

Bilan des appels à projets 2007

Sommaire

Introduction	3
Sciences Humaines et Sociales	11
Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales	15
Entreprises et formes d'organisation économique.....	19
Programme franco-allemand en sciences humaines et sociales.....	22
Les Suds, aujourd'hui.....	26
Écosystèmes et Développement Durable	31
Biodiversité.....	34
Génomique animale (Genanimal)	37
Génomique végétale (Genoplante)	40
Organismes Génétiquement Modifiés	43
Alimentation et nutrition humaine (PNRA)	46
Énergie Durable et Environnement	49
Écotecnologies et le Développement Durable (PRECODD)	53
Vulnérabilité : Milieux et Climat.....	57
Captage et stockage du CO ₂	62
Hydrogène et les Piles à Combustible (PAN-H).....	65
Génie Civil et Urbain	68
Bioénergies (PNRB).....	71
Énergie dans le Bâtiment (PREBAT)	74

Solaire Photovoltaïque.....	77
Stockage de l'énergie (Stock-E)	80
Transports terrestres (PREDIT)	83
Biologie et Santé	87
Emergence et maturation de projets de biotechnologies à fort potentiel de valorisation	91
Longévité et Vieillesse	94
Microbiologie, Immunologie et Maladies Émergentes	96
Maladies Rares	99
Neurosciences, Neurologie et Psychiatrie.....	102
Physique et Chimie du Vivant.....	105
Physiopathologie des maladies humaines	108
Biotechnologie.....	111
Santé-Environnement et Santé-Travail (SEST)	114
Technologie pour la santé et l'autonomie (TecSan)	117
Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication.....	121
Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication	123
Architectures du Futur.....	125
Audiovisuel et Multimédia	128
Calcul Intensif et Simulation	132
Masses de données et de Connaissances.....	135
Nanosciences et Nanotechnologies (PNANO)	139
Systèmes Interactifs et Robotique	143
Sécurité et sûreté informatique	146
Technologies Logicielles.....	149
Télécommunications	152
Ingénierie, Procédés et Sécurité.....	155
Chimie et Procédés pour le Développement Durable.....	159
Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale	163
Matériaux et Procédés	166
Programmes non thématiques	169
Appel à projets Blanc	172
Jeunes chercheuses, jeunes chercheurs	184
Chaires d'excellence.....	193

Décembre 2011

Introduction

L'Agence organise son fonctionnement autour de trois processus que sont : la programmation, la sélection de projets et le suivi-bilan des appels à projets. L'ANR a soutenu depuis sa création en 2005, près de 9 000 projets de recherche. La grande majorité de ces projets s'étale entre 3 et 4 ans, il est donc possible de tirer des enseignements des appels à projets financés dans les éditions 2005¹, 2006² et de manière plus partielle en 2007. On peut y observer également les trajectoires suivies par les programmes thématiques.

En 2007, l'ANR a lancé 50 appels à projets, dont deux ERA-Nets répartis dans un large ensemble de domaines scientifiques et technologiques. L'année 2007 correspond également à la mise en place des premières orientations programmatiques proposées par les comités scientifiques sectoriels de l'agence. Ainsi, 8 des 48 appels à projets nationaux reflétaient des orientations nouvelles par rapport aux programmations antérieures de 2005 et 2006, dont 3 des 4 appels à projets thématiques en sciences humaines et sociales.

L'édition 2007 a représenté au total 607,4 M€ d'autorisations d'engagements. Sur les 5 636 propositions déposées (dont 2 086 soumis aux appels non-thématiques), 1 430 projets ont pu être financés (dont 541 dans les appels non-thématiques). Le taux de réussite moyen s'est établi à 25,4 % dans le cadre de cette édition.

A mi-décembre 2011, moins de 50 % des projets financés ne sont pas clos, un grand nombre d'entre eux ayant demandé une prolongation de 6 mois, voire plus. Toutefois, les rapports d'avancement fournis par les coordonnateurs de projet, les revues de projets ou séminaires d'avancement à mi-parcours permettent d'établir un premier bilan global.

D'autre part, ce bilan prend en compte des projets de l'édition 2006 s'étant achevés depuis le précédent bilan.

Ces projets ont donné lieu à de nombreuses publications :

- Programmes non thématiques
 - JCJC : 158 projets, 939 publications, 6 publications par projet
 - Blanc : 373 projets, 3 577 publications, 9,5 publications par projet
 - Chaire d'excellence : 10 projets, 46 publications, 4,5 publications par projet

¹ Bilan scientifique des appels à projets 2005 de l'ANR <http://www.agence-nationale-recherche.fr/magazine/actualites/detail/bilan-scientifique-des-appels-a-projets-thematiques-2005/>

² Bilan scientifique des appels à projets 2006 de l'ANR <http://www.agence-nationale-recherche.fr/magazine/documents/detail/bilan-des-appels-a-projets-2006/>

- Programmes thématiques
 - Sciences et technologies de l'information et de la communication : 194 projets, plus de 2000 publications, environ 10 publications par projet
 - Procédés et ingénierie : 62 projets, environ 5 publications par projet
 - Énergie durable et environnement : 117 projets, 536 publications, 4,6 publications par projet
 - Écosystèmes et développement durable : 81 projets, 276 publications, 3,4 publications par projet
 - Biologie-Santé : 283 projets, 857 publications, 3,0 publications par projet
 - Sciences humaines et sociales : 102 projets, 1 600 publications, 16 publications par projet.

En matière de valorisation de la recherche et de propriété intellectuelle, 228 dépôts de brevets sont comptabilisés à ce jour pour l'édition 2007, ce qui représente environ 1 brevet pour 7 projets de programmes thématiques et 1 pour 13 dans le cadre des programmes non thématiques. Plus spécifiquement, le programme Emergence, dédié à la maturation de résultats scientifiques, se démarque par ses indicateurs, car parmi les 36 projets soutenus, 6 ont conduit à la création d'entreprises et ont également générés 19 dépôts de brevets et 9 cessions de licences.

Quelques exemples de résultats marquants illustrant la production des projets financés en 2007 sont donnés ci-dessous.

PROGRAMMES THEMATIQUES

Sciences humaines et sociales

À partir de 2007, l'agence a mis en place des programmes thématiques dans ce domaine avec notamment l'appel « Entreprises et formes d'organisation économiques » et « Les Suds », en complément du programme « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » et d'un appel non thématique franco-allemand.

On peut citer quelques faits marquants comme :

- La contribution française à une vaste enquête européenne « European Value Study 2008 » sur l'évolution des sociétés européennes.
- La constitution d'une base de données centrale sur l'espace khmer numérisée.
- Une analyse des stratégies d'innovation et de gouvernance des pôles de compétitivité.
- Une analyse des trajectoires d'hypercroissance d'entreprises par des approches économiques et anthropologique distinguant les effets sectoriels (projet HYPERCROI).
- Une étude des effets de la croissance économique sur la pauvreté en termes de revenu et sur la pauvreté hors revenu, dans 6 pays méditerranéens. L'étude a identifié les types de dépenses publiques dans les secteurs sociaux qui concourent le plus à la réduction de la pauvreté (projet PROPORSUDS).
- Une analyse comparée entre la France et l'Allemagne sur la sécurité alimentaire et la nutrition (projet FRISKREG)
- Le projet RUME a analysé les impacts de la microfinance et propose une définition de la notion de « responsabilité sociale » de la microfinance dans sa relation au marché et à la démocratie.

Écosystèmes et Développement Durable

Six appels à projets ont été initiés, pour l'essentiel hérités d'engagements du MESR et du ministère de l'agriculture, sur la biodiversité, la génomique des plantes et animale, les OGM, sur l'agriculture durable et enfin sur l'alimentation. On peut citer quelques résultats marquants :

- Première étude pluridisciplinaire sur l'évaluation des services écosystémiques des algues marines (projet ECOKELP). Ce projet a permis l'essor du projet sur la valorisation des macroalgues marines dans le cadre des investissements d'avenir (IDEALG).
- Développement d'approches innovantes pour représenter et comparer un nombre illimité de génomes dans un format phylogénétique. Les applications des outils logiciels développés dans ce projet ont abouti à la reconstruction de 44 génomes ancestraux recouvrant l'ensemble de la phylogénie des métazoaires (projet GENOVERT).
- Le projet HYPER-MAIZE a permis d'identifier, à partir de la séquence complète du génome du maïs, les gènes candidats impliqués dans les propriétés de rendement de cette plante, ce qui ouvre des perspectives attractives pour les programmes de sélection.

Énergie Durable et Environnement

Dans le domaine de l'environnement, les priorités portaient principalement sur la vulnérabilité des systèmes face aux changements globaux, sur les technologies de l'environnement et le génie civil et urbain. On peut citer à titre d'exemple les faits marquants suivants :

- Le projet EVINCE a permis d'évaluer et de modéliser l'impact du réchauffement climatique sur des écosystèmes endémiques d'îles subantarctiques, avec des développements 2 à 10 fois supérieurs pour une augmentation de température de 0,5°C.
- Le projet NEEM-France est la contribution française au projet international de carottage de la calotte groenlandaise. Le forage est une première mondiale avec plus de 2 500 m de long dans la calotte. Le projet a permis le développement d'instruments très innovants pour le suivi en continu de la composition isotopique de la vapeur d'eau (O17, O18, D2) et du CH4 des bulles d'air piégées dans la glace.
- Le développement d'un procédé nouveau de tri-recyclage de déchets plastiques séparant avec un très bon rendement le polypropylène et le polyéthylène, autorisant une valorisation de ces plastiques pour des applications à forte valeur ajoutée (projet TRICOTOX). Un pilote industriel a fait suite à ce projet.
- Un procédé de photocatalyse UV en rupture pour le traitement d'effluents gazeux utilisant des tissus de fibre optique enduits de nanoparticules d'oxydes de TiO2 (projet PHOTEX).
- La mise au point d'un modèle prédictif sur le vieillissement des ouvrages en béton lié aux phénomènes de corrosion/carbonatation afin de prédire leur durée de vie résiduelle et d'estimer le comportement en mode dégradé (projet APPLLET).

Énergie Durable

Depuis sa création, l'ANR a fortement soutenu le champ des écotechnologies et notamment des technologies de l'énergie bas carbone en privilégiant notamment le solaire photovoltaïque, l'efficacité énergétique et carbone dans les transports, le bâtiment et l'industrie. On peut relever les résultats suivants :

- Développement de méthodes innovantes de métrologie géochimique pour mesurer les flux, la composition et les origines des gaz en surface autour du pilote d'injection de CO2 de Total à Rousse afin d'évaluer le potentiel de fuites de gaz carbonique (projet SENTINELLE).

- Conception et développement d'un photo-bioréacteur utilisant la lumière solaire et extrapolable à l'échelle industrielle adapté à la production de biocarburants à base de microorganismes photosynthétiques (projet BIOSOLIS).
- Mise au point d'un procédé original de croissance de ruban de silicium de faible épaisseur (< 100 µm) permettant de réaliser des cellules PV minces avec des rendements de conversion proches de 15% (projet RUBANSOLAIRE).
- Développement de méthodologies nouvelles permettant de concevoir et de réaliser des cellules solaires à cristaux photoniques. Cela ouvre des perspectives industrielles de micro/nano-fabrication pour réaliser de véritables cellules solaires « photonisées », (projet SPARCS).
- Faisabilité d'une batterie Li-air ayant des performances deux fois supérieures à une batterie Li-ion standard et une durée de vie d'environ 300 cycles (projet LiO).
- Développement d'un concept de batterie « tout solide » par le biais de la technologie « Spark Plasma Sintering », notamment pour des applications haute température des batteries Li-ions.

Biologie et Santé

Les programmes thématiques ouverts de 2005 à 2007 étaient destinés pour les uns à soutenir la recherche sur les grandes pathologies (51 % du budget du domaine), en soutenant des recherche sur les maladies infectieuses et l'immunologie (programme MIME), les neurosciences (programme NEURO) la physiopathologie des maladies communes (PHYSIO), les maladies rares (MRAR), la physique-chimie du vivant (PCV) et à l'interface avec les problématiques environnementales (programme SEST). Pour favoriser la valorisation de la recherche, des programmes soutenant le partenariat public-privé ont été initiés trois programmes : Emergence Bio, TecSan et RIB (25% du budget).

On peut citer les résultats marquants suivants :

- Développement d'un prototype pour l'évaluation de la douleur chez l'homme basé sur l'analyse de la variabilité instantanée du rythme cardiaque (projet METRODOLORIS).
- Développement d'orthèses alimentant le cerveau en informations sensorielles de mouvement (mouvement virtuel). La méthode vise à réduire de façon significative la durée habituelle de la réadaptation (projet ORTHOSENS). Le projet est en phase d'essai clinique.
- Développement d'outils pour un conseil génétique personnalisé de la maladie de Hirschsprung et d'autres neurocristopathies afin de poser les bases de traitements futurs de type thérapie cellulaire (projet Hir-Genet).
- Premiers essais positifs de thérapie génique sur des souris pour le traitement de la glycoséose de type 1 (projet Glucogen Therapy).
- Le projet AGIR portait sur la possible association entre les troubles de type autistique avec des marqueurs génétiques et/ou anatomiques du cerveau. Il a montré un lien avec un très grand polymorphisme de la surface du cerveau et des sillons, mais ne permet pas de définir de marqueurs génétiques spécifiques de l'autisme. Ces travaux conduisent à nuancer la conception d'une cause génétique aux maladies autistiques.
- Le projet HIPPOCAMPAL D-serine a contribué à une remise en question fondamentale des concepts de transmission de l'influx nerveux comme une fonction spécifiquement neuronale. La D-serine, molécule synthétisée par les astrocytes, pourraient également assurer cette fonction.
- Mise au point d'un candidat médicament prometteur pour le traitement des hépatites fulminantes, le projet a permis de passer de la preuve de concept chez l'animal à l'obtention à

l'obtention d'un produit pharmaceutique de qualité, administrable au patient et bien toléré (projet HIP and Hepatitis ALF-5755).

- Démonstration expérimentale de l'effet toxique des phtalates (DEHP, MEHP) comme perturbateur endocrinien sur le testicule dans l'espèce humaine (PHTALATESTIS).
- Développement d'un nouvel appareil d'imagerie ex-vivo (projet LLT) basé sur une technique de tomographie optique permettant d'obtenir une image microscopique bien résolue pour des analyses en profondeur des tissus (peau, paroi œsophagienne, artères, coronaires).

Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

L'ANR a ouvert huit appels à projets dans ce domaine en 2007 couvrant l'ensemble du champ scientifique et technologique du domaine (technologies logicielles, télécommunications, sécurité et sûreté informatique, audiovisuel et multimédia, masses de données, systèmes interactifs et robotique, architectures du futur, calcul intensif et simulation). On peut citer les résultats suivants :

- Développement d'architectures de transistors à effet de champ à base de nanotubes de carbone, commandé optiquement, comme technologies alternatives au silicium (projet PANINI).
- Développement d'un logiciel libre de rendu 3D et de visualisation scientifique dédié au génie moléculaire (logiciel FLOWVR) avec des applications en génomique et chimie.
- Mise au point d'une plateforme de découverte de connaissances (interférence grammaticale et fouille de données séquentielle) à partir de bases de données (système Bingo2).
- Développement d'un outil permettant de naviguer de manière fluide, libre et immersive, dans un flux d'images panoramiques de très grandes collections de données permettant des visites virtuelles d'environnements urbains (projet ITOWNS).
- Développement en collaboration avec le CNES, d'une nouvelle plateforme logicielle de traitement d'images hyperspectrales (projet VAHINE).
- Mise en place d'un système opérationnel de cryptographie quantique sur fibre optique (projet SEQUIRE).
- Financement de deux importantes plateformes (PERSYSTII et SENSLAB) dans le secteur des télécommunications sur les transmissions optiques et sur les réseaux de senseurs à très large échelle.
- Développement d'un récepteur optique à très haut débit (40 Gb/s), en cours de transfert industriel par Alcatel-Lucent (projet TCHATER).
- Décuplement des capacités de cartes sans contact avec une multiplication par 7 des débits par rapports aux performances actuelles (projet F@CIL).

Nanosciences et Nanotechnologies

- Mise au point de nanovecteurs possédant une triple fonctionnalité de ciblage, d'imagerie et de thérapie pour le traitement du cancer (projet GLYCONANOVECTEUR).
- Développement d'un capteur de force pour microscope à force atomique pour l'étude en réel de la cinétique de systèmes chimiques ou biologiques en milieu liquide avec une résolution latérale de l'ordre du nanomètre (projet IMPROVE-LM).

Chimie et Procédés pour le Développement Durable

- Conception de système organocatalytiques et d'enzymes modifiées permettant de nouvelles voies de synthèse de polymères basées sur une catalyse bio-inspirée (projet POLYMER-BIOPATH).

Sécurité globale

- Mise au point d'un dispositif de détection rapide par fluorescence d'agents pathogènes à la surface de membranes de filtration d'eau pour surveillance des réseaux d'eau potable (projet BIO-COM).

Matériaux et procédés

- Développement de nouveaux matériaux améliorant les propriétés des aciers ODS ayant des performances de comportement à haute température et au fluage (projet AXtrem).

PROGRAMMES NON-THEMATIQUE

Parmi les 541 projets financés en 2007 dans le cadre des appels à projets Blanc, Jeunes Chercheurs et Jeunes Chercheuses et Chaire d'Excellence, on peut citer une série de résultats remarquables, illustrant la diversité des projets financés.

Sciences et technologies de l'information et de la communication

- Développement de techniques efficaces pour la simulation à grande échelle par l'utilisation croisée d'outils combinatoires et algorithmiques pouvant traiter d'énormes volumes de données par génération aléatoire de structures complexes reposant sur le modèle de Boltzman (projet GAMMA).
- Mise au point de nouvelles méthodes de construction de modèles 3D dynamiques très précis de surfaces déformables (peau, vêtement,...) à partir de flux vidéos synchronisés. Le logiciel a fait l'objet d'une valorisation par l'industrie des effets spéciaux aux USA (projet HFIMBR).
- Développement de méthodologies de simulation de l'écoulement turbulent produit dans le conduit vocal. Ce modèle ouvre de nouvelles perspectives dans la compréhension de la génération des sons de parole (projet JCJC, Turbospeech).

Mathématiques

- Développement d'approches théoriques à l'interface physiologie, écologie mathématique et métabolisme cérébral. Mise au point d'une théorie du contrôle (de type viabilité) ayant débouché sur un protocole d'aide à la décision médicale concernant l'évolution des tumeurs gliales (projet ANAR).
- Avancées théoriques sur les modèles de l'univers et sur ses phases d'expansion et de contraction, avec notamment la résolution totale du problème de Minkowski dans les espaces-temps localement plats (projet GEODYCOS).
- Développement de modèles mathématiques permettant le nudging direct et rétrograde. Cela permet de simuler l'état de systèmes complexes avec des nombres d'inconnues dépassant le milliard. Les applications portent notamment sur la qualité des prévisions météorologiques (projet JCJC PROSSDAG).

Physique

- Développement de méthodes pour cartographier par microscopie à effet tunnel les propriétés de transport de molécules fonctionnelles d'une molécule sur une surface métallique. Ces molécules sont destinées à être intégrées dans des circuits hybrides organo-métalliques (projet SPINMASTER).
- Développement de nouvelles techniques de RMN permettant une application en IRM du poumon à bas champ magnétique tout en augmentant la sensibilité des sondes RMN (projet DIPOL).
- Première démonstration d'une réception radio composé d'un nanotube de carbone avec une géométrie très simple (projet JCJC Autonomes).
- Avancée remarquable dans le domaine des lasers organiques, avec un record d'efficacité (50% de rendement optique-optique) et la démonstration du premier laser organique accordable dans l'ultraviolet lointain (projet JCJC BACHELOR).

Chimie

- Ciblage de 4 nouvelles molécules ayant des propriétés antivirales contre le virus de la dengue, à partir de 17000 molécules de la chimiothèque nationale (projet Dengue DD).
- Mise au point de polymères photo-stimulables pour la perméabilisation de membranes cellulaires et de liposomes. L'hydrophobie bascule réversiblement sous exposition à la lumière UV-visible. Grâce à des flashes de lumière, il est possible d'orienter le lieu et l'instant de la fragilisation membranaire (projet PHOTO-CHANNELS).
- Synthèse de nouveaux catalyseurs inspirés d'enzymes (hydrogénases) à base de composés Fe et Ni de microorganismes produisant de l'hydrogène. Certains catalyseurs greffés sur des électrodes ont pu produire de l'hydrogène sous irradiation par la lumière visible (projet Cat H₂).
- Développement de kits de terrain bon marchés et fiables pour l'identification sélective de cocaïne. Le projet a permis l'incubation d'une entreprise pour la commercialisation de ce produit (projet JCJC KOCA).

Sciences de l'univers et géo-environnement

- Amélioration de la compréhension des variations saisonnières des réserves en eau à l'échelle régionale Afrique de l'Ouest - Sahara, par une approche originale couplant gravimétrie satellitaire, géodésie, hydrologie et météorologie. Modélisation des variations saisonnières des contenus en eau des sols et des apports vers les nappes à l'échelle sub-continentale (projet GHYRAF).
- Amélioration des connaissances sur le comportement de la vapeur d'eau proche de la tropopause en s'appuyant notamment sur de nouvelles observations satellitaires des nuages de glace et l'analyse de rétro-trajectoires. Les nouveaux modèles de circulation ont notamment permis de suivre avec une grande précision la circulation des aérosols provenant de l'éruption du volcan islandais en 2010.

Biologie santé

- Progrès dans le processus d'infection des méninges par le méningocoque, par la découverte du rôle d'une famille de protéine (b-arrestines) dans le processus. L'usage d'agents pharmacologiques masquant le rôle des b-arrestines ont quasiment bloqué le phénomène, ce qui ouvre des perspectives de traitement de la méningite (projet arrest&chemotax).

- Mise en évidence de nouvelles protéines impliquées dans les mécanismes de radiorésistance à partir de bactéries *D. radiodurans* et *D. deserti* (projet DEINOCOCCUS).

Sciences humaines et sociales

- Approche socio-économique sur le bien-fondé du redoublement scolaire. Les résultats montrent la faible efficacité de cette pratique au profit d'autres formes de soutien aux élèves en difficulté (projet Graderépétition).
- Nouvelles approches d'analyses ethnologiques sur le travail du *Care* dans les sociétés occidentalisées situation de crise (projet TRAVDUC).
- Inventaire exhaustif de la poésie scientifique de 1792 à 1939, avec remise en cause des chronologies adoptées par la plupart des historiens (projet JCJC Euterpe).

Sciences Humaines et Sociales

Sciences Humaines et Sociales

Faits marquants et grandes tendances

La programmation 2007 de l'Agence introduisait un certain nombre de nouveautés correspondant aux demandes des chercheurs des diverses disciplines. Tout d'abord, le programme centré sur les entreprises et les formes d'organisation économiques concerne la production de biens et de services, comme leur échange, quelle que soit leur finalité économique, à but lucratif ou non. Elle pouvait être étudiée à travers ses fonctions sociales (construction d'identité et de territoires), culturelles et dans son interdépendance avec les autres sphères des sociétés. Si des programmes avaient été consacrés aux questions du chômage et des marchés de l'emploi, au travail, le thème de l'entreprise n'avait pas fait l'objet d'appel à projets spécifique. Il s'agissait grâce à ce programme de renouveler l'exploration de l'action économique organisée.

