficié de la ressource synchrotron pour scanner quatre rats à une résolution de 50 microns, soit des données 3D de taille extrêmement importante (matrices de 2000 x 2000 x 5000 points). Les simulations et visualisations obtenues par le projet sont remarquables. Le projet a suscité plusieurs suites – dont des applications à d'autres animaux – et de nouvelles collaborations.

OPTIMED : Algorithmes d'optimisation décomposés pour les problèmes d'imagerie médicale de grande taille. Le projet traite d'optimisation convexe pour la reconstruction d'images médicales de grande taille (IRM ou tomographie par émission de positrons), dont notamment l'imagerie fonctionnelle du cerveau avec le CEA-Neurospin. Une des thèses a reçu le prix EEA 2008, des transferts industriels sont envisagés.

ALPAGE : Algorithmique des Plates-formes à Grande Échelle. Le projet s'est intéressé à la prise en compte de la topologie des réseaux de machines à très grande échelle. Il a notamment conçu des méthodes de découverte dynamique de topologie de réseau avec des applications potentielles importantes pour l'optimisation de la répartition de calculs. Le projet a beaucoup communiqué, reçu des prix de la communauté, et a suscité la création d'une équipe projet INRIA. C'était un projet de recherche fondamentale très équilibré entre théorie et applications.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	167
Nombre de brevets	2

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme est globalement satisfaisant. Plusieurs projets ont produit des avancées très significatives, et les projets mentionnés comme ayant obtenu des résultats majeurs ne sont pas isolés. La thématique MDMSA était assez vaste et on trouve des projets très divers, avec des interactions importantes avec d'autres programmes : calcul intensif et simulation, technologies logicielles, technologies pour la santé etc.

Il n'y a pas eu d'événement marquant la fin du programme. Par contre plusieurs projets sont eux très visibles dans leur communauté.

Vu la croissance phénoménale des données (i) disponibles sur l'internet et (ii) résultant de simulations en calcul intensif, il est essentiel de poursuivre les recherches sur ces thématiques. La communauté nationale est de très bon niveau, et mérite d'être soutenue. Dès 2007 il a été souhaité de rapprocher les recherches en masses de données des besoins des entreprises, et ce en abordant également des nouveaux domaines d'application (ingénierie, santé, énergie et environnement, commerce et grande distribution, banque et finance notamment). Il faut poursuivre cette tendance.

Programme Matériaux et procédés (Matetpro)

Type d'appel à projets : partenarial

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets 2005 lancé dans le cadre du Réseau National Matériaux et Procédés par l'ANR vise, d'une part à favoriser l'émergence de nouveaux matériaux présentant des propriétés nouvelles ou améliorées, fruits ou non de procédés nouveaux et, d'autre part à résoudre les problèmes scientifiques freinant la mise en œuvre ou certaines applications des matériaux.

• AXES THEMATIQUES

- Axe 1. Nouveaux produits et nouveaux usages
- Axe 2. Matériaux et procédés respectueux du développement durable
- Axe 3. Ingénierie et simulation numérique des matériaux

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Nouveaux produits et nouveaux usages	11	8 310
Matériaux et procédés respectueux du développement durable	1	750
Ingénierie et simulation numérique des matériaux	4	3 200
Total	16	12 100

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	83	12 100
Entreprises	40	4 114

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

PROJET COMEDI : Prévission du vieillissement thermooxydant de stratifiés composites à matrice organique dédiés à l'aéronautique : prise en compte des couplages mécaniques-diffusifs. Ce projet s'inscrit dans l'objectif qu'ont les constructeurs aéronautiques d'élargir le champ d'application des stratifiés composites à fibres continues de carbone et à matrice polymère à des pièces dites « chaudes » de structures d'avions et d'hélicoptères. Dans une telle configuration, les composites sont soumis à des sollicitations thermomécaniques sévères et de longue durée : superposition de chargements mécaniques cycliques, vieillissement thermo-oxydant, fatigue thermique... Dans ce contexte, ce projet a permis de caractériser et d'identifier par des expériences spécifiques, l'intensité des couplages entre diffusion, réaction chimique, déformation mécanique et de les introduire dans un modèle de comportement « multiphysiques » adapté.