Le programme « Les Suds, Aujourd'hui » visait à accroître la connaissance réciproque des sociétés et des conflits qui les traversent, du contexte juridique, des institutions politiques, des représentations telles qu'elles se construisent, de leurs caractéristiques de tous ordres, et des évolutions parfois brutales qui sont les leurs. Les « Suds » étaient entendus comme un ensemble de pays, de sociétés, d'économies extrêmement hétérogènes. Les désigner sous cette appellation permettait d'éviter de les confronter à la seule problématique du développement et autorisait à considérer que les pays émergents étaient en voie de ne plus constituer une périphérie pour devenir les moteurs de la croissance mondiale.

Le programme franco-allemand, en partenariat avec la DFG, visait à renforcer les collaborations entre les communautés des sciences humaines et sociales française et allemande à travers la sélection et le financement de projets de recherche déposés conjointement par des équipes des deux pays. Pour sa première édition, l'appel a suscité de nombreuses réponses : 93 dossiers ont été déposés. Les projets sélectionnés abordent des domaines très variés, traitant notamment de problématiques d'intérêt commun entre la France et l'Allemagne sous un angle comparatif et souvent interdisciplinaire : performances économiques, questions d'intégration sociale, vieillissement de la population, systèmes juridiques, gestion des risques sanitaires, sociologie du genre. Des travaux portant sur la thématique européenne ont été également retenus, ainsi que des projets dont les terrains ou objets d'étude se situent hors d'Europe et pour lesquels la réunion d'équipes particulièrement compétentes des deux pays devait s'avérer fructueuse : on citera comme exemple un projet sur la gestion de l'eau à Khartoum.

Enfin, le programme « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales », initié en 2006, a été reconduit sans inflexion majeure au vu de son succès, reflet de son importance pour les communautés scientifiques des diverses disciplines. Avec 152 dossiers déposés l'utilité de ce type de programme est confirmée.

Considérations générales

Les résultats de ces appels à projets confirment la place prise par l'Agence dans le maillage territorial de la recherche en sciences humaines et sociales. La palette des établissements répondant aux appels comprend autant les universités que les organismes de recherche, et les établissements de province sont majoritaires. Si les unités mixtes de recherche, principalement associées au CNRS sont majoritaires, c'est de peu, presque la moitié des projets étant déposés par des Équipes d'Accueil.

Si toutes les disciplines sont présentes parmi les candidatures, les humanités jouent un rôle prépondérant dans l'appel Corpus tandis que les sciences sociales sont mieux représentées dans les deux appels « Entreprise et formes d'organisation économique » et « Les Suds Aujourd'hui ».

Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le terme « corpus » peut désigner deux stades documentaires sensiblement différents : d'une part, un ensemble de sources, écrites, orales ou audiovisuelles brutes et, d'autre part, l'information élaborée à partir de ces sources, souvent en les recoupant. L'appel à projets concerne le financement de projets de recherche qui nécessitent la mise en place, la valorisation, l'enrichissement, la documentation de corpus, ainsi que l'amélioration des outils et des procédures d'analyse. Il prend en compte tous les types de sources : textes, images, documents sonores, documents multimédia, données statistiques, et l'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociales.

AXES THEMATIQUES

Le programme Corpus ne comporte pas d'axes thématiques. Cependant des orientations de travail peuvent être retenues :

- Développement d'enquêtes, constitution de bases de données, catalogage des données intégré et accessible à l'échelle internationale.
- Recherche sur des thèmes transversaux, mobilisation de sources inédites ou mal connues, combinant des informations jusque-là dispersées ou actualisant des sources anciennes, testant des méthodologies innovantes ou enrichissant notablement des sources existantes.
- Recherche sur les corpus textuels, la production ou l'amélioration d'outils d'analyse.
- Analyse des situations d'interaction ou d'interlocution, constitution de bases de données d'enregistrement vidéographique ou sonore.
- Analyses sociales et sociohistoriques micro analytiques, contribuant à une compréhension des parcours individuels et des réseaux interpersonnels.
- Constitution de corpus de données géo-archéologiques, paléo-environnementales, géo-historiques, paléographiques, codicologiques, graphématiques, etc., dans le cadre d'un programme de recherche clairement défini.
- Description et/ou modélisation de corpus linguistiques et d'ensemble de données concernant les cultures (occidentales et non occidentales), constitution d'ensemble de matériaux et de documents textuels, sonores, iconographiques, vidéo, multimédia...

Les axes proposés dans l'appel constituaient des orientations destinées aux chercheurs et non une obligation pour ceux-ci de s'inscrire dans les axes.

PROJETS FINANCES

	Nombre de Projets	Aides (k€)
Total	36	6 892

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	85	6 892
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

L'appel à projets a financé deux types de projets : 1) ceux qui s'intègrent dans des très gros projets, dont le projet Corpus financé par l'ANR n'est qu'une toute petite partie, c'est alors une forme importante de contribution de l'ANR ; 2) des projets de plus faible envergure.

Projets de grande envergure

Espace Khmer. Le programme se présente comme une partie des travaux en cours et à venir sur l'espace Khmer par l'école française d'Extrême-Orient. Il s'agissait d'édifier une stratégie pour la gestion des collections concernant l'ancien État khmer abritées à la bibliothèque de l'École française d'Extrême-Orient (EFEO), ainsi que les données que continuent de produire les chercheurs de l'EFEO, et de construire une base de données centrale qui rassemblerait l'essentiel de la documentation déjà numérisée et serait régulièrement augmentée des collections patrimoniales non encore numérisées et des données recueillies quotidiennement sur le terrain. La base de données sera opérationnelle d'ici peu, mais son efficacité et son adaptation aux besoins des chercheurs et des différents acteurs engagés dans la recherche sur l'espace khmer ancien et sa sauvegarde ne pourront être évalués qu'après quelques temps d'utilisation.

VALFRAN08. Le projet de recherche VALFRAN08 a consisté à réaliser en France une enquête quantitative par questionnaire de mai à août 2008 et d'en analyser les résultats pour répondre à une série de questions fondamentales sur le devenir de nos sociétés. C'est la partie française d'une enquête européenne la « European Values Survey » (EVS). Tous les objectifs ont été remplis. et un gros travail de valorisation et de diffusion a été réalisé.

CENSUS. Trois objectifs ont été réellement atteints: 1) Une évaluation de la base IECM (Integrated European Census microdata) mettant à la disposition des chercheurs des échantillons de micro-données de recensement anonymisées de tous les pays européens ; 2) Le test du caractère opérationnel de cette base de données ; 3) L'organisation de formations à destination des chercheurs pour l'utilisation de la base. L'élément le plus central dans les réalisations est d'une part l'organisation des formations (séminaires internationaux, intégration dans les formations doctorales et dans les cursus de master en démographie) et d'autre part les nombreuses études ponctuelles réalisées à partir de la base de données pour en permettre l'évaluation.

Projets de plus faible envergure

LBF. La bibliothèque foucauldienne. L'objectif était d'étudier les pratiques de lecture de Michel Foucault (ses manières de copier et de restituer sous la forme de notes, citations, paraphrases) et de produire des outils pour étudier leur fonctionnement. Des enquêtes relevant de méthodologies différentes, sociologique et ethnographique, historique et philosophique ont été utilisées. Elles aboutissent à des réalisations tout à fait satisfaisantes comprenant, outre des publications, la

réalisation d'un site très riche et l'organisation d'une exposition sur Michel Foucault. Le site permet d'accéder à un catalogue de notices numériques des fiches de lecture préparatoires à son livre « Les Mots et les Choses », à un guide des archives de Michel Foucault, à une collection d'entretiens avec des témoins du travail de Michel Foucault. Ce corpus ouvre des perspectives sur une passionnante et nécessaire réflexion pluridisciplinaire sur l'évolution de la recherche au cours du siècle passé.

Archigoulag. Archives sonores du goulag. Le projet a permis la réalisation de 160 entretiens, dans 15 pays, sur la vie au goulag (personnes qui y ont été déportées, qui y sont nées, etc.). Il a permis des réalisations majeures : le site « musée virtuel : Archives sonores – mémoires européennes du Goulag », en 4 langues (français, anglais, russe et polonais) qui comprend des sources orales (extraits d'entretiens), photographiques, filmiques, écrites (documents d'archives) et de courts textes scientifiques. S'ajoute la publication d'un ouvrage, intitulé « Déportés en URSS, récits d'Européens au goulag », et la conception d'une base de données (non encore totalement opérationnelle) contenant l'intégralité des entretiens réalisés, une partie des entretiens traduits oralement (vers l'anglais et le français). L'impact est important et concerne tant la recherche que le grand public. Une importante activité de valorisation et de diffusion a été effectuée (émissions de radio, conférences grand public, etc.). La prochaine étape concerne la finalisation de la base de données. Les entretiens réalisés et leur analyse ont fait apparaître de nouvelles voies de recherche (notamment sur l'héritage des déportations, les conséquences qu'elles ont eues sur les sociétés de départ et d'arrivée, avant ou après le retour).

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	494
Nombre de brevets	0

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le rôle des corpus concerne essentiellement la recherche académique fondamentale. Les corpus constituent le principal moyen de constituer des bases de données (quantitatives ou qualitatives, textuelles, sonores, d'images fixes ou mobiles, d'objets, de sites, etc.) documentées, stables et susceptibles d'une utilisation répétée par des chercheurs dont les problématiques, les approches ou les méthodes diffèrent. Pour l'ensemble des disciplines constitutives du domaine scientifique, il s'agit de disposer de moyens pour la recherche à la fois garantis en termes de qualité et de pertinence, validés par des chercheurs appartenant à des communautés identifiées, faisant l'objet d'une maintenance rapprochée assurant leur sécurité, mises à disposition de l'ensemble des chercheurs.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le déroulement du programme confirme l'intérêt et l'engagement des chercheurs des sciences humaines et sociales pour les corpus, déjà marqué par le fort taux de réponses à l'appel à projets. Les réunions de suivi indiquent une progression régulière des travaux, des avancées dans la

constitution des corpus qui réunissent des bases de données importantes en quantité, souvent au-delà des ambitions initiales.

Les difficultés rencontrées sont de plusieurs types :

- Le premier correspond à la difficulté pour les chercheurs SHS à identifier et entrer en contact avec les spécialistes de l'informatique et du traitement des informations indispensables à la conception et à la réalisation de corpus numériques. Ensuite, une fois ceux-ci identifiés, à trouver un langage commun permettant les travaux. Même dans les situations pour lesquelles la difficulté avait été anticipée, la mise en route des projets a connu quelques retards.
- Le second type de problèmes naît de la possibilité factuelle, réglementaire ou juridique d'accéder aux informations requises pour la construction des corpus. Très généralement, ces difficultés avaient été sous estimées, entraînant là encore des retards. L'équipe de l'ANR a organisé une journée de débats juridiques avec des spécialistes de la question à destination des équipes de recherche.
- Le troisième type de problèmes apparaît avec la fin des projets et concerne la stabilisation des corpus créés, leur maintenance incluant les aspects techniques et la continuité de l'approvisionnement des corpus en données pour les corpus « ouverts », la mise à disposition des chercheurs non engagés dans le projet de ces corpus.

Ces problèmes rencontrent les préoccupations de la feuille de route du Ministère de la Recherche sur les Très Grandes Infrastructures de Recherche à destination des sciences humaines et sociales (PROGEDO, CORPUS et ADONIS). Ces trois équipements ont été lancés et atteignent rapidement leur pleine efficacité. Ils accueilleront, à la fois en termes de maintenance et de mise à disposition, les corpus constitués avec le financement de l'ANR qui le souhaitent. Pour les autres corpus, un accueil par des établissements pérennes est également possible.

Entreprises et formes d'organisation économique

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Des programmes avaient été consacrés aux questions du chômage, des marchés de l'emploi, au travail. Le thème de l'entreprise n'avait pas fait l'objet d'appel à projets spécifique. Il s'agissait grâce à ce programme de renouveler l'exploration de l'action économique organisée.

AXES THEMATIQUES

- Formes et fonctions de l'entreprise
- Transformation des entreprises, territoires et marchés
- Gouvernement, fonctionnement, pilotage,
- Gestion du personnel, emploi, travail
- Innovation, recherche et développement

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Total	13	2 160

Les axes proposés dans l'appel à projets constituaient des orientations destinées aux chercheurs et non une obligation pour ceux-ci de s'inscrire dans les axes.

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	33	2 160
Entreprises	3	82

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

EPICTETE. Le projet EPICTETE visait à mettre en évidence et à théoriser les stratégies d'innovation et de gouvernance efficaces des pôles de compétitivité, à étudier les effets de retour sur les entreprises et les acteurs publics. Sur un plan théorique, la recherche a défini et utilisé de nouveaux concepts pour approcher les phénomènes de compétitivité et construit un ensemble cohérent de propositions sur le fonctionnement des pôles. L'impact est encore plus fort sur un plan pratique. L'équipe a su affiner les méthodes d'évaluation des pôles de compétitivité (en tenant compte en particulier de leurs conditions initiales), permettant une amélioration de l'outil de décision publique. Elle sera partie prenante d'un ensemble de missions dans ce domaine dans les mois à venir.

HYPERCROI. Le projet, mené par des équipes de recherche en gestion, a tenté d'expliquer les trajectoires des entreprises en hyper-croissance, c'est-à-dire qui doublent leur chiffre d'affaires

tous les quatre ans. À travers un lourd questionnaire de plus de six cents variables sur près de quatre cents petites et moyennes entreprises, le projet caractérise les trajectoires d'hyper-croissance en distinguant les effets sectoriels. Il démontre également le lien de ces trajectoires avec la confiance des dirigeants, qui ne doit pêcher ni par excès ni par insuffisance. Les deux leviers révélés par l'hyper-croissance sont la perpétuelle volonté de l'entrepreneur de se mettre en position de déséquilibre et une très forte relation avec les clients.

INTERFACE. Le projet a consisté à étudier la formation de nouveaux marchés pour tenter de comprendre les conditions de leur émergence et l'influence des dimensions culturelles cognitives et sociales. De nombreux domaines d'analyse ont sous-tendu ce projet : le marché des dérivés climatiques ou des trackers, la construction du marché de l'audit, la logique des partenariats public-privé. Les différents cas étudiés mettent avant le rôle essentiel des acteurs financiers qui sont à la fois les initiateurs de ces nouveaux marchés mais aussi ceux qui participent activement à la définition du processus régulateur. La sphère financière répond donc à des modalités particulières qui peuvent susciter des questions légitimes sur sa bonne gouvernance et sa relation à l'intérêt général.

COI-COSA. Le projet COI-COSA établit comment les entreprises adaptent leur organisation aux changements organisationnels et informatiques, en établissant en particulier une comparaison entre les secteurs public et privé alors même que l'informatique est désormais parfaitement banalisée dans les entreprises. Des indicateurs synthétiques sont construits pour établir ces comparaisons et des études qualitatives établissent le rôle essentiel de la relation au travail, en soulignant que le secteur privé réussit mieux la mobilisation de la main d'œuvre autour des changements. Les différences entre les deux secteurs se montrent également dans les politiques de formation offertes par les entreprises à leurs salariés.

CADRES-CTE. Le projet proposait d'analyser les changements de normes temporelles de l'activité des cadres. Il a établi d'excellentes bases de démonstration, pour la socio-économie, de la différenciation de la catégorie dite « cadres d'entreprises ». L'impact d'une analyse de la dislocation de la catégorie des cadres en trois sous-groupes, fondée sur des situations d'entreprises et des pratiques de gestion, devrait ouvrir des perspectives scientifiques et se révéler utile pour les acteurs sociaux en charge des populations de cadres.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	51
Nombre de brevets	-

Les 51 publications ont été réalisées par les 7 équipes qui ont remis leur rapport final. Des prolongations ont été accordées aux 6 autres équipes dont on ne connaît pas encore les publications.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Plusieurs projets ont permis de nouer des relations avec le monde de l'entreprise au-delà de la simple exploitation de bases de données statistiques ou de l'étude monographique. La

nature des projets ne se prêtait toutefois pas souvent à la conclusion d'accords de partenariats opérationnels directs.

L'analyse des pôles de compétitivité a conduit les chercheurs de l'équipe EPICTETE à travailler avec les organismes d'animation des pôles. À ce titre, l'équipe a gagné une expertise qui lui permet d'être associée aux définitions des méthodes d'évaluation des pôles de compétitivité, une étape décisive à ce stade de cet ambitieux programme de politique publique.

À la suite des entretiens réalisés par les membres de l'équipe CADRES-CTE avec des cadres de différentes grandes entreprises publiques et privées, des opérations de restitution ont été menées dans les entreprises concernées. Les syndicats participants au programme en temps qu'intermédiaires entre les chercheurs et les personnels des entreprises ont également bénéficié de ces résultats.

Le projet HYPERCROI a donné lieu à la création d'un observatoire des petites entreprises en partenariat avec la chambre de commerce et d'industrie. Ses chercheurs ont établi par ailleurs des liens étroits avec deux pôles de compétitivité.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce programme a permis de mobiliser des disciplines peu présentes dans les réponses aux appels à projets en SHS. Le plus grand nombre de projets était ainsi porté par les sciences de gestion (5 équipes sur 13). Les liens développés avec des entreprises ou institutions économiques ont été également plus importants qu'à l'accoutumée.

Le programme est apparu cohérent. Les échanges se sont établis facilement et sont apparus fructueux lors des bilans à mi-parcours ou du colloque final qui s'est tenu à l'Université Paris Dauphine. Ils se sont prolongés par l'établissement de liens de recherche entre équipes de gestion et d'économie et équipes de gestion et de sociologie, qui perdureront probablement au-delà du programme.

Des recherches semblent devoir être creusées sur les dynamiques des PME et PMI et les interfaces compétences/qualifications/formation. Sur cette même thématique des « entreprises et formes d'organisation économique », des domaines importants peu traités par les équipes sélectionnées restent à explorer, tels les capacités de résilience des entreprises et les problématiques portant sur des secteurs tels que la distribution et les services aux personnes.

Programme franco-allemand en sciences humaines et sociales

OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets franco-allemand en SHS est non thématique et couvre l'ensemble du champ des sciences humaines et sociales. Il a pour but de financer d'excellents projets impliquant au moins une équipe française et une équipe allemande. Il s'appuie en premier lieu sur des réseaux de chercheurs franco-allemands existants. En leur offrant de nouvelles perspectives de financement il s'agit de leur permettre de se développer, de se renforcer et de se renouveler par l'embauche de jeunes chercheurs au sein des projets. Mais l'appel ambitionne également de permettre le développement de réseaux neufs et de constituer un tremplin pour l'ensemble des équipes financées vers l'échelle européenne.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Total	27	4 100

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	32	4 100
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

FRISKREG. Risk, Uncertainty and Regulation: A Comparison between France and Germany in the Field of Food Safety and Nutrition. Le projet portait sur le comportement des consommateurs face au risque et proposait une comparaison de leurs réactions en fonction de leur nationalité, française ou allemande. Il étudiait les réactions à l'apport d'informations concernant les risques des nanotechnologies, dans le contexte de l'achat de produits alimentaires nanotechnologiques, dits « nanofoods ».

Le projet a permis d'établir que si l'intérêt pour les « nanofoods » décroît dans les deux pays lorsque l'on informe les consommateurs, des différences existent. Les Allemands sont plus intéressés par un apport de nanotechnologies au contenu qu'au contenant (l'emballage). La réaction négative à l'apport d'information est en outre d'autant plus forte qu'elle concerne la caractéristique du produit (contenu/contenant) qui intéresse initialement le plus les sujets. Ce sont en fait ces représentations initiales qui ont le plus d'influence sur le comportement des consommateurs.

D'autres résultats suggèrent que :

- L'attitude des populations allemandes et françaises est globalement négative vis-à-vis des nanofoods, alors que de précédents travaux sur la population américaine montraient une perception plutôt positive. De plus, si le fait de croire ou non en un Dieu avait une influence

sur les perceptions des Américains, cela n'est pas vrai pour les Allemands et les Français. En revanche ces perceptions resteraient corrélées aux valeurs morales des consommateurs.

- Le critère santé éclipse tous les autres dans les deux pays.
- Le développement de tels produits est rendu improbable par le coût que représenterait la démonstration de leur innocuité.

Le principal résultat pour les politiques publiques est de confirmer qu'apporter des informations sur les nanotechnologies n'est potentiellement pas susceptible de renverser les comportements. Ceux-ci sont essentiellement déterminés par des conceptions plus générales de la science, de la technologie et de la nature. Le rôle de leur confiance dans les organismes gouvernementaux est également crucial. Il est donc plus important d'améliorer ce niveau de confiance que de diffuser un flot d'information à sens unique. Le projet suggère aussi que les attitudes des consommateurs restent assez marquées par leur nationalité pour que les chances d'une agence européenne d'agir seule sur leurs perceptions soient à court terme limitées. Enfin le travail sur les implications sur la santé devrait primer sur les autres implications.

LANGACROSS. Structure de l'énoncé en contexte : Acquisition des langues premières et secondes dans une perspective inter-langues. L'objectif était d'aborder trois questions fondamentales concernant l'acquisition des langues, à la lumière de la diversité considérable attestée entre les langues et dans différents domaines.

Les résultats montrent d'abord des différences translinguistiques frappantes dans les productions, en raison de l'impact des propriétés typographiques de la langue première d'un sujet et malgré l'impact d'autres facteurs testés (types de langues, maturité cognitive, niveau de compétence linguistique). De plus, les contraintes phrastiques et en particulier typographiques interagissent avec celles qui opèrent entre les énoncés au niveau du discours. Elles déterminent ainsi les trajectoires de développement cognitif, au cours desquelles on observe également des interactions entre domaines de la langue (par exemple entre espace/temps ou temps/structure informationnelle).

Les résultats montrent donc que la diversité des langues doit être prise en compte comme un fait majeur dans l'étude de l'acquisition du langage. Ils soulèvent des questions sur les modèles d'acquisition existants. Ils montrent l'impact des propriétés spécifiques et typologiques des langues et des déterminants discursifs sur l'utilisation et l'acquisition de la langue. Enfin, de nouvelles questions ont émergé concernant les implications cognitives des différences translinguistiques attestées en production : celles-ci pourraient refléter une incidence plus profonde de la langue sur les représentations que construisent les locuteurs au-delà de leurs productions.

UNIVERSALREAD. Cross-language comparisons of eye movements in text reading: Towards determining universal processes based on experimentation and modeling. Dans ce projet, les équipes françaises et allemandes confrontent et complètent leurs modèles en coordonnant leurs expériences et en alimentant des bases de données communes.

Il s'agit d'abord d'étudier les mécanismes visuels de la lecture afin d'établir un modèle réaliste des mouvements oculaires pendant la lecture. Le projet a permis de préciser et de tester plus avant deux modèles alternatifs au modèle dominant concernant les mouvements oculaires pendant la lecture : un modèle impliquant un centre de gravité pondéré par rapport à la configuration visuelle définie par les lettres périphériques et un modèle bayésien. Il est maintenant possible d'estimer les poids respectifs des processus étudiés dans ces deux modèles dans le processus de lecture en général.

Un autre objectif du projet était d'étudier la dimension temporelle de processus liés au langage pendant la lecture, en particulier les processus d'anticipation sémantique. Les premiers résultats montrent que lorsque deux mots sont associés faiblement sur le plan sémantique dans une phrase, mais que le mot cible peut être déduit du contexte de la phrase précédente, l'influence des processus sémantiques est plutôt lente à émerger, bien qu'elle puisse être plus rapide dans le cas de mots très fréquents.

À long terme, ces recherches peuvent avoir un impact pour la santé publique et dans le domaine de l'éducation. L'étude des interactions entre les deux niveaux d'étude de la lecture auxquels correspondent ces deux objectifs peut en effet déboucher sur la définition d'un cadre théorique contribuant à un diagnostic précoce des difficultés de lecture.

EDICCOD. European Divergence and Convergence in Causes of Death. Le projet avait pour but de produire, pour plusieurs pays européens, des séries de données sur des décès organisées par cause à définition médicale constante pouvant servir de base à des études comparatives et permettant de mieux comprendre les relations entre évolutions de mortalité et politiques de santé. L'est et l'ouest de l'Europe ont en effet connu des évolutions d'espérance de vie très différentes depuis le milieu des années 1960.

La reconstruction de séries cohérentes de décès par cause a été effectuée ou complétée pour l'ensemble des républiques européennes de l'ex-URSS. Le même type de reconstruction a été effectué pour l'Allemagne de l'Ouest, la République tchèque et la Pologne. Les données sont complétées par celles concernant la France, pour laquelle ces séries existaient déjà.

Les résultats du projet montrent que les pays occidentaux, dès le début des années 1970, ont bénéficié de la révolution cardio-vasculaire et vu la poursuite des progrès d'espérance de vie grâce à la baisse de la mortalité adulte, alors que les pays d'Europe centrale et orientale, jusqu'alors très performants dans la lutte contre les maladies infectieuses, n'ont pas réussi à entrer dans cette deuxième étape de la transition sanitaire. Les systèmes de santé des pays communistes n'ont pas su s'adapter en développant des moyens de lutte contre les maladies chroniques et les maladies de société qui pesaient désormais le plus lourdement sur la santé des populations. Après la chute du mur de Berlin et le passage à l'économie de marché, les pays d'Europe centrale ont pu assez rapidement renverser ces tendances défavorables. Ceci est toutefois allé de pair avec un creusement des inégalités internes dans ces pays.

KELAINAI. Apamée Kibotos et sa région: une résidence royale en Phrygie. Le projet représente la première tentative d'une étude systématique des vestiges antiques du site Kélainai/Apamée Kibôtos (Turquie). Les trois campagnes de prospections ont surtout permis :

- La constitution d'une première synthèse quant au développement du site et l'établissement de plusieurs hypothèses quant à la topographie urbaine de la ville antique (localisation des palais royaux, de l'acropole, de l'agora, etc.) et à l'organisation de son territoire (nécropoles, sites secondaires, éléments d'infrastructures) : création d'un SIG avec 400 objets et structures enregistrés.
- La réalisation, grâce à une première étude d'éléments architecturaux, des premières conclusions concernant des bâtiments jusqu'alors inconnus.
- La découverte de 92 inscriptions, dont 72 inédites.

Les perspectives ouvertes par ce projet sont nombreuses :

- Les hypothèses soulevées par des prospections peuvent désormais être vérifiées à l'aide de sondages archéologiques.

- Les découvertes nombreuses *in situ* peuvent permettre la mise en place d'un cadre chronologique de l'occupation du site.
- En mettant au jour les objets d'une culture matérielle *in situ*, ces investigations permettront une meilleure connaissance de la structure sociale de la population et des différents courants culturels qui traversèrent ce centre urbain de première importance.
- Une étude de l'environnement sera nécessaire afin de vérifier un certain nombre d'hypothèses quant aux changements climatiques, ainsi que la présence éventuelle d'un parc de chasse achéménide.
- Les analyses céramologiques permettront de mieux connaître le réseau économique de Kélainai/Apamée.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	>400
Nombre de brevets	0

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme a permis de renforcer ou raviver des liens existants entre des équipes françaises et allemandes. Il a permis d'en créer d'autres ainsi que de mettre en relation de jeunes chercheurs des deux pays. Des connaissances et des données pouvant servir à l'information des pouvoirs publics ont été produites dans des domaines variés (économie, relations internationales, santé publique).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme est un succès, ancré comme une priorité dans le paysage de la recherche des deux pays et contribuant profondément à la construction d'un véritable espace de recherche européen, conformément aux objectifs de la France, de l'Allemagne, et de l'Union Européenne.

Les Suds, aujourd'hui

OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets « Les Suds aujourd'hui » avait pour objectif de permettre aux chercheurs des diverses disciplines du domaine de travailler avec leurs homologues des pays des suds en prenant en compte les problématiques du développement et les interrogations sur les sociétés non industrielles. L'association avec l'Agence de l'IRD permettait un co-financement de projets et facilitait la participation des équipes des suds. L'appel, en mettant l'accent sur les suds visait une meilleure connaissance de ces sociétés au travers de questionnements renouvelés. Les apports attendus devaient intéresser non seulement les chercheurs mais aussi l'ensemble des acteurs sociaux, politiques et économiques. Du point de vue de la recherche, l'un des objectifs était de favoriser la diversification disciplinaire et thématique, la structuration historique des recherches de terrain en aires culturelles ayant entraîné une implication inégale des différentes disciplines et conduit à privilégier certaines thématiques. La diversification disciplinaire et thématique apparaissait ainsi comme une condition du renouvellement de nos connaissances sur ces mondes. L'appel visait aussi la multiplication des analyses comparées, soit au sein d'une même aire géographique, soit entre deux ou plusieurs sous-ensembles constitutifs des suds. Enfin, il s'agissait d'accorder une place importante à la recherche appliquée, débouchant sur des recommandations, voire des formes d'expérimentation sociale associant acteurs et chercheurs.

AXES THEMATIQUES

- Les dynamiques sociales dans les pays des « Suds » : variété des processus, diversité des formes, hétérogénéité des effets
 - Les dynamiques démographiques, sociales et culturelles
 - Nouvelles technologies et « nouvelles » formes de socialité
 - Les nouvelles formes du travail
 - De nouvelles identités des pays des « Suds »
- Le développement en questions : concepts, enjeux et pratiques
 - Les enjeux internationaux du développement
 - L'intensification des relations économiques entre les pays des « Suds »
 - La construction des positions des pays des « Suds » dans les relations et négociations internationales
 - Métropolisation et recompositions territoriales
- Pouvoirs, institutions, politiques publiques et actions collectives
 - État, régimes politiques et exercice du politique
 - Politiques publiques et « réforme » de l'État
 - Les politiques publiques sectorielles
- Mobilités et migrations des « Suds »
- Mémoires, identités, représentations, patrimoine
 - Les temporalités des « Suds » : modalités des développements passés et construction des représentations.
 - La patrimonialisation des biens culturels, matériels et immatériels

Les axes proposés dans l'appel constituent des orientations destinées aux chercheurs et non une obligation pour ceux-ci de s'inscrire dans les axes.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Total	26	4 876

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	56	4 876
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

MOBOUA. Le projet MOBOUA concerne quatre pays d'Afrique de l'Ouest. Rappelant que la sous-région « retient mieux ses migrants qu'elle ne les exporte », le projet s'est démarqué des recherches portant sur les remises financières des « migrants » au Nord pour retenir une approche de la mobilité dans ses différentes échéances et amplitudes et dans leur articulation spatio-temporelle. L'argumentaire s'illustre en particulier sur trois types de mesure scientifique : les circulations internationales intra-africaines ; les prolongements intra-urbains, résidentiels et quotidiens, des mouvements vers les villes ; les liens sociétaux que les migrants entretiennent avec d'autres composantes du peuplement africain.

Les résultats scientifiques obtenus répondent aux attentes du projet :

- À chaque génération ses migrants : la recombinaison des mobilités internes et internationales se cale sur les cycles de vie des candidats au départ, mais aussi sur les conjonctures historiques et la transition démographique marquant la sous-région.
- Le passage théorique et méthodologique « de migrants à citoyens » comble un déficit de connaissances localisées. L'articulation en ville de différentes mobilités participe pleinement de leurs recompositions familiales et politiques.
- Au-delà des catégories d'installation et de mouvement, expériences collectives et projets migratoires plus individuels se confrontent en réactivant de vieilles méridiennes de circulation entre Sahel et Côte atlantique.

La valorisation scientifique des recherches s'accompagne de restitutions auprès d'acteurs locaux du développement urbain.

PROPORSUDS. Le projet de recherche « Croissance et pauvreté multidimensionnelles dans les Suds » avait pour objectif principal d'étudier les effets de la croissance économique sur la pauvreté en terme de revenu et sur la pauvreté hors revenu afin d'évaluer dans quelle mesure la croissance économique est bénéfique aux pauvres dans six pays Méditerranéens : Égypte, Israël, Liban, Maroc, Tunisie et Turquie. L'originalité de la recherche réside dans l'élargissement du cadre d'analyse de bien-être dans lequel sont traditionnellement abordées les mesures de la pauvreté et de la croissance bénéfique aux pauvres.

Dans un premier temps, en s'appuyant sur les méthodologies de mesures multidimensionnelles de la pauvreté des études ont été réalisées pour chaque pays sur la base de l'exploitation des données d'enquête de budget des ménages et le plus souvent sur les enquêtes DHS en raison des difficultés d'accès aux données. Les résultats issus de ces mesures incluant des indicateurs non monétaires indiquent pour la plupart l'existence d'un biais rural et/ou régional de la pauvreté et des évolutions différentes au cours du temps selon les pays. L'analyse a permis d'identifier les secteurs où les privations sont les plus importantes. De même, les études conduites sur l'évolution de la pauvreté au cours du temps et entre les pays aboutissent à nuancer les résultats issus de comparaisons basées sur l'IDH ou l'IPH et à souligner des différences reflétant notamment l'impact des politiques de développement économique et social. Dans un second temps, l'analyse a cherché à voir dans quelle mesure ces variations étaient liées à un effet croissance et/ou de redistribution. L'originalité de la recherche a été d'aborder le concept de croissance pro-pauvre dans le cadre d'une approche multidimensionnelle de la pauvreté. Les études réalisées se sont appuyées sur l'utilisation de courbes d'incidence de la croissance et sur son extension au cadre non monétaire. Les analyses réalisées par zone de résidence ou région permettent de contraster, dans la majorité des cas, les résultats obtenus au niveau national et de révéler de très fortes disparités dans la répartition des fruits de la croissance.

Enfin, des extensions méthodologiques du concept de croissance pro-pauvre ont également été développées en utilisant, entre autres, les outils de la dominance stochastique séquentielle de façon à permettre une meilleure prise en compte des interactions entre les facettes monétaires et non monétaires de la pauvreté.

Cette recherche permet à ce stade un enrichissement dans l'analyse de la répartition au sein des pays étudiés des progrès accomplis dans grandes dimensions incluses dans les OMD et peut ainsi aider à l'identification du type de dépenses publiques dans les secteurs sociaux qui concourent le plus à la réduction de la pauvreté.

RUME. Cette recherche a pour objectif d'étudier les interactions entre finance rurale et emploi, y compris la diversification d'activités et la migration. Elle repose sur une approche interdisciplinaire (économie et anthropologique) et comparative menée dans trois pays – Inde du Sud, Mexique et Madagascar – qui présentent à la fois des points communs et divergents en matière d'emploi et de microfinance rurale. Elle utilise à la fois des données pré-existantes au projet et des données collectées pendant le projet. Pour celles-ci, analyse qualitative et ethnographie ont été combinées avec une enquête quantitative ménage élaborée conjointement par des économistes et des anthropologues et mise en œuvre dans les trois régions. Avec le soutien de l'Agence Française de Développement, un volet marocain a été ajouté. Quatre principaux résultats novateurs sont mis en avant.

Après avoir été considérée comme un outil efficace de lutte contre la pauvreté, la microfinance est aujourd'hui très contestée. Le premier résultat du projet RUME consiste à dire que la microfinance n'est ni « bonne », ni « mauvaise ». Elle peut tout aussi bien faciliter des trajectoires d'accumulation et améliorer les capacités de résilience des familles qu'accélérer des situations de vulnérabilité, de surendettement et d'isolement social. La diversité des effets dépend a) de la qualité des services proposés, définie ici comme la capacité des services à répondre à une diversité de besoins à un coût supportable b) des contextes socioéconomiques et politiques et des conditions dans lesquels la microfinance est mise en œuvre, en particulier le degré de concurrence et de saturation de l'offre, et c) de la manière dont les services sont ensuite appropriés voire subvertis par les clients. Ceux-ci ne se contentent pas de « consommer » passivement mais opèrent un travail d'interprétation, d'ajustement, parfois de contournement des services

proposés. Les formes d'appropriation dépendent en large partie a) du potentiel économique local, agricole et non agricole b) de l'articulation avec les pratiques financières dites « informelles » et c) de l'insertion des organisations de microfinance dans des arènes politiques locales.

Le projet RUME apporte ensuite une contribution aux débats théoriques sur les pratiques financières dites « formelles » et « informelles » en termes de jonglage et de cadres de calculs. Prenant le contrepied d'une vision dualiste et segmentée, nos observations montrent que les personnes combinent une multiplicité de liens financiers, empruntent et remboursent avec une très forte fréquence, et sont souvent à la fois prêteurs et emprunteurs. L'approche interdisciplinaire permet de mettre en évidence la dimension économique et financière du jonglage (contraintes de liquidité des prêteurs, coût élevé et donc dissuasif pour de longues durées, etc.) mais aussi sa dimension sociale (jongler avec plusieurs créanciers permet de multiplier les liens tout en limitant les relations de dépendance). Le jonglage obéit à des logiques et finalités multiples qui s'inscrivent elles-mêmes dans des cadres de calcul spécifiques, définis comme l'ensemble des outils de raisonnement disponibles et mobilisés par les personnes dans certaines situations. Ces outils ne sont pas nécessairement sophistiqués ni formalisés : ils ont une dimension à la fois cognitive, routinière et sociale. Produits par des interactions sociales, ils sont par conséquent étroitement dépendants du positionnement social des personnes et en particulier de leur appartenance de classe, de caste, de genre, d'ethnie, etc.

Le troisième résultat est une analyse à la fois micro et macro d'un phénomène en émergence dans les régions étudiées, quoique de manière inégale : le surendettement des ménages. Le projet suggère que le surendettement est à la fois un symptôme et un catalyseur des contradictions actuelles que vivent, à des degrés très variés, les régions étudiées : d'un côté des aspirations croissantes d'intégration et d'individuation, lesquelles passent notamment par la consommation et la recherche de liens de dette contractuels, et de l'autre des revenus réels stagnants ou déclinants et une protection sociale inexistante ou déficiente.

Enfin le projet RUME propose une définition de la notion de « responsabilité sociale » de la microfinance en l'inscrivant dans une réflexion beaucoup plus globale relative au rôle du marché et de la démocratie dans les sociétés contemporaines.

Ces quatre résultats principaux ont été valorisés à travers des supports scientifiques dans les trois langues du projet (français, anglais, espagnol) et de nombreuses contributions au débat public. Ils représentent une contribution novatrice aux débats actuels sur la légitimité et l'impact de la microfinance. Ils participent aux renouvellements actuels théoriques de la finance et de la dette. Ils confirment l'intérêt de méthodes interdisciplinaires, contextualisées, combinant les outils et les niveaux d'analyse.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	653
Nombre de brevets	0

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme « Les Suds Aujourd'hui » a permis à des communautés scientifiques dispersées mais nombreuses de trouver l'occasion de conjuguer leurs efforts pour construire des recherches pluridisciplinaires. Celles-ci ont concerné de nombreux pays, le plus souvent avec une dimension comparative. Elles ont associé, dans la presque totalité des projets des chercheurs ou des équipes

des pays en développement ou émergents, avec notamment la possibilité d'un financement par AIRD partenaire du programme. Les conséquences des recherches sont nombreuses, en particulier pour les acteurs publics des pays. Les publications scientifiques nombreuses s'accompagnent d'une communication auprès des acteurs et institutions locaux.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le succès du programme a conduit l'ANR à proposer son renouvellement en 2010, le nouvel appel à projets a connu le même succès que celui de 2007. La question se pose de son renouvellement périodique, ne serait-ce que pour contribuer à maintenir la dynamique de construction des réseaux de recherche. Il reste des difficultés spécifiques à ce type d'appel à projets nécessitant une coopération avec des chercheurs étrangers. Celle du financement local en est une, celle de l'utilisation pour la recherche des fonds en est une autre. S'ajoutent les difficultés inhérentes à la réalisation de recherche sur des terrains extérieurs, dans des conditions de vie et de sécurité souvent difficiles.

Néanmoins, le programme, non terminé en raison des prolongations accordées pour pallier les difficultés citées, connaît des répercussions importantes, tant dans les communautés scientifiques concernées que dans les milieux socio-économiques et socio-politiques concernés par les pays des Suds.

Écosystèmes et Développement Durable

Écosystèmes et Développement Durable

Les programmes financés en 2007 dans le domaine des écosystèmes et du développement durable bouclent le premier cycle de programmation triennal de l'Agence. Ils se situent dans la continuation des programmes financés en 2005 et en 2006, qui résultent bien souvent eux-mêmes d'engagements pris antérieurement par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche ou de la reprise de programmes initiés par des consortiums d'organismes de recherches nationaux. De nombreux projets demandent des prolongations souvent dues à la difficulté des questions de recherches posées sans doute de façon trop ambitieuse. Néanmoins, tous les projets 2005 sont achevés et, sauf exception, c'est aussi le cas pour les projets 2006. Par contre la plupart des projets 2007 ne sont à ce jour pas terminés. Ce document présente donc les faits marquants et les résultats significatifs des projets achevés depuis le précédent bilan.

Les programmes couvrent des thématiques concernant les écosystèmes, en allant des écosystèmes les moins anthropisés (dans le programme Biodiversité) aux plus anthropisés (Agriculture et Développement Durable). Dans les deux cas, la finalité visée est d'assurer aux écosystèmes la durabilité nécessaire tout en assurant le maintien de leur productivité et leur évolution. L'objectif de contribuer au développement durable des différents usages de la nature est poursuivi. Le champ de ces deux appels à projets étant très large, et les disponibilités de crédit étant par ailleurs limitées, le nombre de projets financés a été assez faible et la couverture thématique des réponses a donc été réduite mais est très dispersée. Les projets ont été de bonne qualité et la plupart ont ouvert des perspectives utiles pour des applications ou des recherches complémentaires.

Le programme alimentation, lui aussi, s'inscrivait dans la dynamique du développement durable mais est resté fondamentalement marqué par des préoccupations de nutrition et de sécurité des aliments qui avaient motivé sa création. Son ouverture thématique a permis de financer un large éventail de recherches, en particulier sur la qualité, les comportements des consommateurs et les politiques publiques. Un effort a par ailleurs été entrepris dans ce programme pour développer le partenariat avec les entreprises, en particulier avec les PME.

La génétique et plus particulièrement la génomique a été un secteur important d'investissement dès 2005 et cette priorité a été confirmée en 2006 et 2007. L'accent a été mis sur la génomique des plantes à laquelle s'est adjointe la génomique animale, en s'intéressant dans les deux cas à des espèces cultivées ou à des espèces modèles. Les applications visées, en partenariat avec les secteurs industriels spécialisés, sont maintenant classiques, mais au lancement de l'appel à projets elles situaient les recherches à un bon niveau dans la compétition internationale et ont permis à la communauté française d'être présente dans les grands consortiums mondiaux, notamment pour les céréales et quelques plantes tropicales. Le programme OGM, initié par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, était destiné principalement à éclairer les enjeux sociétaux et en particulier les enjeux de sécurité environnementale, suite à l'opposition d'une partie de la population. Malgré l'importance du sujet, l'appel à projets a reçu une faible quantité de réponses, ainsi qu'une quasi absence de propositions concernant l'amélioration des méthodes de transgénèse.

Biodiversité

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Biodiversité est un programme interdisciplinaire de recherche cognitive et finalisée qui couvre l'ensemble des recherches relatives à la biodiversité. Son objectif est d'approfondir les problématiques insuffisamment abordées par les communautés scientifiques, comme les thématiques de la conservation de la biodiversité ou encore de la gestion des écosystèmes.

AXES THEMATIQUES

- Comprendre la dynamique de la biodiversité et prédire ses changements en milieux naturels et artificialisés ou contrôlés
- Évaluer les impacts écologiques, économiques et sociaux des changements de biodiversité et les relations entre sociétés et biodiversité
- Développer des pratiques d'utilisation durable et de conservation des espèces et de leurs habitats

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Dynamique de la biodiversité	10	6 818
Impacts des changements de biodiversité	3	2 502
Utilisation durable et conservation des espèces	5	4 309
Total	16	11 821

Remarque : certains projets répondaient à plusieurs axes, c'est pourquoi la somme des aides attribuées par axe est supérieure à la somme totale attribuée.

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	107	11 821
Entreprises	5	246

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Il faut remarquer que rares sont les projets 2007 achevés et que les projets 2006 viennent de se terminer, la majorité des projets ayant demandé une prolongation d'une durée moyenne de 6 mois.

ECOKELP. Dynamics of kelp forest biodiversity in northern and southern hemisphere: ecological, social and economic aspects. L'objectif d'ECOKELP était de mieux comprendre par une approche pluridisciplinaire la dynamique de la biodiversité des forêts d'algues brunes : démographie, génétique, évolution, relation interspécifiques. Sept espèces cibles correspondant à différents contextes écologiques, économiques et sociaux ont été étudiées afin de prédire les effets de l'exploitation, de l'introduction d'espèces exotiques et des changements de l'environnement sur le devenir de ces forêts. ECOKELP représente aussi la première étude des services écosystémiques rendus par des algues marines. Ce projet qui a réussi à fédérer sur cette problématique un partenariat à la fois régional et international, associant scientifiques de différentes disciplines, industriels, exploitants, gestionnaires et associations de protection de l'environnement, a permis l'émergence d'un réseau autour des questions liées à la biodiversité des algues marines. Plusieurs actions de recherche se prolongent sur cette thématique sous diverses formes et notamment dans le projet Investissements d'avenir Biotechnologies et Bioressources pour la valorisation des macroalgues marines « IDEALG ».

GLIDES. Global investigation on the Distribution of Endangered Antarctic Seabirds. GLIDES a permis de réaliser une étude à très grande échelle spatiale sur la distribution de 13 espèces de prédateurs supérieurs marins, menacées par les activités humaines. Au cours du projet, les habitats océaniques utilisés par des espèces « clés » (proie/prédateur) ont été modélisés afin de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes pélagiques et de pouvoir identifier les zones d'interférences avec les pêcheries régionales.

GLIDES est depuis début 2011 une des bases scientifiques du projet de nouvelles Aires marines Protégées dans les Terres Australes et Antarctique Françaises, lancé par l'Agence des Aires Marines Protégées et les administrations locales. Un autre point fort de ce projet ANR est la création d'interactions avec d'autres équipes scientifiques étrangères très impliquées sur la même thématique (Afrique du Sud, Australie, Royaume Uni). Ces rapprochements ont eu des retombées concrètes avec notamment la naissance du projet collaboratif DEL-CANO en août 2008.