PROJET FORMEF : Mise en forme, retour élastique et formabilité des aciers à très haute résistance. Les aciers à très haute résistance (aciers THR) répondent aux impératifs contradictoires d'allègement et de sécurité auxquels est confrontée l'industrie automobile dans le contexte du développement durable. La simulation numérique est un outil de prédilection pour la réduction des coûts et des délais lors de l'industrialisation de tels nouveaux matériaux. Pour améliorer le développement actuel des logiciels de calcul par éléments finis, le projet s'est attaqué à lever les verrous qui entravent actuellement la capacité de prédire les défauts d'emboutissage pour les aciers THR. En particulier, il a consisté dans le développement de technologies éléments finis adaptées aux difficultés de l'emboutissage et dans développement de critères de striction, plissement, localisation de la déformation. Des développements d'essais expérimentaux spécifiques de caractérisation et de validation ont également été réalisés.

PROJET AMARAGE : Aciers martensitiques de nouvelle génération. Vers l'élaboration guidée par la maîtrise de la poly-précipitation nanométrique. Dans le contexte de la recherche de l'allègement dans les transports, en particulier aéronautiques, des travaux récents ont abouti à la création d'un acier de nouvelle génération à propriétés supérieures durci par une précipitation duale de nanocarbures et phases intermétalliques. Le projet a réalisé la description multi-échelles des précipitations, la compréhension et la modélisation de leurs cinétiques et l'établissement de modèles reliant la microstructure aux propriétés mécaniques de résistance et ténacité. Les deux mécanismes de précipitation ont d'abord été étudiés séparément et modélisés, puis associés pour appréhender les interactions afin d'aboutir à la définition de deux compositions optimisées susceptibles d'offrir des compromis de propriétés améliorés.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Ces éléments ne sont souvent pas encore connus car les projets ne sont pas tous terminés et les revues de fins de projets auront lieu fin 2009.

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le programme Matetpro est un outil essentiel pour mettre en œuvre des projets réunissant des partenaires académiques et des entreprises du domaine des matériaux et des procédés. Une grande majorité des grandes entreprises ou PME françaises ont des problématiques matériaux.

Le programme Matetpro s'inscrivant dans la continuité du réseau RNMP (Réseau National Matériaux et procédés), sa visibilité a été bonne dès 2005.

Le succès vis-à-vis des industriels de l'édition 2005 du programme Matetpro (48 % de partenaires industriels) s'est largement confirmé et a même sensiblement augmenté dans les éditions suivantes.

En 2005 une majorité de projets a concerné les matériaux métalliques. Ceci est la conséquence de l'origine du programme qui est issu du Réseau National Matériaux et Procédés (RMNP). Dans les éditions suivantes, un équilibre a été trouvé entre les différentes familles de matériaux (métaux, polymères, composites).

Programme Sécurité, Systèmes Embarqués & Intelligence ambiante (SSIA)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'objectif de ce programme était de fortement dynamiser la recherche fondamentale sur l'ensemble des aspects de la sécurité et de la sûreté des systèmes informatiques, des systèmes embarqués et de l'intelligence ambiante.

• AXES THEMATIQUES

- 1. La sécurité des systèmes d'information,
- 2. La sûreté des systèmes informatisés,
- 3. Aspects juridiques
- 4. Systèmes embarqués
- 5. Intelligence ambiante

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sécurité des SI	5	1 150
Sûreté des SI	8	1 850
Aspects sociétaux, juridiques	0	0
Systèmes embarqués	5	1 150
Intelligence ambiante	2	450
Total	20	4 600

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	63	4 600
Entreprises	0	0

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

COMPCERT : Certification formelle de compilateurs optimisants pour logiciel embarqué critique. Le but du projet était de développer et vérifier un compilateur pour un sous-ensemble du langage C, et pour cela d'améliorer les outils et techniques de preuve et de vérification formelle. C'est un enjeu très important puisque les compilateurs sont des étapes de passage obligatoire pour la réalisation de logiciels, et le fait de prouver qu'un compilateur génère bien du code avec les propriétés attendues est un facteur clé dans la sûreté des logiciels critiques. Le résultat du projet est un compilateur optimisant pour un langage C allégé vers du code machine. Ses performances

sont comparables à celles des compilateurs courants. Le code est distribué librement pour toute utilisation non commerciale.