ULTRABIO. Biodiversité et stratégies adaptatives végétales et microbiennes des écosystèmes ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Ce projet est une approche multidisciplinaire développée pour évaluer l'adaptation des plantes et de leurs microorganismes associés, face aux contraintes liées à l'ultramafisme (teneurs des sols très élevées en métaux lourds, magnésium et oxyde de fer, et très basses en azote, phosphore et potassium). Le projet ULTRABIO s'appuie sur les spécificités de la Nouvelle-Calédonie pour générer des connaissances d'intérêt générale pour la compréhension de la dynamique de la biodiversité.

Le projet a permis de mettre en avant l'importance des microorganismes associés aux plantes dans les stratégies de préservation et d'adaptation face à des environnements hostiles. Enfin, l'un des résultats majeur du projet en direction du grand public est la création de la Société Mycologique de Nouvelle-Calédonie (www.smnc.nc) qui n'aurait pas été possible sans l'activité d'ULTRABIO.

PUBLICATIONS ET BREVETS

	Publications	Brevets
Nombre de publications 2005	250	0
Nombre de publications 2006	181	1
Nombre de publications 2007	36	0
Total du programme	467	1

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le nombre de résultats nouveaux concernant les espèces, les populations, leurs interactions ont permis d'approfondir la connaissance du fonctionnement des écosystèmes de tous les biotopes. Ainsi la communauté scientifique s'est progressivement structurée pour passer d'une analyse descriptive à une analyse fonctionnelle. L'impact des activités humaines commence à être décrit à petite échelle, alors que l'échelle régionale n'est pas encore abordée. Très peu de projets abordent les stratégies de conservation pour lutter contre l'érosion de la biodiversité.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme est un patchwork de bons projets, il traduit l'existence d'une communauté de chercheurs très hétéroclite qui pratique peu la pluridisciplinarité. L'arrivée des nouvelles techniques de biologie moléculaire a été vite intégrée par la communauté mais induit la découverte d'un très grand nombre de nouvelles espèces. Comprendre leurs associations dans un écosystème pour en assurer un fonctionnement aux rendements biochimiques efficaces sera un des challenges que les programmes suivants devront développer. L'étude de la réponse des écosystèmes aux exploitations anthropiques et aux changements climatiques et globaux nécessite d'être poursuivie. Les études sur la résilience et l'adaptation des systèmes devront être initiées pour déterminer si l'érosion constatée de la biodiversité, au moins des plantes et des prédateurs supérieurs, se traduit par un appauvrissement néfaste au bon fonctionnement des systèmes, ou si les phénomènes adaptatifs du monde vivant permettront d'évoluer vers des écosystèmes nouveaux, mais étant aussi productifs. Cette question s'appuie sur des études de cinétique qu'il est urgent d'aborder dans de futurs programmes pour pouvoir en modéliser les évolutions en fonction des différents scénarios d'évolution de la planète. Un nouveau challenge sera aussi de s'avoir passer de la petite échelle de l'observation à celle d'un paysage et d'une région afin de pouvoir orienter les stratégies des gestionnaires pour la conservation de la biodiversité.

Génomique animale (Genanimal)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme renforce la recherche en génomique animale et la collaboration entre recherche publique et filière professionnelle. Il cible:

- La recherche générique sur les bovins, volailles, porcins ;
- La recherche finalisée en partenariat avec les sélectionneurs et la filière professionnelle sur les bovins, espèces aquacoles, porcins, volailles.

AXES THEMATIQUES

- Création ou développement d'outils et de ressources
- Connaissance de la structure et du fonctionnement des génomes
- Valorisation des approches génomiques (recherche industrielle)

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Outils et ressources	1	57
Structure et fonctionnement des génomes	4	1 017
Valorisation	3	1 422
Total	8	2 496

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	24*	2 496
Entreprises	4	379

* auxquels il faut ajouter 4 partenaires étrangers non financés par l'ANR.

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

GENOVERT : la reconstruction évolutive de l'histoire des génomes des vertébrés. La génomique comparative est d'autant plus stratégique pour l'étude de l'évolution de l'organisation des gènes qu'un nombre croissant de génomes complètement séquencés devient publiquement disponible. En dépit de cette ressource, les outils bio-informatiques pour visualiser et comparer les génomes permettant d'inférer les événements évolutifs se limitaient jusqu'à présent à la comparaison simultanée de 2 ou 3 génomes. GENOVERT a permis le développement d'approches pour représenter et comparer un nombre illimité de génomes dans un format phylogénétique. Une suite de logiciels permet de reconstruire le contenu et l'ordre des gènes d'un génome ancestral à partir de génomes modernes qui en descendent, et éventuellement de génomes qui ont divergé avant cet ancêtre. Les applications de ces outils ont abouti à la reconstruction de 44 génomes ancestraux recouvrant la phylogénie des métazoaires.

GENEQUIN : La génétique des maladies affectant le performances équines sportives. L'activité économique due à l'élevage équin est croissante mais les performances des chevaux de compétition sont parfois diminuées par des affections multifactorielles. Parmi celles-ci, l'ostéochondrose et la neuropathie laryngée récurrente ont toutes deux une composante héréditaire dont le déterminisme génétique demande à être précisé. Une vaste étude épidémiologique a rassemblé des cohortes adéquates de 300 animaux sains et 300 animaux affectés. Les régions du génome associées à une susceptibilité ou au développement de ces pathologies seront recherchées par criblage de l'ADN de ces cohortes sur des puces de génotypage. Cette étude d'association a permis d'identifier plusieurs régions génomique impliquées dans l'ostéochondrose chez le Trotteur Français. Les résultats orienteront la recherche vers des gènes prédisposant à la présence ou au développement de ces affections.

PERCIMAP : Développement d'une carte facilitant l'assemblage de la séquence génomique du tilapia. La grande adaptabilité des tilapias aux conditions environnementales a permis à ce groupe de poissons d'Afrique d'occuper de nombreuses niches écologiques et a fait du tilapia du Nil une espèce aquacole majeure. C'est aussi un modèle pour des études en laboratoire de biologie, physiologie, génétique, et pour l'analyse de la spéciation dans les grands lacs africains. Il a donc été choisi pour le séquençage de son génome par le NIH. Le projet PERCIMAP a permis de produire une carte du génome de tilapia. Celle-ci facilitera l'analyse du déterminisme et de la différenciation du sexe pour comprendre l'évolution du déterminisme du sexe (chez les poissons et les vertébrés) et contrôler le sexe en aquaculture pour bénéficier des meilleures performances d'un des sexes. Cette carte permettra aussi l'intégration des cartes génétique et physique du génome de Tilapia, ressource facilitant l'assemblage de la séquence du génome complet. Enfin, elle pourra servir aux comparaisons génomiques incluant plusieurs espèces de poissons d'intérêt aquacole, dont le bar et la dorade. Le tilapia deviendra un modèle de référence pour ces espèces aquacoles plus difficiles à étudier.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications*	7
Nombre de brevets	1

* Sur quatre projets de l'édition 2007 terminés

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

L'impact majeur du programme est le développement de la sélection génomique maintenant opérationnelle chez les bovins laitiers. Il a jeté les bases de cette initiative pour l'élevage français, ce qui a aussi permis aux équipes de participer à des analyses génétiques plus larges au niveau européen. Cette approche utilisée sur une forte proportion du cheptel français devrait augmenter le progrès génétique. Grâce au projet GEMBAL soutenu par l'édition 2010 du programme, la recherche s'étend à une évaluation génomique multiraciale.

Un autre impact majeur est le développement du consortium PhenoFinLait dans lequel l'ANR contribue à hauteur de 17% du budget. Dans un contexte de dégradation de la consommation du lait et d'une rude compétition internationale, PhenoFinLait vise à mettre en relation la composition fine du lait en acides gras et protéines avec le génotype des animaux (cartographie fine, détection de QTLs) et les conditions d'élevage (en particulier l'alimentation). Ce programme mobilise 1 500 éleveurs et porte sur 20 000 animaux (brebis, chèvres et vaches). Les premiers résultats obtenus sur les vaches montrent l'importance des leviers alimentaires et génétiques pour

moduler et contrôler la composition du lait en acides gras. Ainsi, la sélection des animaux sur ces nouveaux caractères pourrait être envisagée. Des applications importantes sont donc attendues par l'industrie laitière. Enfin, ces approches auront dans le futur des impacts sur d'autres caractères comme la santé des animaux. Les filières de l'élevage ainsi que l'industrie laitière sont fortement impliquées dans ce programme par des partenariats ou par des co-financements.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Depuis quelques années, l'intégration dans la recherche des outils de génotypage à haut débit a accéléré des avancées scientifiques majeures et a aussi permis aux équipes de participer à plusieurs consortia internationaux pour le développement de puces de SNPs. L'édition 2007 du programme a apporté une contribution au développement d'une puce de génotypage de plus de 60k SNPs de porc qui est aujourd'hui commercialisée par la société Illumina. Par exemple, cette ressource a été utilisée pour retracer la divergence des races occidentales de porc, puis pour développer et tester un nouveau test de signatures de sélection.

Les analyses génétiques portent non seulement sur la qualité des produits mais aussi sur la santé animale avec comme applications la sélection de lignées pour les programmes d'amélioration génétique et le développement de vaccins. Le programme a soutenu des recherches appliquées visant l'amélioration de caractères importants pour l'élevage ainsi que des projets de recherche fondamentale apportant une meilleure connaissance de la structure et l'évolution des génomes des animaux. Ainsi, plusieurs projets portant sur la caractérisation du génome de la truite ou les développements bioinformatiques préparent activement la valorisation de la séquence génomique de truite, retenue comme projet phare de l'édition 2009 du programme.

Génomique végétale (Genoplante)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme visait la découverte des gènes et de leurs fonctions, ainsi que les développements technologiques. À long terme, la connaissance générée a pour but d'améliorer la qualité et la sécurité des produits agricoles, de minimiser l'impact sur l'environnement notamment par la réduction des intrants, d'accroître la productivité agricole des espèces cultivées et leur tolérance aux aléas climatiques. L'AAP 2007 a ouvert de nouveaux axes de recherche sur la génomique des interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique. Il avait aussi pour but de contribuer, en amont, à préparer l'agriculture à répondre aux grands défis qui se posent à elle en matière d'alimentation et d'utilisation non-alimentaire, en particulier pour l'énergie renouvelable.

AXES THEMATIQUES

- Génomique des bioagresseurs et interactions avec les plantes
- Production de bio-carburants et de bioproduits (applications santé exclues)
- Amélioration du rendement et hétérosis
- Développement d'outils et de ressources pour la génomique

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Génomique des bioagresseurs et interactions avec les plantes	8	3 181
Production de bio-carburants et de bioproduits	3	3 536
Amélioration du rendement et hétérosis	4	2 019
Développement d'outils et de ressources pour la génomique	8	3 940
Total	23	12 678

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	84	12 678
Entreprises	16	1 677

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Évolution du génome des plantes : Un consortium franco-italien fondé en 2005 a séquencé le génome de la vigne. Toutes les variétés de vigne étant fortement hétérozygotes, le travail a porté sur un génotype presque homozygote obtenu par auto-fécondations successives à partir du Pinot Noir. Ainsi, la séquence obtenue par une approche « shotgun » a été assemblée avec succès. Elle a permis de découvrir les gènes impliqués dans des caractères d'intérêt agronomique. Une amplification sélective de gènes impliqués dans les voies métaboliques des terpènes et des tannins

s'est produite dans le génome de la vigne et pas dans les autres génomes de plantes. Il deviendrait alors possible de tracer la diversité des arômes des vins au niveau du génome. L'organisation de la séquence prouve que le génome de la vigne n'a pas subi de duplication récente. Ainsi, par comparaison avec les autres génomes disponibles, des caractéristiques ancestrales de l'organisation des génomes des plantes à fleurs ont pu être décelé, résultat qui n'avait pas pu être obtenu auparavant. Cette analyse a permis de proposer une chronologie des événements de duplications génomiques au cours de l'évolution des plantes à fleurs.

Fonctionnement du génome : Avec son génome compact, presque totalement séquencé et bien annoté, *Arabidopsis thaliana* est un modèle de choix pour explorer les épigénomes des organismes multicellulaires et la contribution de la chromatine à la régulation de l'activité du génome pendant le développement ou en réponse à l'environnement. Le projet **REGENEOME** a établi la première carte de l'épigénome d'*Arabidopsis*, une ressource qui affine la segmentation classique en euchromatine/hétérochromatine et qui contribue à la compréhension du contrôle chromatinien de l'activité du génome. Il a démontré que l'épigénome d'*Arabidopsis* se caractérise seulement par quatre états chromatiniens prédominants ayant des propriétés différentes au niveau séquence, transcription et biochimie. La distribution des marques chromatiniennes le long des gènes est liée au processus de transcription. Cette organisation simple partage des similarités avec la carte de l'épigénome de la drosophile récemment publiée.

Adaptation des champignons pathogènes : Dans la thématique de l'étude des stress biotiques, le projet **AVIRLEP** a contribué au séquençage du génome de *Leptosphaeria maculans*, l'agent pathogène du phoma ou nécrose du collet, la maladie la plus préoccupante des cultures de colza en France. La principale méthode de lutte consiste à cultiver des variétés de colza résistantes à la maladie. Hélas, le champignon pathogène, capable d'évoluer rapidement, contourne les résistances génétiques ou les traitements chimiques appliqués pour limiter les pertes de rendement. L'analyse du génome a montré que celui-ci est compartimenté en régions riches en GC alternant avec des régions riches en AT. Aucun génome de champignon caractérisé jusqu'à présent n'avait révélé une telle structure en isochores, ce qui est une convergence évolutive intrigante avec les génomes d'eucaryotes supérieurs. Les gènes codant pour des effecteurs qui modulent l'immunité innée de l'hôte sont dans des régions riches en AT qui sont pauvres en gènes mais riches en éléments transposables. Ces régions hautement plastiques sont donc favorables à une diversification rapide des séquences et sous-tendent le potentiel évolutif du champignon à s'adapter rapidement aux nouvelles contraintes.

Composantes du rendement : Le projet **HYPER-MAIZE** visait la caractérisation des régions du génome du maïs importantes pour le rendement. La disponibilité de la séquence du génome du maïs a permis d'identifier les gènes présents dans ces régions et la sélection de gènes candidats impliqués dans le rendement. Le projet a confirmé une région génomique impliquée dans la stabilité du rendement et a permis de délimiter une région impliquée dans la vigueur hybride. Le gène causal d'un QTL de floraison a été cloné et l'implication de l'activité glutamine synthétase dans le rendement démontrée. Un gène affectant la teneur en huile du grain et un autre gène affectant le niveau de caroténoïdes et ayant un rôle majeur dans la régulation du développement du grain ont été caractérisés. Les lignées surexprimant le facteur de transcription ZmWri1a produisent des grains plus riches en huile sans réduction du contenu en amidon, ce qui ouvre des possibilités intéressantes de leur utilisation dans les programmes de sélection.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications*	27
Nombre de brevets	4

* articles dans des revues à comités de lecture produits les projets clos au 1^{er} oct 2011

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

L'ANR a cofinancé le séquençage et l'analyse du génome de la vigne par un consortium franco-italien dans lequel l'INRA, le Genoscope, plusieurs universités des deux pays et l'Instituto di Genomica Applicata (en Italie) ont collaboré. Depuis sa création en 2005, l'ANR a soutenu les projets en génomique sur la vigne avec plus de 5 millions d'euros d'aide. Le financement de 1,5 million accordé au projet de séquençage du génome de la vigne a permis de générer une ressource qui a elle-même engendré de nombreux projets sur la caractérisation du génome, l'étude de sa diversité, la recherche de gènes impliqués dans les sensibilités aux maladies et la qualité des fruits. Ces projets sont en cours de développement à l'échelle nationale mais aussi en partenariat avec des équipes européennes ce qui permet d'explorer une plus large gamme de diversité chez cette espèce. De plus, sur le plan scientifique, ce projet ouvre la voie sur l'étude des questions fondamentales de l'origine et de l'histoire des plantes à fleurs. Les approches bioinformatiques soutenues par l'appel à projets de génomique se sont déployées. L'analyse comparative initiée grâce au séquençage du génome de la vigne a été étendue à un nombre croissant de génomes de plantes devenus disponibles, dont celui du cacaoyer soutenu par l'appel Génomique 2008.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

D'une édition à l'autre du programme Génomique, des appels à projets Plant-KBBE et Blanc, les projets s'enchaînent et se complètent, permettant aux équipes d'avoir une stratégie de recherche sur le moyen terme. Les projets visent l'identification des gènes impliqués dans des caractères d'intérêt agronomique ou l'acquisition de connaissances sur les mécanismes de la recombinaison qui permettront à terme de développer de nouvelles stratégies d'amélioration. L'application des résultats de génomique directement dans les programmes de sélection reste encore au stade préliminaire de la mise en œuvre. Néanmoins, le déploiement de la sélection génomique pourrait changer la donne. Avec 9 projets sur 23 en partenariat avec des entreprises et des cofinancements privés de la filière céréalière (par l'ONIGC en 2007), l'implication de l'industrie semencière dans ce programme est forte. Le développement des capacités de génotypage et de séquençage est en décalage croissant avec les capacités d'analyses de grandes quantités de données et des capacités de phénotypage. Cela a conduit à soutenir dans le cycle de programmation suivant (2008-2010) des axes de recherche sur la bioinformatique et sur le phénotypage. Ce programme a permis de développer des outils pour la découverte de gènes et de marqueurs, puis il a permis l'utilisation de ces outils pour l'analyse de génomes végétaux d'espèces modèles ou cultivées. L'étape suivante visera la recherche des variations impliquées dans les caractères adaptatifs, objectif du programme suivant BioAdapt mis en place à partir de 2011.

Organismes Génétiquement Modifiés

OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets était restreint aux plantes en 2005, puis il a été en 2006 ouvert aux animaux et aux organismes non OGM produits par des procédés relevant des biotechnologies. En 2007, l'appel a été étendu aux cultures OGM en bioréacteurs et aux projets de recherche concernant les observatoires de biovigilances et la modélisation.

AXES THEMATIQUES

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

PROJETS FINANCES EN 2007

	Nombre de projets	Aides (k€)
Enjeux économique	0	0
Dissémination des gènes	2	938
Méthodes de transformation	0	0
Sécurité des aliments	0	0
Systèmes de production	2	498
Total	4	1 436

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	13	1 421
Entreprises	1	15

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Aucun bilan de projet n'étant disponible à cette date, nous présenterons un projet de l'année 2006

OBSOGM. Formes de mobilisation et épreuves juridiques autour des OGM en France et en Europe : Construction et mise en œuvre d'un observatoire sociologique informatisé. La recherche menée dans le cadre du projet OBSOGM sur les controverses et les conflits engendrés par les OGM résulte en un grand corpus numérique (9 839 documents) dont l'architecture a été conçue pour permettre de nouvelles investigations. Porté par la suite logicielle Prospéro, Marlowe

et Tirésias, ce corpus est directement consultable via des outils informatisés, permettant à de multiples interlocuteurs de lancer de nouvelles requêtes, de proposer des grilles d'analyse et d'organiser des controverses. La mise en place d'outils capables à la fois de poursuivre une analyse et de confronter les nouvelles configurations à l'ensemble des séries passées, est sans doute un avantage important du dispositif développé.

Le programme OBSOGM fournit une analyse détaillée de ce qui a produit le basculement d'une logique de controverse, sous-tendue par une quête de consensus, à une logique de conflit, marquée par une orientation explicite des acteurs vers le dissensus.

Un autre apport de l'analyse du corpus OBSOGM concerne les ouvertures d'avenir et les visions du futur drainées par le conflit des OGM. Dans ce cadre, ont été pris en compte l'émergence de l'agriculture biologique et ses implications dans le dossier et les événements survenus en 2010 (arrachage d'essais de vigne OGM).

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	-
Nombre de brevets	-

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Sur les trois années du programme OGM, 2006 est l'année où le plus grand nombre de projets a été déposé (23 contre 15 en 2005 et 7 en 2007), ce qui peut s'expliquer en partie par l'ouverture en 2006 de l'appel à projets OGM au domaine animal, ce qui n'était pas le cas les années précédentes. La raréfaction des projets en 2007 a amené l'ANR à ne pas reconduire le programme OGM en 2008 en tant que tel. Toutefois, les projets de recherche scientifique sur des OGM animaux et végétaux étaient explicitement éligibles dans les éditions 2008 et 2009 de l'appel à projets Génomique. L'édition 2008 de l'appel Sciences Humaines et Sociales permettait également aux projets sur les aspects sociaux-économiques, juridiques et éthiques liés aux OGM d'être éligibles. Aucun projet n'a été financé dans le cadre de ces programmes.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le contexte mondial de croissance des cultures OGM est incontestable puisque les surfaces dédiées aux OGM n'ont cessé d'augmenter ces dernières années et ont encore progressé en 2010 pour atteindre 148 million d'ha, soit 10% d'augmentation par rapport à 2009. Toutefois, cette situation de forte croissance est potentiellement fragile. En effet, l'émergence de problèmes tels que la colonisation des cultures américaines notamment, par une adventice très envahissante (l'Amarante de Palmer) résistante au glyphosate (Round-Up Ready) pourrait conduire à modifier les comportements prédominants vis à vis des pratiques culturales et des variétés commerciales disponibles. Des questions plus spécifiques telles que la gestion des cultures OGM vis-à-vis des cultures non OGM en général, ou cultures « Bio », pourraient également avoir une influence sur les pratiques culturales (Hutchison et al., science 2010, Lu et al., science 2010).

Au niveau européen, dans l'axe coopération du 7^e PCRDT et le sous thème « alimentation, agriculture et pêche, biotechnologie », les recherches incluant les OGM peuvent participer à l'objectif de contribuer à la Bio-Économie Basée sur la Connaissance (KBBE).

Au niveau national, la position des tutelles consistant à limiter les recherches sur les OGM à l'appui à l'action publique et à la gestion du risque, est issue des conclusions et des

recommandations du Grenelle de l'environnement sur ce thème. Elle se matérialise par l'appel « Programme national de recherche sur les risques environnementaux et sanitaires liés aux OGM », lancé en décembre dernier par le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. Du dernier appel à projets ANR OGM, on pourrait déduire que cette inflexion semblait déjà avoir été avalisée par la communauté scientifique, si l'on considère que le peu de projets financés dans ce cadre ne l'ont été que sur ces thèmes.

Toutefois, il semble que l'industrie privée continue à développer ses recherches sur les OGM, en partenariat avec les pays étrangers qui autorisent les essais aux champs (Espagne, USA...). Un nouveau type de partenariat public/privé semble également se dessiner dans les projets « investissements d'avenir » de l'ANR, le projet « Breadwheat », dans le cadre d'un accord de consortium, produit les connaissances sur les gènes et leur régulation qui seront ensuite valorisées par les partenaires privés pour la production de variétés améliorées.

Bien que ce ne fut pas un programme très important en termes de financements ni de nombre de projets financés, le programme OGM de l'ANR a mobilisé des acteurs scientifiques diversifiés et rarement associés, en particulier si l'on considère les recherches effectuées par les chercheurs du monde des Sciences Humaines et Sociales en appui ou en collaboration avec les scientifiques des domaines biologiques.

Les résultats de ce programme sont riches, multiples et originaux. Afin de promouvoir le partage de ces résultats, l'ANR envisage d'organiser un colloque de bilan pour l'année 2012. L'analyse et la synthèse des résultats devraient favoriser l'émergence de nouvelles voies d'investigation et permettre la production de documents de références.

Alimentation et nutrition humaine (PNRA)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

L'appel à projets 2007 doit permettre de répondre à trois questions majeures :

- La construction de la qualité nutritionnelle, sanitaire, sensorielle et environnementale des aliments, ce qui recouvre les problématiques de genèse des aliments et de maîtrise de l'ensemble de la chaîne alimentaire.
- L'alimentation de l'homme sain, qui concerne à la fois les questions liées au comportement alimentaire et à l'impact de l'alimentation sur les fonctions physiologiques et psychologiques de l'homme.
- Les politiques alimentaires, nutritionnelles et sanitaires, sont entendues ici au sens des politiques publiques, mais aussi des stratégies des acteurs privés. Une approche interdisciplinaire autour des sciences sociales est encouragée.

AXES THEMATIQUES

- Comportement alimentaire
- Sécurité des aliments
- Construction de la qualité
- Technologies et procédés alimentaires
- Alimentation de l'homme sain : santé et bien-être
- Politiques alimentaires et nutritionnelles

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Comportement alimentaire	4	1 134
Sécurité des aliments	10	4 477
Construction de la qualité	2	758
Technologies et procédés alimentaires	3	1 524
Alimentation de l'homme sain : santé et bien-être	9	3 893
Politiques alimentaires et nutritionnelles	2	1 000
Total	30	12 786

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	172	12 786
Entreprises	38	1 087

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Projet de l'axe sécurité des aliments.

Evalu-FQ-Vol : Evaluation de l'utilisation des fluoroquinolones chez la volaille. Certains pays ont interdit les fluoroquinolones (FQ) en aviculture en raison du risque de sélection de souches de *Campylobacter* résistantes. Le projet a montré que les FQ mais aussi certains « vieux » antibiotiques peuvent sélectionner des entérobactéries résistantes vis-à-vis des molécules les plus récentes quand les oiseaux sont déjà porteurs de telles bactéries. Une approche pharmacocinétique-pharmacodynamique de type coût-bénéfices a été construite de manière à guider la décision thérapeutique dans le contexte des pratiques françaises.

Projet de l'axe construction de la qualité.

SENSINMOUTH : Étude et modélisation des mécanismes en bouche responsable de la dynamique de libération des stimuli sensoriels. Le projet SensInMouth visait à comprendre et à modéliser la dynamique de libération des solutés à l'origine des stimuli sensoriels lors de la mastication d'un aliment (fromage) chez l'homme. Ce projet a permis de clarifier le rôle de la mastication dans la dynamique de libération des stimuli responsables de la perception et d'acquérir ainsi des connaissances utiles à la formulation de produits répondant à des critères nutritionnels voire d'acceptabilité des produits. De nouveaux compartiments qui peuvent interagir avec les arômes ont été identifiés : les muqueuses orales et nasales. Ce dernier résultat devrait conduire à proposer un nouveau projet plutôt fondamental visant à compléter le modèle mécanistique.

Projet de l'axe alimentation de l'homme sain.

SENSOFAT : Rôle du *fatty acid transporter fat cd36* dans la détection des lipides aux niveaux lingual, intestinal et cérébral : Impact sur le comportement alimentaire et la santé. SensoFAT a permis de montrer que le CD36 est un lipido-récepteur jouant un rôle important dans le comportement alimentaire (préférence spontanée pour les aliments riches en lipides, contrôle de l'efficacité de l'absorption des lipides et de la satiété). Ces travaux indiquent qu'il existe un continuum fonctionnel le long de l'axe oro-intestinal permettant au cerveau d'analyser et de réguler en temps réel l'ingestion, la digestion, l'absorption et le devenir métabolique des lipides alimentaires. Chez l'Homme, les variations génétiques spontanées les plus communes du gène codant pour le CD36 n'ont pas d'incidence sur la prévalence de l'obésité. Il faudra ensuite déterminer si des mutations rares conduisant à la production d'un CD36 non fonctionnel peuvent affecter le comportement alimentaire et le risque d'obésité.

Projet de l'axe politiques alimentaires et nutritionnelles.

ALIMINFO : Politiques alimentaires et d'information nutritionnelle des consommateurs : quelles contributions respectives à la maîtrise des bénéfices/risques de santé ? Le projet apporte des résultats originaux sur les modalités de diffusion et d'appropriation des informations nutritionnelles et sur l'impact de l'étiquetage nutritionnel sur les consommations. Le projet a permis notamment de préciser les impacts observés ou potentiels des évolutions en matière de qualité nutritionnelle des aliments qui peuvent résulter des engagements volontaires des entreprises, de l'évolution de la demande des consommateurs ou de la mise en œuvre d'interventions publiques plus contraignantes. Le projet fournit des éléments importants pour éclairer les débats sur l'information des consommateurs, l'étiquetage et sur les dispositifs susceptibles d'accompagner une amélioration de la qualité nutritionnelle de l'offre alimentaire.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	206
Nombre de brevets	0

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Les évolutions de 2005 à 2006 font apparaître une augmentation du nombre de projets de recherche amont et fondamentale liée à une forte représentation de projets liés à la sécurité sanitaire des aliments et aux aspects toxicologiques qui, par nature, s'adressent à toutes les catégories de population en se focalisant sur des contaminants des aliments. Le partenariat et la pluridisciplinarité ont été respectés. La participation des centres techniques et des associations est stable, celle des entreprises augmente. De nombreux projets ont conduit à des valorisations vers le secteur industriel. De nombreuses publications dans des revues internationales à comité de lecture montrent que ces travaux ont donné lieu à des résultats innovants. Les projets couvrent différentes disciplines, avec une moyenne de 4 à 6 disciplines différentes par projet, qui n'avaient pas l'habitude d'être associées. Les consortiums qui se sont constitués ont souvent permis de mettre en place de nouveaux projets, ANR ou autres.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les principaux objectifs du programme ont été atteints. La prise en compte du consommateur a été largement respectée, par contre la dimension offre alimentaire est moins bien représentée. Les recommandations de considérer les populations spécifiques ont été également suivies. De plus, une diminution des études sur l'animal au profit des études sur l'homme a été observée, ce qui suit également les recommandations. En ce qui concerne la dimension filière, les produits laitiers et les produits carnés sont largement traités. Les ingrédients ne sont pas couverts, probablement parce que ces recherches sont essentiellement menées par des industriels qui ne souhaitent pas dévoiler leurs stratégies de recherche pour des questions de confidentialité et de compétition.

Le programme ALIA (2008-2010), qui a fait suite au PNRA, avait pour finalité d'orienter les recherches vers une alimentation adaptée aux besoins de populations spécifiques afin d'améliorer notablement leur qualité de vie. En générant des progrès pour l'alimentation de ces populations, les résultats attendus doivent permettre la prise en compte de recommandations nutritionnelles pour les consommateurs. La production d'aliments répondant aux critères de qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique a également pris en compte les aspects inhérents à la production tels que les coûts, les approvisionnements et les intrants. Le programme ALIA a commencé à intégrer la notion de développement durable dans les productions alimentaires. Dans le nouveau programme ALID (2011-2013), l'objectif est de prendre en compte au moins deux des trois dimensions de la durabilité (sociale, environnementale et économique), encourageant les projets pluridisciplinaires dans une approche globale de la filière, de la production primaire au consommateur.

Énergie Durable et Environnement

Énergie Durable et Environnement

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, Captage et stockage du CO₂), les technologies de l'environnement (PRECODD) et a pris le relais de réseaux technologiques existants dans les domaines du bâtiment (PREBAT), du transport (PREDIT), du génie civil (PGCU). Ces appels à projets étaient orientés vers la recherche technologique, essentiellement en partenariat public-privé.

Dans le domaine de l'énergie, le fait marquant de l'année 2007 a été l'ouverture d'un nouveau programme, portant sur le stockage de l'énergie (Stock-E), à l'initiative du comité scientifique sectoriel énergie, qui l'avait identifié comme facteur clé dans le développement des nouvelles technologies de l'énergie, par le lien qu'il fait entre des modes de production renouvelable, souvent intermittents, et les usages, stationnaires et embarqués (mobile, automobile). Ce programme s'intéressait à tous les types de stockage de l'énergie (électrochimique, mécanique, calorifique...), pour tous les types d'application. Par sa transversalité, ce programme était totalement nouveau dans le paysage international de la R&D, les programmes sur le stockage ne traitant en général qu'une technologie particulière. S'il a démarré doucement en 2007 (26 propositions), ce programme a finalement rencontré le succès dans la communauté scientifique les années suivantes, avec une dizaine de projets financés par an. Il a permis de structurer des consortiums de recherche académique et industrielle dans le domaine des batteries électrochimiques et des supercondensateurs, mais surtout dans le domaine de la chaleur, où les collaborations étaient embryonnaires.

Globalement dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie et de l'efficacité énergétique, l'action ciblée de l'ANR a permis d'engager plus de 60 M€ par an depuis la création de l'Agence. Cela a considérablement redynamisé l'ensemble du secteur et permis d'amorcer une croissance significative de la recherche française dans un domaine où la dépense publique de R&D stagnait depuis plusieurs années, et de relancer la recherche dans plusieurs domaines (stockage de l'énergie, solaire photovoltaïque, captage et stockage du CO₂, efficacité énergétique dans les bâtiments...).

Ces différents programmes ont aussi préparé et accéléré les actions préconisées par le Grenelle de l'environnement à partir de 2007. La contribution de l'ANR représentait en 2007 près de 35% des dépenses publiques de R&D sur l'énergie (hors nucléaire et carbone fossile). On peut d'ores et déjà en mesurer les effets en matière de développements technologiques et industriels. Les programmes sur le captage et le stockage de CO₂ et les bioénergies ont constitué les briques des projets démonstrateurs financés dans le cadre du Grenelle. Le programme Solaire Photovoltaïque a suscité une importante créativité sur les nouveaux concepts de cellules photovoltaïque et a favorisé la création de plusieurs startups.

En 2007, la programmation dans le domaine de l'environnement s'inscrivait dans la continuité de 2006, qui avait vu la naissance du programme « Vulnérabilité : Milieux et Climats », visant à accélérer les recherches françaises sur les processus et les conséquences du changement global, notamment du changement climatique et à renforcer des approches pluridisciplinaires dans ce domaine.

Enfin, dans le domaine des écotecnologies, le programme PRECODD a favorisé la structuration de communautés scientifiques travaillant sur le secteur. La qualité et l'abondance de l'offre scientifique a permis de créer un réseau national et de contribuer à l'identification des nouveaux pôles de compétitivité dans le domaine des écotecnologies, labellisés en 2010.

Écotechnologies et le Développement Durable (PRECODD)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le Programme de Recherche sur les Ecotechnologies et le Développement Durable (PRECODD) est un programme de recherche partenariale française sur les technologies de l'environnement et les systèmes de production durables. Les objectifs se déclinaient comme suit :

- Renforcer les partenariats publics-privés et structurer la communauté française publique et privée sur les technologies de l'environnement ;
- Développer des recherches sur les verrous technologiques motivés à la fois par le marché et les contraintes 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 sobriété de consommation des ressources naturelles ;
- Répondre aux objectifs prioritaires des politiques environnementales pour les émissions urbaines et industrielles (notamment en appui aux politiques publiques et à la normalisation) ;
- S'inscrire dans la feuille de route européenne ETAP sur les écotechnologies.

AXES THEMATIQUES

Pour l'essentiel, l'appel à projets 2007 a conservé une structure identique aux deux appels précédents :

- Axe thématique 1 - Nouveaux procédés de production et de traitement. Cet axe thématique se focalisait essentiellement sur des technologies alternatives ou de nouvelles options de procédés industriels, y compris de traitement-recyclage des déchets, permettant un gain significatif en matière d'émissions polluantes comprenant les gaz à effets de serre.
- Axe thématique 2 - Protection et gestion des ressources naturelles. Il s'agissait de susciter des innovations dans le domaine des technologies de traitement des pollutions et de monitoring de la qualité de l'environnement. L'ensemble des milieux étaient pris en considération (eau, sols, littoral principalement). On ciblait notamment les polluants émergents et les approches de mesures in situ.
- Axe thématique 3 - Maîtrise intégrée des émissions polluantes. Cet axe, relativement innovant à la création du programme, visait à développer des méthodologies et des outils permettant d'acquérir une vision systémique à différentes échelles (locales, territoriales et globales) de la gestion de l'environnement. La concrétisation de ces recherches vise l'élaboration de méthodes et produits (logiciels, guides méthodologiques, etc.) à destination principalement du marché de l'éco-ingénierie (bureaux d'études, ...) et des collectivités locales.

L'appel 2007 a levé la condition de partenariat public-privé pour les projets de l'axe « gestion intégrée des émissions polluantes » visant des projets plus académiques et méthodologiques. Le comité de pilotage avait affiché une priorité en faveur de l'axe 1 afin de renforcer les approches en rupture dans le domaine de la production « propre ».

PROJETS FINANCES

	Nombre de Projets	Aides (k€)
Nouveaux procédés de production et de traitement	4	2 514
Protection et gestion des ressources naturelles	8	5 941
Outils et services pour l'évaluation des performances environnementales et pour la gestion intégrée de l'environnement	4	2 766
Total	16	11 221

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	86	11 221
Entreprises	35 (41%)	3 479 (31%)

RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Plus de la moitié des projets sélectionnés en 2007 sont encore en cours d'activité. Le programme a suscité une large palette de briques technologiques notamment dans le domaine des technologies de traitement, ou de monitoring des pollutions.

L'axe 1 du programme traitait de réduction des émissions polluantes à la source, mais également du traitement et recyclage des déchets. On peut notamment citer le projet **TRICOTOX** (2006), coordonné par l'ENSAM Chambéry qui visait à valoriser des déchets plastiques issus des véhicules hors d'usage. Le projet TRICOTOX a permis de mettre au point un procédé de tri suffisamment efficace, séparant le polypropylène du polyéthylène pour obtenir des matériaux très peu mélangés permettant une valorisation pour des applications nobles, tout en contrôlant les émissions de composés volatils ou toxiques. L'innovation majeure a consisté à développer un procédé très innovant de tri des polyoléfinés par broyage différentiel basé sur les propriétés de résilience des matériaux à différentes températures. Ce procédé se substitue ainsi à la voie de broyage traditionnelle nécessaire à tout recyclage des plastiques.

Dans le domaine des technologies de traitement, le projet **PHOTEX** (2007), coordonné par une PME (Brochier Technologies) a développé une approche en rupture sur le traitement d'effluents gazeux par photocatalyse à l'aide d'un tissu de fibres optiques enduites. L'innovation portait sur le concept même du produit et le succès technologique a résidé sur les méthodes d'enduction de dépôt d'un photocatalyseur à base de TiO₂ et de résine fluorée sur le tissu de fibres. Il s'agit là d'un produit unique. Une suite à ce projet vient d'être financée dans le cadre de l'appel ECOTECH2011 (projet AQUAPHOTEX) pour des applications en matière de traitement d'effluent aqueux.

Le programme PRECODD a sélectionné plusieurs projets dédiés aux technologies de surveillance de l'environnement. Le projet **BIOALERT**, coordonné par l'ENSEIRB de Bordeaux, visait à développer un immunocapteur à ondes de Love ultra-sensible pour la détection rapide de micro-organismes dans l'eau. Il s'agit là d'un dispositif d'alerte de la qualité des eaux permettant de détecter des concentrations de bactéries en dessous du seuil légal. Le système utilise des capteurs à ondes acoustiques de surface, associés à un biorécepteur de type anticorps et ceci en un laps de temps court (une à trois heures), afin de déclencher une alerte précoce, alors que les techniques usuelles s'exécutent par des étapes de culture cellulaire nécessitant plusieurs jours. Ce type de produit autoriserait une détection directe in situ, et un suivi quasi temps réel de la qualité des

eaux de baignade. D'autres applications à terme sont possibles (ex : E. coli entérohémorragique, algues toxiques, etc.).

L'axe 3 du programme a initié des démarches méthodologiques intégrées sur les problématiques de gestion de l'environnement et de production industrielle durable. Il s'agissait notamment de susciter des projets en partenariat public-privé intégrant des équipes de sciences humaines et sociales. Ce type de recherche était relativement peu développé en France. Le projet **COMETHE** (2006) a été le premier projet d'envergure en France sur la thématique de l'écologie industrielle. C'était un projet de recherche-action, visant à diffuser le concept au niveau national et développer les outils méthodologiques associés. Sept zones pilotes ont été sélectionnées. Le projet a fait l'objet d'une forte visibilité médiatique. Son impact principal porte sur le développement d'une série d'outils (logiciels et guides méthodologiques) à l'usage des bureaux d'études et collectivités, permettant de développer des éco-parcs conçus selon le principe de l'écologie industrielle. Ce projet a fait évoluer l'image du programme PRECODD et a permis de lever des barrières entre communautés scientifique, tout en favorisant l'émergence de nouveaux projets de type SHS-entreprises-collectivités dans le domaine de l'éco-innovation.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications (RICL)	5,3 par projet terminé
Nombre de brevets	3 (sur 4 projets, édition 2007)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Par son ampleur et le nombre de projets en cours, les programmes PRECODD et ECOTECH, ont acquis une large visibilité nationale depuis 2005. Il existe désormais un important réseau de partenaires publics et privés autour de la notion d'écotechnologies et ce domaine apparaît désormais comme un axe stratégique clairement affiché par certains organismes de recherche ou universitaires (Cemagref, INPL, INPT, INSA Lyon) et par l'alliance ALLENVIE. La participation industrielle au programme est jugée satisfaisante avec pour moitié des grands groupes et des PME. Un aval au programme de recherche ANR est bien coordonné avec l'action de la DGCIS et de l'ADEME (appels à projets ECO-INDUSTRIE). Ce dynamisme a été accompagné par l'émergence des nouveaux pôles de compétitivité sur les écotechnologies et plus particulièrement les trois pôles sur l'eau et le pôle TEAM² sur le recyclage. La structuration du programme a nettement contribué à décloisonner les communautés de recherche qui fonctionnaient essentiellement par milieu (eau, air, déchets...) et à atteindre des masses critiques. Il a favorisé des partenariats nouveaux entreprises-établissements publics, dont certains aboutissent à des pilotes industriels ou des plateformes technologiques faisant l'objet de propositions dans le cadre des Investissements d'Avenir.

Il est à noter que les communautés scientifiques françaises sont encore sous-critiques dans plusieurs domaines à fort enjeu, comme l'atteste l'analyse des propositions déposées dans le cadre des appels depuis 2005. La distribution thématique des propositions montre que la France affiche une bonne capacité de recherche dans les domaines relativement matures des technologies de l'eau, notamment en matière de traitement d'effluents. Il s'agit souvent de recherches de très bonne qualité scientifique, mais utilisant des approches essentiellement incrémentales visant à améliorer des procédés existants. Les recherches y sont largement partagées avec les entreprises du secteur, particulièrement Suez et Veolia. Il s'agit là d'un domaine traditionnel d'excellence

française, avec une communauté scientifique structurée de longue date, fonctionnant avec des partenariats industriels-organismes de recherche souvent bien établis. Les projets de recherche financés par le programme PRECODD ont en revanche fait l'objet d'applications opérationnelles dans leur ensemble. Dans le domaine de la dépollution de sols, la taille de la communauté scientifique est restreinte. Plusieurs projets ambitieux porteurs de ruptures technologiques ont été soutenus, mais aucun n'a encore atteint le stade du développement.

On constate une forte réactivité dans le secteur de la métrologie de l'environnement, les projets associent souvent des PME et sur une très large gamme de technologies physico-chimiques ou biotechnologiques. Les projets sont en général de petite taille, essentiellement centrés sur le développement d'un capteur. L'offre scientifique y est créative et abondante avec des partenariats public-privés inédits propices à l'émergence de technologies de rupture. Les recherches sur les capteurs à base de biotechnologies restent souvent relativement académiques sans atteindre des stades de développement, essentiellement pour des raisons d'ordre économique ou de fiabilité. On constate un dynamisme nouveau en matière de métrologie à base de technologies, physico-chimiques ou photonique avec de réels succès applicatifs. En revanche, il existe encore peu d'approches intégratrices associant des réseaux de capteurs, du traitement de l'information et du développement de service associé.

En matière de valorisation et recyclage de déchets, plusieurs projets d'excellente qualité ont été soutenus et aboutissent relativement plus souvent à des stades de développement avancés ou des applications industrielles (ex : TRICOTOX, DECALCO, EXPANTHERM). L'implication des industriels y est plus forte par rapport à d'autres axes du programme. Toutefois l'offre de R&D publique dans ce domaine reste circonscrite à un petit nombre d'équipes en France, alors qu'il s'agit d'une thématique à fort enjeu pour l'avenir. Peu de projets proposant de technologies de substitution à des activités polluantes ont été soumis à PRECODD, ils ont toutefois montré des résultats à fort potentiels, comme par exemple le projet REDUGES (substitution de SF6).

Enfin, les programmes PRECODD, puis ECOTECH se sont progressivement ouverts à l'international et financent depuis 2009 des projets franco-chinois avec le MOST. Sur le plan européen, l'ANR est partenaire de l'ERA-Net ECO-INNOVERA dont la stratégie scientifique s'inspire fortement du programme ANR.

Vulnérabilité : Milieux et Climat

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les conséquences qui résultent du changement climatique et des pressions anthropiques deviennent de plus en plus prégnantes dans les compartiments essentiels de notre environnement. Elles justifient qu'elles soient abordées sous l'angle de la « vulnérabilité des systèmes naturels ou anthropisés » et des concepts associés, ce qui constitue un changement de paradigme en passant de la notion d'impact à celle plus novatrice et complexe de vulnérabilité des milieux physiques, biogéochimiques, biologiques et sociaux et ce, par la mise en œuvre d'approches intégrées, systémiques et transdisciplinaires.

AXES THEMATIQUES

L'appel à projets 2007 n'avait pas défini d'axes thématiques *stricto sensu*. Il avait néanmoins mis en exergue les priorités suivantes : i) le développement d'approches permettant de mieux caractériser la vulnérabilité d'un point de vue conceptuel et méthodologique, ii) l'établissement et l'évaluation d'indicateurs dynamiques pouvant notamment être utilisés pour l'observation, la gestion et l'anticipation des systèmes environnementaux, iii) les approches modélisatrices à l'échelle globale, régionale ou locale, intégrant des scénarii socio-économiques d'évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'atténuation ou d'adaptation.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Total	13	8 631

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	68	8 631
Entreprises	4	399

RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Le couplage entre d'une part, la collecte de données et de métadonnées (*in situ* et télédéteectées) sur les bassins versants périurbains de l'Yzeron en périphérie lyonnaise (148 km², 25 années de suivi) et de la Chézine en banlieue nantaise (34 km², 15 années de suivi) et d'autre part, la mise en œuvre de différentes modélisations mécanistes spatialement distribuées et temporellement continues, ont permis au projet **AVuPUR** de mieux comprendre la complexité du fonctionnement hydro-géomorphologique des différents objets des paysages étudiés (parcelles agricoles et urbaines, réseaux hydrographiques, fossés, d'assainissement, bassins de rétention, déversoirs d'orage, etc.) rassemblés en une préoccupation unique et intégrée, ce qui constitue une originalité certaine. La tenue d'ateliers de prospective territoriale impliquant, dans le cadre d'un partenariat public-privé de qualité, les différents acteurs de la société civile ont également permis

l'exploitation de différents scénarii possibles d'évolution de l'occupation des sols et de leurs conséquences à l'horizon 2030.