NUGET : Générateur de nombres. L'informatique utilise beaucoup la génération de nombres aléatoires pour la sécurité (chiffrement) ou pour certaines méthodes de simulation. Les objectifs du projet étaient la construction de générateurs spécifiques de nombres ou de suites binaires aléatoires. Les études ont porté sur des aspects dynamiques et statistiques : évaluation quantitative, suites hybrides, modélisation dynamique, discrédance. L'interaction entre la partie probabiliste et la partie arithmétique a donné des résultats très intéressants. Les générateurs ont été effectivement réalisés, les codes et publications seront mis à la disposition de la communauté.

FORMACRYPT : Preuves de protocoles cryptographiques. Il s'agit d'un projet très amont sur les preuves de protocoles cryptographiques, utilisés pour sécuriser les transactions et paiements en ligne, les bases de données sensibles ou encore pour la protection des contenus électroniques. Ce projet fait un grand pas vers la possibilité de prouver automatiquement la sécurité de ces protocoles en proposant l'automatisation de preuves de protocoles cryptographiques représenté selon l'approche computationnelle, plus réaliste mais plus difficile à automatiser que pour ceux représentés selon l'approche formelle. Le projet a développé le prouveur automatique CryptoVerif, qui sera distribué en logiciel libre. Des suites sont en cours dans le projet AVOTE (SESUR 2007).

SAFECODE : Développement de composants logiciels « sûrs de fonctionnement ». Ce projet s'intéresse à la traçabilité des exigences de sécurité sur le cycle de vie du logiciel. L'idée est de s'assurer que ces exigences de sécurité sont bien transmises au travers de toutes les étapes de production d'un logiciel. Le projet a conçu une méthode d'identification, de raffinement et de modélisation des exigences ; des méthodes avancées de tests ; un modèle générique pour des composants logiciels contractualisés ; la validation et la vérification de ces composants ; une plateforme permettant d'implémenter ces composants. Une étude de cas est réalisée sur l'exemple d'un passage à niveau.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	263
Nombre de brevets	0

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Plusieurs projets ont produit des avancées très significatives, et les projets mentionnés comme ayant obtenu des résultats majeurs ne sont pas isolés. Plusieurs projets sont eux très visibles dans leur communauté.

La thématique SSIA était assez vaste (sécurité, systèmes embarqués et intelligence ambiante), elle a été restreinte par la suite à la seule sécurité et sûreté, ce qui était plus raisonnable. Les projets ont des suites dans plusieurs programmes actuels.

Vu l'importance stratégique des questions de sécurité, et vu les besoins de sûreté des codes en particulier dans l'embarqué, il est essentiel de poursuivre les recherches sur ces thématiques. La communauté nationale est importante et mérite d'être soutenue. Depuis 2008, la thématique de la sécurité est très présente dans les programmes ARPEGE et VERSO.

Programme Nanosciences Nanotechnologies (PNANO)

Type d'appel à projets : ouvert

• OBJECTIFS DU PROGRAMME

D'un point de vue scientifique, le programme PNANO qui a résulté de la fusion d'une action concertée incitative (ACI Nanosciences) et d'un réseau (Micro et nanotechnologies RMNT) présentait deux objectifs. D'un point de vue de l'avancée des connaissances, il s'agissait de stimuler les recherches aux frontières des disciplines et de renforcer l'excellence française dans le domaine des nanosciences. Le second objectif visait à rapprocher la recherche fondamentale de la recherche technologique et ainsi accélérer les processus d'innovation et de transferts technologiques et ainsi stimuler l'exploitation des nanotechnologies par les entreprises hexagonales.