Des campagnes de terrain réalisées sur les écosystèmes terrestres des îles sub-antarctiques (Kerguelen, Géorgie du Sud, Falkland), complétées par des études en conditions contrôlées de laboratoire, ont conduit le projet **EVINCE**, qui s'inscrit dans le contexte de l'Année Polaire Internationale, à mettre en évidence les résultats novateurs suivants: i) la faible diversité génétique du carabe *M.soldadinus* liée au rôle majeur joué par les déplacements humains, ii) la colonisation de 29 plantes différentes, dont 6 natives, par le puceron *M.ascalonis*, l'un des plus invasif de Kerguelen, avec des symptômes visibles de dommages pouvant atteindre 35%, iii) l'importance du changement climatique sur les espèces natives : une augmentation de 0.5°C (au-delà de 3.4°C) conduit à des développements de 2 à 10 fois plus importants que sur les plantes introduites.

En se focalisant sur une région vulnérable clé (la Méditerranée) soumise à des événements climatiques intenses, le projet **MEDUP** a développé des approches originales portant notamment sur les aspects suivants : i) la descente d'échelle appliquée aux 3 composantes temporelles des prévisions numériques : le temps (1-4 jours), la saison (1-3 mois), le climat (50-100 ans), ii) la prévision d'ensemble hydrologique des crues rapides à résolution kilométrique, iii) la quantification et la propagation des incertitudes des phénomènes extrêmes (précipitations, tempêtes) en Méditerranée, iv) la nécessité de considérer le rôle joué par l'occupation des sols et de la végétation dans les modèles d'impacts hydrologiques, v) le développement d'outils d'analyse économique et du risque « inondation » de la chaîne d'alerte fondés sur une approche transdisciplinaire associant les Sciences de la nature et Sociales.

Le projet **NEEM-France**, qui s'inscrit également dans le contexte de l'Année Polaire Internationale, est construit autour d'opérations de terrain d'un nouveau forage au Nord-Ouest au Groenland, de l'analyse des échantillons collectés, de la modélisation du climat et de l'écoulement de la glace. Les faits marquants suivants doivent être mis en exergue : i) le succès du forage profond qui a permis d'atteindre la profondeur du bedrock, soit 2 534 m, ce qui constitue une première mondiale, ii) le déploiement d'instruments innovants pour le suivi en continu de la composition isotopique de la vapeur d'eau (O_{17} , O_{18} , D_2O) et de la teneur en CH_4 des bulles d'air de la glace par spectrométrie optique (autre première), iii) la démonstration apportée que l'amplitude des changements climatiques simulés pour le dernier interglaciaire, en été pour l'Arctique, est comparable à celle induite par un doublement de la teneur préindustrielle en CO_2 , iv) le développement d'une modélisation fine (15 km de résolution spatiale) de la calotte groenlandaise incluant la représentation des plateformes de glace flottante et la preuve de l'importance de son état initial (pendant 50 000 ans) sur son évolution.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications (internationales à CL)	155* (provisoire)
Nombre de brevets	1

* Soit environ 12 publications par projet financé

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le caractère, somme toute ambitieux et novateur du programme, est apparu à ses débuts, comme assez déroutant, au moins au sein la sphère académique, plus familière des études de processus (certes indispensables, mais très souvent cloisonnées) que des approches intégrées systémiques pluridisciplinaires. Après trois éditions, on peut considérer que le programme a contribué à structurer les communautés concernées et ce en particulier avec une montée en puissance de projets associant les sciences physiques, biologiques et humaines. VMCS a également su se positionner par rapport à d'autres programmes nationaux et de ce fait, acquérir sa propre légitimité et sa visibilité. Parmi les points forts, on retiendra de façon non exhaustive : i) une bonne intégration des concepts (vulnérabilité, résilience, adaptation, risques et ses perceptions sociales) par les communautés, ii) le développement d'approches couplées sciences humaines et sociales / sciences physiques / sciences biologiques, iii) en réponse à l'Année Polaire Internationale, une très bonne mobilisation des équipes sur les aspects physiques et biologiques des milieux arctiques et antarctiques, iv) une couverture jugée satisfaisante des principales zones géographiques / milieux / biomes les plus vulnérables (région méditerranéenne, zones tropicales / subtropicales, milieux polaires, systèmes et milieux urbanisés, interface continentale / côtière), v) une bonne capitalisation des bases de données environnementales (climatiques, hydrologiques, écologiques) avec leur mise à disposition à l'ensemble de la communauté. On notera néanmoins : i) la faiblesse des réponses sur les politiques publiques d'adaptation aux changements globaux (climatiques et anthropiques), ii) des développements insuffisants relatifs aux modélisations vues comme des outils d'aide à la décision, iii) un partenariat public-privé, bien que présent, mais demandant à être conforté, iv) une faible mobilisation de la communauté sur l'initiative européenne GMES.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les travaux réalisés par les équipes financées par le programme et la bonne valorisation scientifique et technique qui en résulte, ont contribué de façon plus ou moins directe à la visibilité de VMCS, notamment par : i) la création de sites web des projets, ii) l'ouverture des séminaire à mi-parcours et de restitution finale à l'ensemble des communautés concernées, et au-delà, iii) l'établissement de collaborations inter-projets et la mutualisation de campagnes collaboratives et/ou de bases de données, iv) la qualité du rendu des expertises aux proposant, v) le recrutement de doctorants et post doctorants par les organismes publics de recherche (universités, EPST, EPIC), v) le placement de post doctorants (CDD) dans d'autres équipes françaises et à l'étranger, vi) la création de deux « jeunes pousses », vii) la réalisation de films à destination du grand public, viii) la rédaction d'articles de vulgarisation à l'adresse des décideurs, ix) des interventions dans les médias, les collèges, les lycées.

L'analyse critique des réponses aux trois éditions du programme a conduit l'ANR à proposer fin 2008, la création de l'Atelier de Réflexion Prospective « Changements Environnementaux Planétaires (CEP) » (voir le site <http://www.academie-sciences.fr/arpcep>) et à lancer en 2009 l'appel à projets éponyme, ouvert au partenariat avec le Brésil, auquel a succédé les éditions 2010 et 2011 baptisées CEPS (S pour Sociétés), assurant ainsi une rupture dans la continuité avec VMCS, dans le contexte mieux affirmé de la problématique internationale « Earth System Science Partnership ».

Captage et stockage du CO₂

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Captage et stockage du CO₂ visait à créer une communauté nationale, public-privé, pluridisciplinaire. Il s'agissait notamment de renforcer la communauté française académique, de préparer la réalisation des installations pilotes qui serviront de vitrine du savoir-faire national en vue de faciliter l'exportation de biens et de services et de contribuer à assurer la compétitivité des équipes de recherche et de l'industrie française dans la compétition internationale.

En termes d'objectifs techniques, le programme visait à réduire les coûts, préciser les critères de sécurité et étudier la viabilité socio-économique de la filière captage et stockage du CO₂.

AXES THEMATIQUES

- Captage et transport du CO₂
- Stockage et MM&V (Monitoring, Mitigation et Vérification)
- Analyses de risque, critères de sécurité, réglementation
- Ruptures technologiques
- Évaluation socio-technico-économique et environnementale, acceptabilité et légitimation sociale

PROJETS FINANCES (AAP 2007)

	Nombre de projets	Aides (k€)
Captage et transport du CO ₂	2	1 613
Stockage et MM&V	4	4 189
Analyses de risque, critères de sécurité, réglementation	0	0
Ruptures technologiques	1	874
Évaluation socio-technico-économique et environnementale	0	0
Total	7	6 676

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	40	6 676
Entreprises	14	1 404

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

En matière de captage du CO₂, les trois projets financés en 2007 portent respectivement sur un procédé de rupture très prometteur par voie hydrate, sur des procédés membranaires avec matériaux céramiques de nouvelle génération, et sur un nouveau procédé de production d'O₂ par une colonne de distillation diabatique afin de réduire la pénalité énergétique de l'oxycombustion.

Le projet **SECOHYA** est un excellent projet académique qui a permis de développer un procédé en rupture sur un principe de piégeage par hydrates de gaz. Il a permis de structurer cette

recherche à l'échelle française à un niveau qui n'a pas d'équivalent dans le monde. Il a donné naissance à deux autres projets en association avec l'IFPEN et des industriels, le projet français FUI ACACIA (2009-2012) et le projet européen ICAP (2010-2013), dont les objectifs sont d'examiner concrètement des voies technologiques et de les chiffrer. Par ailleurs, ces recherches autour du captage de CO₂ par voie hydrate ont aujourd'hui trouvé un débouché en tant que ligne de programme de l'IEED INDEED qui soutiendra les investissements liés au développement d'un pilote de 2M€.

Le projet **MECAFI** avait pour but de développer des procédés membranaires pour la capture post-combustion du CO₂ des fumées d'incinération. Il s'agissait de mettre en forme des matériaux céramiques de nouvelle génération (zéolithes MFI, silice mésoporeuse structurée MCM, réseaux d'oxydes métalliques MOF). L'évaluation technico-économique effectuée pour le pré-dimensionnement d'une unité industrielle montre qu'il n'est pas possible de développer un procédé de captage du CO₂ en postcombustion basée sur cette technologie de séparation membranaire. Par contre, celle-ci pourrait être appliquée pour la séparation H₂/CO₂ dans le cadre d'un procédé de captage du CO₂ en précombustion.

En matière de stockage du CO₂, les résultats marquants sont les suivants :

- Avancées importantes sur la compréhension de processus complexes autour du puits d'injection, qui ont un rôle fondamental sur l'injectivité (projet **ProchePuits**) : « Injectivity gap », phénomènes capillaires, processus aux interfaces CO₂ / eau / sels minéraux, assèchement, précipitation de sels, impact géomécanique, migration de fines, hétérogénéités. Un brevet a été déposé sur un procédé de prévention de perte d'injectivité par précipitation de sels.
- Développement d'une sonde de mesures couplées de pressions / déformation en forage pour évaluer les propriétés hydrauliques, mécaniques et pétrophysiques du système réservoir / couverture plus ou moins fracturé (projet **HPPP-CO₂**). Le système est basé sur une source pulsée de pression et un capteur de déformation 3D passif à fibres optiques. Testée *in situ* jusqu'à 300 m de profondeur dans le laboratoire souterrain à Bas Bruit de Rustrel (Vaucluse). Le dépôt d'un brevet est envisagé sur la sonde HPPP et le protocole de mesure.
- Adaptation et développement de différentes méthodes géophysiques de surveillance (sismique, électromagnétisme, microsismique, source virtuelle), qui devraient permettre de proposer un réseau de surveillance intégré en temps réel et à faible coût (projet **EMSAPCO₂**). Les méthodes ont été testées individuellement, il reste encore à les valider autour d'un projet de démonstration et à proposer un réseau intégré.
- Monitoring de surface d'un site de stockage basé sur des dispositifs innovants de métrologie géochimique pour mesurer les flux / les teneurs / les origines des gaz (projet **SENTINELLE**), avec un test sur le pilote de Rouse.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	20
Nombre de brevets	1

(Bilan provisoire - seuls 2 projets sur 7 sont terminés)

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Avant 2005, les principaux acteurs français menaient des recherches dans un cadre essentiellement européen (PCRD). Le programme CO₂ de l'ANR, avec ses quatre appels à projets, de 2005 à 2008, a permis de structurer et d'élargir la communauté française sur tous les maillons de la filière, dans une logique de partenariat public-privé. Des laboratoires académiques des universités et du CNRS, sans antériorité sur la thématique, ont apporté des contributions originales. De nombreux partenariats public-privé se sont créés avec les acteurs industriels, notamment Alstom, Air Liquide, GdF-Suez, Total, Schlumberger et Veolia. Une augmentation régulière de la participation des PME a été enregistrée.

Le programme CO₂ a eu un rôle déterminant pour la préparation du pilote intégré de Total à Lacq-Rousse (injection démarrée en janvier 2010) et des quatre démonstrateurs de recherche financés dans le cadre du Grenelle de l'environnement dans le Bassin Parisien, sélectionnés par l'ADEME en mai 2010. Il a contribué aussi à la préparation des technologies de 2nde et 3^ème générations et a permis de renforcer le positionnement des acteurs français en Europe et dans le monde.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme CO₂ de l'ANR a permis de structurer et d'élargir la communauté française sur tous les maillons de la filière (EPICs, Industriels, Académiques, PME). Il a eu un fort impact sur la préparation des pilotes et démonstrateurs, tant en France qu'à l'étranger, et a permis le développement de procédés de rupture pour les nouvelles générations de technologies.

La programmation de l'ANR a évolué à partir de 2009. Le captage a été intégré dans le nouveau programme EESI, dédié à l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de CO₂ dans les systèmes industriels, tandis que le stockage restait orphelin, dans l'attente de la mise en place des démonstrateurs financés par l'ADEME. À partir de 2011, les recherches sur le captage, le stockage ainsi que la valorisation du CO₂ (CSCV) ont été intégrées dans le nouveau programme SEED, portant sur les systèmes énergétiques efficaces et décarbonés, dont elles constituent un des trois axes thématiques.

En 2012, afin d'encourager les collaborations bi ou multilatérales, des accords entre l'ANR et des agences de financement équivalentes seront recherchés. Des contacts préliminaires ont déjà été établis avec l'Espagne et le Canada, à la faveur des colloques franco-espagnol et franco-canadien organisés en 2010 et 2011.

Les aspects de perception sociétale sont clés pour la mise en œuvre des démonstrateurs et le futur déploiement des technologies. Elles nécessitent de plus amples recherches mobilisant davantage les sciences humaines et sociales. Le programme transversal de l'ANR « Sociétés innovantes », lancé en 2011, devrait les favoriser.

Hydrogène et les Piles à Combustible (PAN-H)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les appels à projets 2005 et 2006 du Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les Piles à Combustible visaient principalement à aider à développer une filière industrielle de l'hydrogène et des piles à combustible compatible avec les contraintes de l'usage automobile. L'édition 2007 a maintenu en priorité l'effort sur la filière PEMFC. Si l'application automobile de la PEMFC restait la cible pour le long terme, cette nouvelle édition donnait davantage de place aux projets visant des marchés plus court terme (applications portables, transports publics, applications stationnaires, auxiliaires de puissance, ...). Le périmètre de l'appel 2007 était réduit pour chacun des axes thématiques, par rapport aux périmètres de 2005 et 2006.

AXES THEMATIQUES

L'appel à projets 2007 était structuré en quatre axes thématiques :

- Production d'hydrogène : électrolyse de l'eau haute température pour la production centralisée d'hydrogène, électrolyse de l'eau basse température pour la production décentralisée d'hydrogène.
- Stockage de l'hydrogène : stockage gazeux à très haute pression, stockage solide sous forme d'hydrures.
- Système pile : PEMFC, PCFC.
- Activités transverses : acceptabilité sociale.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Production d'hydrogène	4	4 000
Stockage de l'hydrogène	2	2 700
Système pile	5	6 600
Acceptabilité sociale	1	400
Total	12	13 700

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	66	13 700
Entreprises	21	4 384

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Quatre projets ont marqué l'édition 2007 par l'originalité et l'excellence des résultats obtenus.

Le projet **PACSM2** a permis la conception et la réalisation d'un système pile à combustible adapté à la fourniture énergétique d'un engin sous-marin autonome (AUV), avec des performances remarquables (rendement électrique global du système atteignant 60%, densité de puissance maximum de 1,25 W.cm⁻², durée de vie de 10 000 heures à 0,72 V et 1 A.cm⁻²). Ce système PAC a été validé dans les conditions réelles d'exploitation avec toutes les phases de mise en œuvre

opérationnelle, comme le remplissage des stockages de gaz de l'engin, sa mise à l'eau, sa récupération et son fonctionnement en conditions réelles. La viabilité technique de la solution technologique a été démontrée.

Le projet **MDM** avait pour but d'approfondir la compréhension des phénomènes de dégradation des Assemblages Membrane Électrodes (AME) afin de pouvoir mieux les contrôler et ainsi augmenter la durabilité des systèmes. Les deux points forts de ce projet étaient une étude des AME en conditions réelles de fonctionnement au sein d'un système complet ainsi qu'une approche multi-échelles. Ces travaux ont notamment permis le développement de nouveaux outils de diagnostics. Ce projet a contribué au développement d'une nouvelle génération d'AME faisant maintenant partie des produits commerciaux du partenaire Solvicore et dont le temps de conditionnement est inférieur à 5h.

Le projet **EVERESTE 1** visait à étudier et valider le concept de cellules symétriques (matériau identique à l'anode et à la cathode) pour l'électrolyse haute température, dans l'optique de diminuer les coûts de fabrication et d'augmenter la robustesse des systèmes. Ce travail a abouti au développement de nouveaux matériaux d'électrodes et à des architectures optimisées dont les propriétés sont améliorées par rapport au matériau de référence actuel. Il a également permis une meilleure compréhension du comportement de ces matériaux en fonctionnement nominal d'électrolyse. Toutefois, les performances électrochimiques des cellules développées sont encore à améliorer d'un facteur 2 à 3 pour atteindre celles des cellules actuelles (asymétriques) de référence et leur durabilité reste également à démontrer.

L'objectif du projet **MOISE** était de réaliser une modélisation « intégrée » de l'endommagement, de la performance et de la durée de vie d'un SRU (Single Repeat Unit) d'électrolyseur haute température, destinée aux ingénieurs concepteurs des futurs stacks. Une méthodologie originale de mesure de la résistance de contact entre un interconnecteur et l'électrode d'une cellule a été développée. Elle a permis d'établir le lien entre la nature des couches de contact, la pression de contact et la chute ohmique à l'interface interconnecteur / électrode, ceci afin d'enrichir les codes de calcul et de pouvoir ensuite évaluer par modélisation les performances d'un SRU. Le projet MOISE a permis de mettre en place la méthodologie et les outils pour ce type d'approche, ce qui n'a pas d'équivalent, à notre connaissance, actuellement dans le monde.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	180
Nombre de brevets	7

ÉLEMENTS D'IMPACTS

Le programme PAN-H a permis de structurer une communauté française associant laboratoires publics, PME et grands groupes, point-clé de la dynamique et du succès des travaux, sur la filière complète hydrogène, piles et systèmes. Les collaborations entre partenaires publics et privés sont une vraie réussite.

Des avancées scientifiques et techniques remarquables ont été réalisées et à ce jour, plus de soixante brevets ont été déposés (7 dans l'édition 2007). Des développements expérimentaux technologiques aboutis en termes de compacité, de durée de vie, d'intégration des systèmes piles et des auxiliaires ont été réalisés.

Certains projets PAN-H ont également été les précurseurs de projets collaboratifs de grande envergure, tel que le programme Horizon Hydrogène Energie soutenu par OSEO et des projets européens.

Les projets PAN-H ont une excellente visibilité dans de grands rendez-vous internationaux, comme le WHEC (World Hydrogen Energy Conference), les grandes conférences Hydrogène (ICHS), les grandes expositions (Fuel Cell Seminar, Fuel Cell Expo, Hanover Fair, FDFC), les réunions d'experts internationaux comme celles de l'Agence internationale de l'énergie.

Le programme PAN-H a également renforcé les travaux de recherche interdisciplinaires, initiés dans différents GDR du CNRS (PACTE, ACTHYF, ...), et dans des projets du Programme Interdisciplinaire Énergie du CNRS.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Si le programme PAN-H a permis à la France de hisser sa recherche au niveau des meilleures performances mondiales, il reste encore un long chemin et des efforts importants à poursuivre en R&D avant de transformer ces acquis scientifiques et technologiques en vecteur de développement économique.

Pour la filière PEMFC, malgré les avancées réalisées par les projets, les verrous majeurs restent sensiblement identiques à ce qu'ils étaient au démarrage du programme : faible capacité de stockage solide de l'hydrogène, absence de catalyseurs alternatifs de ceux à base de métaux nobles, membranes fonctionnant en dessous de 100°C... Dans le cas des SOFC, le point bloquant reste l'absence d'un tissu industriel français pouvant porter les résultats de la recherche.

Les travaux entamés dans le programme PAN-H se sont donc poursuivis dans le cadre du programme H-PAC (2009-2010). H-PAC donnait la priorité à la production dé-carbonée d'hydrogène, qui représente de forts enjeux environnementaux.

Afin de renforcer la dimension industrielle du programme, il insistait sur les applications stationnaires des piles à combustible, qui visent des marchés à plus court terme que les applications dans le transport, notamment pour la gestion des énergies renouvelables (EnR) et la production décentralisée.

Il s'agissait également de lever les verrous scientifiques que sont le stockage de l'hydrogène dans des matériaux solides, la durabilité des piles à combustible et des électrolyseurs et les températures de fonctionnement. Ce programme avait aussi pour but de consolider les acquis de PAN-H sur les applications embarquées et le transport (flottes captives, marchés précurseurs) et de développer les filières industrielles françaises (matériaux innovants, intégration de systèmes...).

Cette volonté de maintenir l'attractivité du sujet pour les industriels a été maintenue dans le nouveau programme PROGELEC, où sont aussi encouragés les projets d'hybridation technologique (hybridation PAC/batteries, stockage par le vecteur l'hydrogène) et de couplage entre énergies renouvelables intermittentes et production d'hydrogène.

Génie Civil et Urbain

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

L'appel à projets 2007 développait la thématique du développement durable en Génie Civil et Urbain initiée en 2006, afin d'encourager les praticiens à en adopter les principes. Il visait quatre autres objectifs principaux, déclinés en trois axes thématiques :

- la maîtrise des risques naturels et technologiques et l'amélioration de la sécurité des intervenants et des utilisateurs ;
- la gestion du patrimoine d'infrastructures (axe fusionné avec le précédent) ;
- l'innovation pour une ingénierie plus performante, notamment à l'international ;
- le développement de matériaux et de modes constructifs économes en ressources naturelles et à faible impact environnemental.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sécurité et fiabilité des ouvrages, réduction des risques/gestion du patrimoine	2	1 192
Innovation pour une ingénierie performante	3	2 082
Prise en compte du développement durable	3	1 993
Total	8	5 267

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	61	5 267
Entreprises	21	1 474

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Dans un domaine classique du génie civil, le projet **APPLET** (2006) visait à mieux comprendre les processus de vieillissement des ouvrages en béton liés aux phénomènes de corrosion/carbonatation, afin de prédire leur durée de vie résiduelle et d'estimer leur comportement en phase dégradée. Le projet a permis de développer et de valider des méthodes

de prévisions probabilistes et de modélisation multi-échelles combinées à de la métrologie par résistivité électrique. L'apport principal d'APPLET est le développement de modèles prédictifs. Il a ainsi permis de montrer qu'il est nécessaire d'intégrer dans l'approche performantielle un volet probabiliste. Un travail important de diffusion de ces nouvelles méthodes au sein des bureaux d'étude a été commencé.