• AXES THEMATIQUES

- Axe thématique 1 : Nanocomposants
- Axe thématique 2 : Nanomatériaux
- Axe thématique 3 : Nanobiosciences et nanotechnologies
- Axe thématique 4 : Modélisation et Simulation
- Axe thématique 5 : Instrumentation et métrologie

• PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Nanocomposants	32	15 694
Nanomatériaux	23	10 721
Nanobiosciences et nanotechnologies	15	6 344
Modélisation et Simulation	2	1 400
Instrumentation et métrologie	3	1 214
Total	75	35 374

• PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	317	35 374
Entreprises	51	5 180

• RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Les résultats scientifiques majeurs qui ont été obtenus concernent à la fois l'avancée des connaissances, le développement de nouveaux produits industriels et des impacts au niveau de la société.

Dans la thématique « Instrumentation, métrologie, modélisation et simulation » deux projets ont présentés des résultats remarquables.

MARX : Le projet MARX a permis le lancement par la société IMAGINE OPTICS de deux nouveaux produits : un miroir actif basé sur des actionneurs non-piézoélectriques, ainsi qu'un analyseur de surface d'onde X et X-UV.

MODERN : Le projet MODERN a permis de délivrer de nouveaux codes de calculs optimisés permettant de mieux comprendre les effets des contraintes des matériaux et de l'introduction de nouveaux diélectriques comme oxyde de grille sur les caractéristiques électriques de transistors MOSFET ultimes.

Dans la thématique « MATERIAUX », un projet a obtenu des résultats excellents.

FILEMON35 : Le projet FILEMON 35 a permis des avancées majeures sur la thématique « nanofils » notamment concernant l'obtention de nanofils organisés et la compréhension de la formation de la phase wurtzite dans les nanofils semi-conducteurs de type zinc-blende.

Dans la thématique « Composants », trois projets ont été mis en avant.

IRCOQ : Le projet IRCOQ a permis d'obtenir des résultats remarquables, au meilleur niveau mondial, sur l'information quantique : mémoire quantique, génération d'état non classique, amplification d'image sans bruit, manipulation du degré d'intrication.

MAGICO : Le projet MAGICO a permis d'étudier différentes configurations innovantes d'oscillateurs spintroniques, de lever des verrous technologiques et d'évaluer leur performance pour des applications télécoms.

CAMEL : Le projet CAMEL a permis de réaliser un prototype de capteurs TMR pour les nouvelles générations de roulements instrumentés et d'ouvrir des perspectives d'industrialisation.

Dans la thématique « Nanobiosciences » deux projets sont à mettre en avant.

NANO-NEURO-IMAGING : Le projet NANO-NEURO-IMAGING a permis de déterminer le rôle de la mobilité des neurotransmetteurs dans la transmission synaptique à partir d'une méthode de suivi de nano-objets individuels.

COEXUS : Le projet COEXUS a permis d'étudier des propriétés remarquables d'amplification ou de filtrage d'un signal optique au travers d'un trou de dimension nanométrique dans un film métallique et ses applications potentiels dans le domaine des biopuces.

- **PUBLICATIONS ET BREVETS**

Nombre de publications	Plus de 25 par projet en moyenne
Nombre de brevets	42

- **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

L'année 2009 s'est également traduite par une coordination du soutien apporté par l'Agence à un dans le domaine des nanosciences et nanotechnologies (83 M€ dans 11 programmes) et cela s'est traduit par une réorientation du programme « NANO » vers une dimension système ainsi que vers des axes génériques concernant l'exploration des propriétés exaltées résultant d'une structuration nanométrique de la matière associée à des développements technologiques

concernant la nanofabrication et incluant l'instrumentation et la modélisation. Enfin, la dimension sociale a été maintenue pour assurer un développement responsable et durable.