Dans le domaine de l'évaluation de la vulnérabilité des ouvrages, le projet **ARVISE** (2006) visait à élaborer des outils et des méthodologies pour le diagnostic et le renforcement de constructions existantes en zone parasismique, pour les structures en béton armé à base de poutres – poteaux et/ou de murs. Au titre des avancées importantes réalisées, on peut citer :

- l'intérêt et l'utilisation des mesures in-situ basées sur les vibrations ambiantes ;
- l'analyse comparée du fonctionnement dynamique réel de structures existantes, remettant en cause certains outils règlementaires ;
- les stratégies de modélisation du comportement sismique des structures en béton armé. Elles touchent notamment, dans le cadre des calculs non-linéaires, le type de discrétisation et le type de calcul (statique en poussée progressive ou dynamique) ;
- l'intérêt d'aborder la procédure de renforcement avec des outils numériques adaptés, le risque d'un renforcement mettant en péril la sûreté de la structure n'étant pas exclu.

L'objectif du projet **COMMUNIC** (2006) était de faciliter, pour les grands projets d'infrastructures, le travail collaboratif et l'ingénierie concourante entre les intervenants (maîtres d'ouvrage, concepteurs, constructeurs, exploitants), l'évaluation intégrée des performances et des impacts environnementaux, économiques et sociétaux, et la communication avec les acteurs influents. Pour cela, l'approche retenue s'est appuyée sur le développement d'une maquette virtuelle, en s'inspirant des pratiques d'autres secteurs (automobile, aéronautique, énergie).

Ce travail, qui a réuni les trois grandes majors nationales du BTP et les principales entreprises d'ingénierie du secteur, a notamment permis d'initier une dynamique à l'origine de la plateforme de conception virtuelle collaborative *Urba-concept*, soutenue par le pôle de compétitivité *Advancity*.

Le projet **PROPICE** (2005) a permis de quantifier les gênes occasionnées par les chantiers, afin de mieux les prendre en compte lors de la passation de marchés publics et la mise en œuvre sur le terrain. Ce projet a permis de développer des outils communs, comme le logiciel *OPTRA* (*OPTimisation des TRAVaux - Egis Mobilité et ASF*), qui a été récompensé par le premier prix du Comité français de l'Association Mondiale de la Route (*AIPCR*) dans la catégorie « Gestion du patrimoine routier et exploitation du trafic ».

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	6,3 RICL/projet 12,2 communications
-------------------------------	--

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Ce programme a su allier l'excellence scientifique (comme en témoigne le nombre de publications par projet, plutôt élevé pour un programme très finalisé et très tourné vers le monde professionnel) dans une discipline particulière, le génie civil, et l'intégration d'un secteur

professionnel, celui des travaux publics dans des projets souvent de grande qualité. Les équipes de recherche publique, dont l'excellent niveau est reconnu au plan international, ont su associer travaux théoriques et validation expérimentale. L'association universitaire de génie civil (AUGC) joue d'ailleurs un rôle important dans l'animation de cette communauté.

Ce programme a aussi reçu un excellent accueil de la part du secteur privé. Il a contribué à développer et à renforcer une recherche qui reste (en budget) très faible dans ce secteur économique et à favoriser les relations entre entreprises du secteur et les laboratoires publics. Il a également permis le rapprochement entre majors du BTP sur des sujets d'intérêt partagé (pré-normalisation notamment, mais aussi ingénierie concurrente comme dans le projet COMMUNIC). Certains projets ont trouvé des relais plus aval comme le FUI (par exemple, le projet COMMUNIC a donné naissance à la plateforme Urba-concept financée par le FUI). D'autres ont vu leurs résultats directement transférés sur le terrain, souvent par l'intermédiaire des bureaux d'étude et de calcul et des sociétés d'ingénierie.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Compte tenu de son ciblage quasi mono-disciplinaire et monothématique, le nombre et la qualité des réponses aux différentes éditions du PGCU sont restés tout-à-fait satisfaisants. L'ouverture en 2006 aux sujets d'innovation pour rendre l'ingénierie nationale plus performante et plus compétitive a permis d'attirer de nouveaux acteurs du monde de l'entreprise, se traduisant par une forte augmentation de la proportion de projets de recherche industrielle. Même si les grandes entreprises du BTP et les sociétés de taille moyenne dominent, les PME jouent un rôle non négligeable dans le programme, et reçoivent quasiment 9,5% des financements sur la période 2006-2007.

On peut seulement regretter que le développement durable, aussi introduit en 2006, n'ait pas suscité autant de propositions que des thématiques plus classiques.

L'année 2008 a initié un changement fort dans les modalités de soutien à ces communautés de recherche. En effet, le PGCU a été arrêté principalement au profit d'un programme nettement plus pluridisciplinaire et multithématique centré autour des problématiques de la ville durable. Il s'agissait de favoriser l'inscription des travaux de génie urbain / génie civil dans le cadre plus général du développement durable et de promouvoir des démarches plus systémiques. On voulait aussi inciter les chercheurs du génie civil à ne pas s'enfermer dans leur discipline et à se confronter à d'autres disciplines. Cette réorientation a permis de faire émerger des projets réellement nouveaux, mais force est de reconnaître que beaucoup des équipes qui avaient été mobilisées par le précédent programme ne se sont pas senties concernées ou retrouvées dans ces nouveaux appels à projets, notamment celles qui s'intéressent à des objets classiques du génie civil et des travaux publics situés hors du cadre urbain (autoroutes, grands ouvrages d'art...) ou qui travaillent sur des cibles plus étroites que celles visées par le programme Villes durables (matériaux notamment).

Notons qu'une partie de la communauté, qui s'intéressait aux risques et à la vulnérabilité des ouvrages, avait pu se retrouver en partie dans le programme RiskNat, arrêté prématurément en 2009 toutefois.

Les entreprises du secteur qui se trouvent aujourd'hui orphelines d'un programme thématique dédié mentionnent qu'elles se reconnaissent peu dans le programme Blanc actuel, pourtant théoriquement ouvert à des travaux innovants en partenariat public/privé.

Bioénergies (PNRB)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme National de Recherche sur les Bioénergies visait les objectifs suivants :

- élargir le périmètre des bio-ressources mobilisables et économiquement acceptables pour la production de bioénergies. ;
- renforcer la recherche et développement de nouvelles filières technologiques de conversion énergétique de la biomasse ligno-cellulosique par voie thermochimique et biologique pour la production de biocarburants de 2nd et 3^{ème} génération ;
- renforcer la recherche et favoriser les technologies de rupture, sur la production de bio-hydrogène et de lipides par voie biologique ;
- renforcer les évaluations socio-technico-économiques et environnementales, tant au niveau des filières technologiques, des systèmes bioénergétiques, que de l'impact du développement des bioénergies sur l'économie, la société et l'environnement.

Il s'agissait aussi de renforcer les partenariats publics-privés et de structurer la communauté française publique et privée sur les bioénergies.

AXES THEMATIQUES

- Ressources ligno-cellulosiques
- Conversion par voie thermochimique
- Conversion par voie biologique
- Évaluation socio-technico-économique et environnementale

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Ressources ligno-cellulosiques	0	0
Conversion par voie thermochimique	4	2 731
Conversion par voie biologique	4	3 399
Evaluation socio-technico-économique et environnementale	1	542
Total	9	6 672

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	46	6 672
Entreprises	14	854

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Sur le sujet des ressources, le projet **REGIX** (2005) a permis d'établir un référentiel multicritère de ressources variées pour toute la France, accessible par internet, en mettant au point ou en améliorant des outils de spatialisation et de quantification. Il y a intégré des cultures encore peu

modélisées en France (Miscanthus, Eucalyptus...). Il a également analysé l'adéquation de la qualité de la ressource aux technologies de conversion (thermochimique, biologique). Ce projet a été l'occasion de faire dialoguer pour la première fois forestiers, laboratoires publics et entreprises autour de la biomasse à vocation énergétique.

Dans le domaine de la conversion de la biomasse par voie thermochimique, le projet **BIOSTAR2** (2006) a mis au point un procédé pour la production d'hydrogène, destiné à alimenter des piles à combustible de type PEM, à partir du reformage d'éthanol dans un réacteur catalytique à membrane métallique (RCM). La caractéristique importante du procédé est sa capacité à traiter la biomasse humide, ce qui permet une plus grande efficacité de la gazéification.

Sur la thématique « Conversion de la biomasse par voie biologique », le PNRB a financé cinq projets sur le traitement enzymatique de la biomasse ligno-cellulosique pour la production de biocarburants liquides de 2nd génération et trois projets de rupture visant au développement de biocarburants de la 3^{ème} génération.

Le projet **SPPECABBE** (2005) visait à optimiser le prétraitement du substrat pour en faciliter l'hydrolyse enzymatique, tout en minimisant les produits de dégradation risquant d'inhiber la fermentation éthanolique. Ce projet a créé des compétences et des partenariats dont les travaux sur l'éthanol cellulosique se poursuivent, notamment dans le cadre du projet démonstrateur Futurol.

Le projet **BIOSOLIS** (2007) a permis la conception et le développement d'un photo-bioréacteur utilisant la lumière solaire, extrapolable à l'échelle industrielle, pour l'ensemble des productions de vecteurs énergétiques par des microorganismes photosynthétiques. Ces travaux ont conduit à la demande de dépôts de deux brevets, l'un portant sur le PBR à film ruisselant (Algofilm), l'autre sur le dispositif de contrôle de la température de photo-bioréacteur solaire à éclairage direct.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	13
Nombre de brevets	1

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

De 2005 à 2007, le PNRB a financé 32 projets de recherches sur la plupart des problématiques de recherche nécessaires au développement des bioénergies en France. Il a permis de créer une réelle communauté partenariale publique/privé comme ont pu l'attester les séminaires PNRB/BIO-E organisés annuellement.

Ce programme s'est révélé très fédérateur dans le regroupement d'équipes de recherche phare de certaines communautés (la ressource, les microalgues) autour de projets multidisciplinaires. Par exemple, les projets traitant de la conversion biologique ont su mobiliser des biochimistes, microbiologistes, chercheur en génie des procédés ou modélisation. Ce regroupement de compétences autour de projets thématiques dont les objectifs sont très ciblés a servi très certainement de base à la construction de projets plus ambitieux au niveau national, financé notamment par les Investissements d'Avenir (projet Greenstars par exemple).

Ce programme ANR, suivi du programme Bio-E (Bioénergies), a servi à la mise en place, au niveau national, de grands projets préindustriels (FUTUROL, GAYA et BioTfuel), ayant comme

objectif de combler le retard français sur les savoir-faire technologiques des filières de deuxième génération.

Le PNRB a par ailleurs permis de lancer une nouvelle communauté scientifique vers la production d'hydrogène et de bio-lipides par voie biotechnologique (3^e génération).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le PNRB a couvert l'essentiel des thématiques de recherche et verrous, nécessaires au développement des filières de 2^e et 3^e génération, à savoir :

- Évaluation des gisements disponibles (REGIX, ECOBIOM),
- Mobilisation du gisement (MOBIPPE, OMICAGE),
- Évaluation des filières sur critères environnementaux, socio-technico-économiques (ANABIO, BIOMAP),
- Prétraitements, avant conversion thermochimique de la biomasse (PRECOND, PYROPLASM, TORBIGAP, ECOHDOC),
- Conversion par gazéification (CINE-HT, INORGANIKES, GALACSY, SUPER-BIO),
- Purification des gaz de synthèse (ANAPUR, EPURGAZ, THERMOCAPT),
- Liquéfaction directe vers substitut du gazole (LIGNOCARB),
- Prétraitements, avant production de bioéthanol 2G, par conversion biologique de la biomasse (SPECABBE),
- Hydrolyse enzymatique de la biomasse (HYPAB, E-TRICEL, PBEIP),
- Procédés de fermentation pour la production de bioéthanol 2G (FASST, FHPB),
- Production de lipides pour l'élaboration de biodiesel/substitut au kérosène 3G (SHAMASH, LIPICAERO),
- Production d'hydrogène par voie microbiologique fermentaire (ACETO-H2), par voie microbiologique photosynthétique (DIVHYDO, BIOSOLIS, HYLIOX), et par vaporeformage du bioéthanol (BIOSTAR-2).

Il convient à l'avenir d'amplifier le caractère technologique des projets dans le domaine de la conversion thermochimique de la biomasse ligno-cellulosique, de développer les co-valorisations matière et énergie, dans le contexte des bio-raffineries, afin d'assurer la viabilité économique des filières, de développer les savoir-faire technologiques dans la filière de 3^e génération et de mettre en place des collaborations internationales vers des partenariats ciblés.

Énergie dans le Bâtiment (PREBAT)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Avec pour objectif la contribution à une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre dans les bâtiments, les appels à projets PREBAT, visant le développement de briques technologiques, 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 passifs et à énergie positive (post-2020, neuf et existant).

Le programme était cofinancé par l'ADEME.

AXES THEMATIQUES

Aux trois premiers axes ouverts dès 2005, est venu s'ajouter en 2006 un quatrième axe consacré à la modélisation et à la simulation.

- Les composants d'enveloppe et de structure ;
- Les équipements énergétiques du bâtiment ;
- Les approches techniques transversales ;
- Les outils de modélisation, de simulation et d'aide à la conception.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Les composants d'enveloppe et de structure	5	2 184
Les équipements énergétiques	4	1 373
Les approches techniques transversales	2	714
La modélisation et la simulation	1	653
Total	12	4 924

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	61	4 924
Entreprises	20	1 723

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

L'objectif du projet **BARISOL** (2006) était de comprendre les facteurs pertinents de la performance des enveloppes de super isolant sous vide du point de vue de leurs propriétés thermiques et barrières (à l'air et à la vapeur d'eau), tout en s'assurant de la durabilité de leur performance sur plus de 50 ans. Ce travail a permis d'optimiser les constituants et la structure et de réaliser les premiers prototypes de complexes barrières idéaux en adoptant des stratégies de production minimisant les défauts des couches métallisées. Les acquis du projet sont le développement en France de compétences multidisciplinaires sur les complexes barrières pour

PIV et la mise sur le marché de complexes métallisés « performants ». Trois des quatre partenaires du projet BARISOL ont décidé de poursuivre leur collaboration.

L'autre voie pour le développement des super-isolants soutenue dès 2005 par l'ANR, à travers deux projets, celle des isolants nano-structurés (aérogel de silice, polyuréthane nano-structuré), a vu des suites, financés soit par l'ADEME, soit dans le cadre du FUI (projet Parex-IT) avec un produit qui devrait bientôt apparaître sur le marché.

Le projet **AMMPERe** (2007) a permis de développer un prototype d'appareil multifonctions (chauffage, ECS, ventilation, rafraîchissement) utilisant le solaire thermique et adapté aux besoins des maisons passives en France. Si le résultat du projet est un succès (dépôt de brevets notamment), l'industriel susceptible de le développer attend de mieux cerner le marché potentiel à l'horizon 2020.

La dynamique de recherche scientifique sur la modélisation a été relancée par **DYNASIMUL** (2006), dont l'ambition était d'initier une plateforme virtuelle de recherche – simulation réunissant les différents laboratoires de recherche compétents dans le domaine. Dans ce cadre, il s'agissait de développer des méthodes destinées à concilier les exigences de complexification et de précision relatives aux modèles physiques avec les contraintes des temps de calcul pour des applications professionnelles. Le projet a permis des avancées significatives pour réduire les temps de calcul sans pénaliser la qualité des résultats. Plusieurs autres projets ANR (SIMINTHEC, PLUME, SUPERBAT, FIABILITE) ont été lancés depuis 2008 pour poursuivre et approfondir ce travail.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	1 RICL, 14 Conférences invitées (sur 8 projets terminés)
Nombre de brevets (total)	4 (sur 8 projets terminés)

Il faut également signaler une très grande disparité entre les projets : les publications sont concentrées sur très peu de projets ; sur les deux premières éditions, trois projets représentent 80% des publications à RICL et 9 des 21 projets terminés n'en ont aucune.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Ce programme a été particulièrement bien accueilli par les acteurs du secteur, notamment les PME, les bureaux d'étude et les laboratoires publics, et a contribué à structurer la recherche sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments, qui était très faible en 2005.

Avec la mise en place concomitante du programme interministériel PREBAT et la création de l'INES, ces appels à projets ont permis de rendre visible une communauté de recherche susceptible d'aider à répondre aux enjeux que fixe le Grenelle de l'environnement dans le secteur du bâtiment.

Notons la montée en puissance du CEA sur ces sujets (quasiment absent en 2005 – 2 projets sur les 13 sélectionnés, le CEA était partenaire de 6 des 12 projets 2007, dont 3 en tant que coordinateur) ainsi que la (ré)affirmation d'une ambition et d'une activité de recherche au CSTB, en parallèle à ces appels à projets PREBAT. L'action de l'ANR a renforcé cet effort collectif de cohésion générale. Toutefois, la recherche publique ne dispose que d'effectifs réduits et des alliances avec l'étranger devraient être envisagées pour la renforcer, notamment sur les aspects de modélisation, où la confidentialité des développements pose moins de problème vis-à-vis de la compétitivité et où la question des normes et de l'interopérabilité est centrale.

Sur le plan du développement technologique, on note que les industriels restent souvent frileux, attendant de voir comment vont se développer les marchés spécifiques aux bâtiments à basse consommation pour donner des suites industrielles à des projets ayant abouti à un premier prototype en laboratoire.

Si l'on s'intéresse à la participation des entreprises, on remarque qu'en dehors d'EDF (présent dans quatre projets dont deux en tant que coordinateur), les grands groupes sont quasiment absents : aucun des grands constructeurs nationaux de bâtiments n'est présent dans les projets financés. On note aussi l'absence des fabricants de matériaux pour les enveloppes qui ont pourtant une R&D sensiblement plus développée que la moyenne du secteur. Peut-être ont-ils préféré proposer leurs projets partenariaux au programme « matériaux et procédés » ou mener leurs travaux de R&D en direct sans passer par un financement incitatif de type ANR. Le PREBAT n'a réussi à toucher que deux types d'entreprises du secteur : les bureaux d'études thermiques et les sociétés développant des équipements énergétiques, de ventilation ou d'intégration des ENR (ALDES, ATLANTIC, CIAT, CLIPSOL, SUNLAND21...).

En termes de production scientifique, les résultats sont mitigés, les publications étant concentrées sur très peu de projets ; la plupart des projets, davantage axés vers l'aval, n'ont pas donné lieu à ce type de valorisation. Le nombre de brevets reste lui aussi très réduit (3 dépôts pour les projets terminés). En effet, un nombre significatif de projets (environ un tiers) ne sont pas destinés à développer une technologie, un produit ou un procédé industriel mais s'inscrivent dans une perspective d'appui aux politiques publiques d'efficacité énergétique, en se donnant pour objectif de développer des méthodes de conception, de modélisation et d'évaluation des performances de produits développés ailleurs.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce programme a permis de relancer une dynamique de recherche en suscitant une grande diversité de projets, avec un caractère partenarial très marqué. Ces projets étaient plus axés recherche « aval » et développement que recherche en rupture. Sur l'ensemble des trois éditions, le succès est mitigé, et le nombre limité de projets retenus par l'ANR est à l'image de cette faible qualité de l'offre de recherche. Toutefois, la consigne donnée à partir de 2006 aux équipes de recherche de s'organiser en partenariats plus structurants a partiellement porté ses fruits, se traduisant notamment par une augmentation de la taille moyenne des projets. Cette évolution a été plus marquée dans le programme HABISOL, lancé en 2008, qui a repris une partie de ces activités ainsi que les thèmes soutenus par le programme Solaire PV. Ce nouveau programme a toutefois été vécu comme l'assemblage assez artificiel de deux programmes aux problématiques et aux démarches scientifiques et techniques très disjointes.

Enfin, les approches socio-économiques, la prise en compte des interactions avec l'environnement extérieur et la question des relations entre usages et performances énergétiques, qui n'avaient quasiment pas été abordées dans le cadre des appels à projets PREBAT puis HABISOL, ont fait l'objet d'une réflexion pour être intégrées dans le nouveau programme 2011-2013 « villes et bâtiments durables ».

Solaire Photovoltaïque

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Comme les deux premiers appels à projets, la troisième édition (2007) du programme solaire photovoltaïque visait la réduction des coûts des cellules et des systèmes solaires photovoltaïques destinés à l'intégration aux bâtiments. Il s'agissait de faire progresser significativement le sujet en s'appuyant, d'une part sur la chimie et le génie des matériaux pour les cellules photovoltaïques et d'autre part sur l'intégration des composants (modules, connectique, onduleurs...) dans des systèmes standardisés destinés aux bâtiments. L'édition 2007 avait donné la priorité aux matériaux et dispositifs en silicium et aux dispositifs en couches minces. Le but était aussi de mettre en réseau les meilleures équipes de recherche et d'atteindre un niveau critique national.

AXES THEMATIQUES

- Les matériaux et dispositifs en silicium cristallin
- Les matériaux et dispositifs en couches minces
- Les nouveaux concepts
- Les systèmes complets et leurs composants

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Silicium cristallin	2	2 233
Couches minces	2	1 821
Nouveaux concepts	2	1 650
Composants et systèmes	1	708
Total	7	6 412

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	36	6 412
Entreprises	9	1 410

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Le projet **MULTIXEN** s'intéressait au potentiel du silicium d'origine métallurgique de type n pour des applications photovoltaïques. Il visait deux développements majeurs : la fabrication de lingots de silicium de type n (avec des propriétés spécifiques en termes de concentration en impuretés dopantes et métalliques) et la maîtrise de procédés de fabrication de cellules adaptés à ce matériau. La purification plasma a permis d'atteindre des teneurs en bore très faibles. Des rendements cellules entre 12 % et 13,8 % ont été obtenus. Le projet a ainsi permis de maîtriser des procédés industriels de fabrication de cellules en silicium multicristallin de type n, depuis la cristallisation du lingot jusqu'à la caractérisation du module.

Afin d'économiser de la matière première, le projet **RUBANSOLAIRE** avait pour objectif de développer un procédé de croissance de ruban de silicium (RST) de faible épaisseur (< 100 µm), et

de réaliser des cellules minces à contacts en face arrière (RCC) à rendements relativement élevé (> 16 %). Si le rendement final est en deçà des espérances (13%), le projet a permis de lever un verrou technologique, celui de la maîtrise complète du tirage d'un ruban de faible épaisseur. L'ensemble des résultats confortent le potentiel technique du procédé RST comme seul ruban capable de produire directement des plaques quasi-planes de 100 µm d'épaisseur avec une cible de rendement de conversion de 15%.

Dans le domaine des nouveaux concepts photovoltaïques, le projet **SPARCS** a permis de développer des méthodologies nouvelles permettant de concevoir et de réaliser des cellules solaires à cristaux photoniques. La méthodologie de conception est fondée sur l'utilisation de nouveaux logiciels pour calculer l'absorption dans chaque couche, éventuellement structurée, et modéliser le comportement électrique de ces dispositifs. Cet ensemble méthodologique est unique, et fait que les résultats obtenus dans SPARCS sont à l'état de l'art international. Une nouvelle filière technologique permettant d'intégrer des procédés de micro/nano-fabrication pour réaliser de véritables cellules solaires « photonisées » devrait être développée à partir de ces acquis.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	5 RICL par projet terminé 9,6 conférences invitées par projet terminé
Nombre de brevets	2 (pour 5 projets)

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme Solaire photovoltaïque de l'ANR doit être reconnu comme un succès. Ce programme a réussi à attirer de nouvelles équipes de recherche (chimistes, spécialistes des nanomatériaux, de l'électronique) qui travaillaient auparavant dans d'autres domaines. Il a été reconnu comme fédérateur 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. Elle détermine fortement l'orientation des travaux de recherche du secteur public. La création d'un programme dédié à l'ANR a permis de rejoindre le peloton de tête des pays qui consacrent d'importants budgets de recherche au développement du photovoltaïque, en restant toutefois encore loin de l'Allemagne.

L'appel à projets 2007 n'avait donné lieu qu'à 21 réponses, un nombre sensiblement en baisse par rapport à aux éditions précédentes. En revanche, la taille des projets avait augmenté en termes de nombre de partenaires et de crédits demandés. Les projets 2007 sont davantage partenariaux. Sur les 7 projets, 5 avaient été labellisés par des pôles de compétitivité (essentiellement Tenerrdis en Rhône Alpes et Capenergie en PACA). Les fortes fluctuations de l'offre de recherche sont davantage liées à une saturation temporaire d'une communauté de taille réduite (environ 200 chercheurs français) qu'à un désintérêt pour ces thématiques.

Les milieux universitaires et le CNRS sont toutefois très actifs, notamment sur les filières en émergence (couches minces, matériaux organiques et nano-structurés) et obtient des rendements de cellules parmi les meilleurs au monde dans ces filières. Le CEA joue également un rôle structurant. Il est présent dans 80% des projets de recherche proposés à l'ANR, et joue un rôle moteur pour le développement d'une filière silicium nationale, avec la constitution à partir de 2006 d'un centre maintenant reconnu à l'échelle européenne, l'INES à Chambéry.

En effet, 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. Parallèlement à l'INES, les laboratoires franciliens, qui avaient principalement misé sur les couches minces, se sont fédérés, ce qui a notamment abouti à la création de l'IEED IPVF en 2011, soutenu par EDF et Total. Cet IEED s'appuie sur des acquis de projets ANR financés dès 2005 (ATOS, CISEL). Plusieurs startups ont aussi été créées à la suite ou en relation avec des projets ANR.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un des challenges pour la valorisation des résultats de ces projets sera de passer au stade du pilote industriel et permettre le développement d'une industrie nationale compétitive. C'est l'objet de l'appel à manifestation d'intérêt des Investissements d'Avenir confié à l'ADEME.

Il est encore prématuré d'en tirer des conclusions pour les perspectives économiques ouvertes, sachant que la phase valorisation des projets terminés ne fait que débiter. Toutefois, plusieurs de ces projets proposent des perspectives intéressantes, soit en termes de développement de procédés industriels prometteurs, soit en termes de maturation d'une technologie qui sera prochainement mise sur le marché.

Les grands groupes sont des bénéficiaires importants des projets ANR mais ont des stratégies totalement internationalisées (par exemple, Saint-Gobain effectue l'essentiel de sa recherche sur les couches minces en Allemagne). A la recherche des meilleures compétences au niveau mondial, ils viennent souvent à l'ANR pour « tester » les équipes publiques françaises (ainsi Saint-Gobain est présent dans 3 projets ANR sur les couches minces photovoltaïques). Ils sont davantage présents dans les projets de recherche sur les filières à moyen ou long terme (couches minces et troisième génération).

Les PME sont davantage dépendantes des aides ANR pour lancer ou consolider leur activité photovoltaïque. L'ensemble de ces PME couvre un large spectre, qui va de la production de silicium à l'intégration dans des modules et au développement de panneaux/toiture. Ces PME sont assez fragiles (cf. la mise en redressement judiciaire de Silicium de Provence ou la récente faillite du « champion » du DOE, Solyndra), les tickets d'entrée étant très élevés pour les nouveaux entrants industriels, avec une concurrence internationale féroce. L'aide à la R&D est un levier important, notamment pour les start-up et les nouveaux entrants.

Le programme Solaire photovoltaïque s'était donné des objectifs de réduction du coût des cellules et d'intégration à l'habitat. Pour aller plus loin dans cette démarche, il avait été décidé pour 2008 de fusionner cet appel avec celui concernant l'efficacité énergétique dans le bâtiment en un seul programme, HABISOL (Habitat Intelligent et Solaire photovoltaïque).

Toutefois, l'expérience d'HABISOL a montré qu'il existe peu d'intérêts scientifiques partagés entre la communauté du photovoltaïque (qui travaillent principalement sur les procédés industriels et les matériaux pour la production des cellules) et la communauté de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Le domaine de la gestion de l'énergie électrique et de l'intégration du photovoltaïque a du mal à émerger au niveau des projets de recherche.

Ces constats ont conduit à rapprocher, au sein du programme PROGELEC 2011-2013, le photovoltaïque des systèmes de production, transport et gestion (y compris le stockage électrochimique, qui avait donné par le passé lieu à plusieurs projets du programme Solaire PV) de l'énergie électrique, où les synergies scientifiques et techniques sont plus évidentes.

Stockage de l'énergie (Stock-E)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme « stockage de l'énergie », lancé en 2007, est transverse à la programmation énergie de l'ANR en ce sens qu'il apporte des contributions importantes ou décisives pour le développement des nouvelles technologies de l'énergie : électrification des véhicules terrestres, réponses à l'intermittence des énergies renouvelables pour l'électricité ou la chaleur. Il visait à encourager des projets en rupture scientifique, voire technologique, tout en renforçant les partenariats entre la communauté scientifique et industrielle.

AXES THEMATIQUES

- Stockage électrochimique de l'énergie (batteries, supercondensateurs)
- Stockage de la chaleur (basse et haute température)
- Stockage mécanique de l'énergie

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Stockage électrochimique	8	4 995
Stockage de la chaleur	2	1 245
Total	10	6 240

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	42	6 240
Entreprises	8	1 511

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Le projet LIO (faisabilité d'une batterie Lithium Air) était un projet de recherche fondamentale ambitieux, coordonné par EDF R&D avec le CNRS et Saft comme partenaires, qui visait à démontrer qu'une rupture était possible dans le domaine des batteries à haute autonomie pour véhicules. Il s'agissait d'établir la faisabilité d'une batterie lithium-air, dont on espérait une énergie spécifique de l'ordre de 500 Wh/kg (contre 200 pour les batteries lithium classiques), avec une durée de vie de 300 cycles en atmosphère décarbonatée. Si les objectifs finaux n'ont pas été atteints, le projet a obtenu des résultats très supérieurs à ce qui avait été obtenu jusqu'à présent dans ce domaine, et ce dans des atmosphères non décarbonatées, avec 4 brevets déposés. Ce projet fait l'objet d'une suite, avec un partenariat élargi, financée dans le cadre de l'édition 2010 de Stock-E.

Les batteries « tout solide » présentent un fort intérêt car elles peuvent permettre d'apporter une solution fondamentale aux problèmes de sécurité et environnementaux des batteries Li-ion, tout en ouvrant de nouvelles applications. Le projet CERALION (Ceramic Li-ion batteries

manufactured by Spark Plasma Sintering), porté par le CNRS (laboratoire CEMES) visait à démontrer la possibilité de développer une telle technologie par le biais du Frittage Flash ou Spark Plasma Sintering (SPS). L'ensemble des résultats a confirmé la possibilité d'obtenir des batteries « tout solide » en une étape par SPS. Ce travail ouvre, dans un premier temps, la voie pour l'intégration de la technologie « tout solide » dans certains marchés de niche, notamment pour les applications haute température des batteries lithium-ion.

Le projet **ABHYS** (consortium d'universitaires mené par l'Université de Nantes, associé à la société Batscap) visait à développer une technologie alternative plus écologique et industriellement viable de supercondensateurs, consistant à coupler une électrode négative de carbone à une électrode positive à base de dioxyde de manganèse dans un milieu aqueux neutre. Ce concept conduit à une amélioration de la densité d'énergie, ainsi que de la sécurité chimique et thermique. Les résultats montrent effectivement des améliorations parfois très substantielles des performances et de la sécurité intrinsèque, sans pour cela que l'on soit arrivé à une mise en forme complète du système industriel, notamment à cause des difficultés de réaliser de bonnes électrodes positives. Deux brevets ont été déposés. Ce projet a obtenu une suite concernant des systèmes flexibles dans le programme PROGELEC 2011.

Le projet **GEOSTOCAL** (GEO-STOkage de ChALeur : opportunités, optimisation et faisabilité du stockage de chaleur perdue en aquifère profond) visait à exploiter le surplus d'énergie produit par la centrale d'incinération d'Ivry-sur-Seine en saison hors chauffe, en le stockant via un doublet géothermique préexistant désaffecté dans la nappe du Dogger (1 600 m de profondeur) afin de le réutiliser en hiver sous forme de chaleur injectée dans le réseau de l'entreprise de chauffage urbain parisien CPCU. Le projet a démontré qu'il n'y avait pas, en l'état des connaissances, d'obstacles techniques à réaliser l'opération. Des idées originales de développement ont été proposées et pourraient faire l'objet d'un brevet. Le bilan économique reste toutefois insuffisant en l'état actuel des prix du gaz et d'un investissement déjà amorti. La méthodologie et les résultats de ce projet peuvent s'appliquer à d'autres situations.

Le projet **ALIDISSI** (Amélioration des batteries Lithium-Ion et Diagnostic In-Situ par Spectroscopie d'Impédance - IFP, CEA/INES, CNRS et une PME) avait pour objet de développer la Spectroscopie d'Impédance Electrochimique (SIE) comme moyen de diagnostiquer le niveau de charge et l'état de batteries lithium-ion, qui sont des diagnostics très importants pour le management des systèmes les utilisant. L'état des batteries a pu être évalué et plusieurs phénomènes de dégradation des performances ont été mis en évidence. Pour le niveau de charge, des résultats ont été obtenus moyennant un traitement mathématique des données.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	102 (tout types de publications)
Nombre de brevets	9

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Grâce au fort potentiel de compétences académiques existant à l'origine de Stock-E, ce programme a permis d'initier des projets ambitieux dans le domaine des batteries au lithium et

des supercondensateurs. Il faut notamment retenir la mise au point d'une batterie lithium-air fonctionnant en atmosphère carbonatée, la réalisation d'une batterie lithium par frittage flash et les performances prometteuses d'un supercondensateur à électrolyte aqueux. Dans le domaine de la chaleur, il semble que le stockage intersaisonnier puisse devenir une réalité à la faveur de l'augmentation du coût des sources énergétiques utilisées présentement.

Dès sa première édition, le programme Stock-E 2007 a permis de commencer à structurer des équipes de recherche académiques et industrielles dans le domaine des batteries électrochimiques et des supercondensateurs, mais surtout dans le domaine de la chaleur, où les collaborations étaient embryonnaires. Aujourd'hui, les premiers impacts se manifestent principalement à travers des suites plus ambitieuses, avec un renforcement de la participation des entreprises, de projets exploratoires financés en 2007, notamment dans les domaines des batteries lithium-air ou tout solide, des supercondensateurs à électrolyte aqueux, ainsi que du stockage de chaleur intersaisonnier par sorption.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Couvrant tous les aspects possibles du stockage de l'énergie, le programme Stock-E était unique dans le paysage européen de la recherche.

Une vaste révision de la programmation a été engagée en 2010 par le comité scientifique sectoriel énergie. Deux constats sur le rôle du stockage de l'énergie ont contribué à cette réflexion : le stockage est un maillon clé dans une meilleure gestion de l'électricité et le dimensionnement de ses modes de production. De même, le stockage de la chaleur apparaît une solution incontournable pour améliorer l'efficacité énergétique des systèmes industriels.

Dans cette remise à plat de la stratégie de programmation de l'ANR, les thématiques traitées dans Stock-E ont donc été redistribuées entre les programmes PROGELEC (production et gestion de l'électricité) pour le stockage électrochimique et SEED (systèmes énergétiques efficaces et décarbonés) pour le stockage de la chaleur. Il est à noter que les aspects « intégration système » et « réseaux électriques intelligents », figurant dans PROGELEC, avaient déjà été anticipés dans l'édition 2010 du programme Stock-E.

Comme il n'y a en effet pas de solution unique de stockage, tous les modes doivent être considérés et éventuellement combinés. C'est pourquoi les appels à projets futurs devraient intégrer la comparaison et la combinaison des modes de stockage. Il faudrait aussi anticiper les évolutions du paysage industriel national dans les 10 ans. Pour atteindre un tel objectif, d'autres concepts et systèmes devraient être inventés, comme par exemple, les batteries à base de matériaux actifs issus de la biomasse.

Transports terrestres (PREDIT)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme de recherche et d'innovation sur les transports terrestres comportait deux volets, les « transports intelligents » et les « véhicules propres et économes », avec chacun un appel à projets dédié. Ces deux appels étaient partenariaux.

Le premier appel avait pour objectif de faire émerger des projets scientifiques de qualité visant à améliorer la sécurité et la sûreté des transports et mieux réguler les flux de personnes et de marchandises. Le second appel avait pour objectifs la réduction de la consommation énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des émissions de polluants gazeux et particulaires, réglementés ou non réglementés, et la réduction des émissions sonores des modes de transports terrestres.

AXES THEMATIQUES

Les axes de l'appel « transports intelligents » étaient la sécurité des transports et la fiabilité des transports et leur bonne adaptation à la demande.

Les axes de l'appel « véhicules propres et économes » étaient la structure des véhicules et les approches globales de conception, les motorisations thermiques, électriques et hybrides.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Transports intelligents	15	10 200
Véhicule propre et économe	8	8 000
Total	23	18 200

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	97	18 200
Entreprises	35	5 900

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Dans le domaine des « transports intelligents », l'édition 2007 avait mis la priorité sur des projets relatifs aux problématiques de santé du conducteur, à caractère pathologique ou non. Les sujets tels que le vieillissement de la population, la prise de médicaments ou de substances illicites, les pathologies du sommeil ont donné lieu à de nombreuses propositions.

Dans ce registre, le projet **CESIR-A** s'est particulièrement distingué par ses résultats. Il avait pour objectif d'étudier le risque d'accident lié aux médicaments, en mettant en regard les données de remboursement des médicaments de l'Assurance Maladie avec celles sur les accidents de la circulation recueillies par les forces de l'ordre. Il s'agit de la plus importante étude

épidémiologique menée à ce jour sur ce sujet, avec plus de 70 000 conducteurs, impliqués dans un accident corporel sur une période de 3 ans (2005 à 2008). C'est aussi la première étude de ce type qui permette de comparer les consommations de médicaments chez les conducteurs responsables et non responsables d'accidents. Le projet a mis en évidence quantitativement l'influence de la prise de médicaments sur l'insécurité routière : 3% des accidents peuvent désormais être attribués à des prises de médicaments.

Dans le thème « véhicules propres et économes », trois projets ont obtenus des résultats remarquables. Les deux premiers concernent la motorisation hybride.

Le projet **ARCHYBALD** visait à étudier le potentiel et la faisabilité de chaînes de traction hybride pour réduire la consommation et les émissions polluantes de véhicules de transport lourds. Les résultats obtenus ont permis de définir une architecture basée sur une conception de dérivation de puissance sur un double train planétaire, jugée optimale sur des critères de potentiel d'innovation et de compacité, et un cahier des charges intégrant des contraintes (couple, vitesse, rendement, échauffement) ainsi que des profils de puissance basée sur l'analyse de missions types des véhicules.

Le projet **LIFEMIT** se place dans le contexte de l'utilisation de batteries de forte puissance pour l'optimisation énergétique des véhicules de transport lourd (ferroviaire, militaire). Son objectif était de développer une méthodologie de prototypage virtuel incluant la prise en compte de la gestion de la batterie pour optimiser les aspects durée de vie et fiabilité. L'élaboration de prototypes virtuels aux différentes étapes de développement doit permettre de réduire fortement les coûts de développement, puisque seul le prototype final est réalisé physiquement. Les résultats obtenus ont montré un très bon accord entre les modèles développés dans le projet et les résultats expérimentaux, ce qui a permis de valider le fonctionnement dynamique de l'algorithme de gestion du module de batterie et de son impact sur le vieillissement, permettant ainsi une augmentation de l'ordre de 30% de la puissance disponible, sans vieillissement prématuré.

Enfin le projet **SIGLE** a contribué au développement d'une méthodologie de simulation en rupture, la Simulation aux Grandes Échelles (SGE). Cette méthodologie fait l'objet de plusieurs projets ANR et son utilisation pour l'aide à la mise au point des moteurs automobiles représente un potentiel d'amélioration significatif de leurs performances. Suite aux travaux réalisés dans le cadre du projet, la faisabilité d'un calcul d'injection dans une configuration moteur réaliste a été démontrée.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	10
Nombre de brevets	1

Mesurés sur des données incomplètes à la date de septembre 2011, soit 4 projets terminés sur 8 sur l'axe « véhicules propres et économes » et 4 projets sur 15 sur l'axe « transports intelligents ».

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

La communauté scientifique du transport terrestre était déjà fortement structurée par l'existence depuis plusieurs années des programmes interministériels PREDIT.

C'est notamment le cas dans le domaine du moteur thermique où les incitations existent depuis de nombreuses années, ce qui se traduit par des propositions de recherche bien construites, à fort contenu technologique. On peut noter deux axes forts : un porte sur la modélisation de la combustion où la communauté, de premier niveau international, a été renforcée par les programmes ANR ; le second vise le post-traitement des gaz d'échappement, sujet qui continue à prendre de l'importance, dans le cadre de la prise en compte de la dimension globale des systèmes de motorisation et de la recherche d'un optimum entre réduction des consommations et réduction des émissions de polluants.

Dans le domaine des motorisations hybrides et électriques, les projets déposés en 2006 et 2007 étaient fortement axés sur les problématiques d'optimisation d'architecture, ce qui a permis à la communauté de constituer les bases scientifiques et techniques sur ce sujet émergent. Les programmes suivants se sont ensuite concentrés sur la résolution de verrous scientifiques et technologiques sur quelques éléments clefs de ces architectures : électronique de puissance, compatibilité électromagnétique, systèmes de stockage, verrous identifiés dans les projets systémiques antérieurs.

Sur la conception globale du véhicule, le peu de propositions est un signe de la faible structuration de la communauté scientifique dans ce domaine, que les programmes ANR transport n'ont pas réussi à faire émerger.

Dans le thème « transports intelligents » la communauté était toujours en cours de structuration en 2007. En effet cette sélection a mis la priorité sur des projets relatifs aux problématiques de santé du conducteur (à caractère pathologique ou non), avec des sujets tels que le vieillissement de la population, la prise de médicaments ou de substances illicites, les pathologies du sommeil. Les années suivantes ont vu la communauté se structurer fortement autour de deux axes :

- Les problématiques de sécurité liées à la détection des vulnérables (piétons, deux roues). Ces dernières apparaissent aujourd'hui comme des priorités en termes de politique publique de sécurité routière eu égard au fort taux d'accident dans ces catégories.
- L'optimisation des réseaux de transport par des approches systémiques. La montée en puissance de ce type d'approche est en effet permise par l'augmentation des capacités de calcul et intéressent pour leur capacité d'optimiser en même temps plusieurs gammes de problématiques (gestion de l'énergie, des émissions de CO₂, de la congestion...) sur plusieurs échelles (véhicule, réseaux de transports...)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'année 2008 a donné lieu à un nouveau programme intitulé VTT (Véhicules pour les Transports Terrestres). Il s'agit d'un programme regroupant la majorité des priorités des programmes précédents. Il a été fortement conçu dans le cadre de la fin du Predit 3 et de la préparation de Predit 4. Ce programme donne une part importante aux aspects énergétiques compte tenu de l'impact des transports sur l'environnement et des toutes récentes priorités en matière de Grenelle de l'environnement.

Par la suite, le programme transport a évolué en 2011 pour s'ouvrir aux interfaces entre le véhicule et l'infrastructure et les usagers de modes de transport, de manière à intégrer à des approches systèmes plus globales. Ce nouveau programme appelé TTD (Transports Terrestres Durables) s'est ainsi organisé en trois axes thématiques gigognes : les groupes motopropulseurs, les véhicules de transport, les systèmes de transport. Aussi, TTD était ouvert aux projets européens issus de l'ERA-NET+ Electromobilité. En 2012, le programme transport évoluera encore avec une ouverture aux domaines aériens et naval visant à favoriser un effet de fertilisation croisée entre ces domaines et ainsi stimuler l'apparition de nouveaux projets innovants et en rupture. Il perdra

donc son exclusivité terrestre et changera de nom pour devenir TDM (Transports Durables et Mobilité).

Biologie et Santé

Biologie et Santé

Dans le domaine Biologie et Santé, les programmes de l'ANR sont conçus afin de soutenir les travaux de toutes les communautés de recherche. Ils prennent donc en compte les domaines d'intérêt de chacun des acteurs. Dans les domaines de la biologie fondamentale et de la recherche biomédicale, les programmes de l'ANR ne concernent toutefois pas certains domaines thématiques spécifiquement couverts par d'autres agences nationales, tel le cancer, qui est du ressort de l'Institut National du Cancer (INCa), le SIDA, la tuberculose, les hépatites et le paludisme, qui sont du ressort de l'Agence Nationale de Recherche sur le SIDA (ANRS), et les études cliniques potentiellement éligibles pour un financement par le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) de la Direction Générale de l'Offre de Soins (DGOS).

En 2007, comme au cours des deux années précédentes, les programmes thématiques en biologie et santé ont couvert les grands domaines de la recherche biomédicale. Ils représentaient 76% du budget du secteur biologie santé, le reste se distribuant entre le programme non thématique (20%) et les programmes transnationaux (4%).

Tous les programmes du secteur biologie santé peuvent prendre en considération des projets relevant de la biologie fondamentale, de la recherche biomédicale, du développement d'outils d'investigation, ou d'un processus de valorisation. Ces différents aspects sont toutefois concernés à des degrés divers selon la nature et les ambitions du programme. Les programmes thématiques ouverts dans les années 2005 à 2007 étaient destinés pour les uns à soutenir la recherche sur les grandes pathologies (51% du budget du secteur), et pour les autres à favoriser la valorisation de la recherche à travers des partenariats entre équipes académiques et industrielles (25% du budget).

Recherches sur les grandes pathologies

- Les recherches en microbiologie, immunologie et sur les maladies infectieuses ont été financées dans un programme dédié (MIME), doté en 2007 d'un budget de 10,7 M€.
- De façon semblable, les recherches en neurosciences ont été soutenues dans un programme spécifique (NEURO) avec un financement annuel de 18,6 M€.
- Les recherches sur la physiopathologie des maladies communes (PHYSIO) ont bénéficié d'un soutien de 12,4 M€, et les recherches sur les maladies rares (MRAR) de 8,2 M€. Considérant que les problématiques étaient proches et les méthodologies communes, ces programmes ont été réunis en 2008 dans le programme GENOPAT.
- Le programme dédié à la Physique-Chimie du Vivant (PCV) a reçu un financement de 17,2 M€ en 2007.
- Dans la dynamique du Grenelle de l'environnement, un programme Santé-Environnement, Santé-Travail (SEST) a été créé dès 2005 pour soutenir les recherches sur les impacts environnementaux et sociaux sur la santé. Ce programmes a bénéficié d'un budget de 6,2 M€ en 2007.

Les 198 projets financés en 2007 dans le cadre des programmes thématiques nationaux concernaient 498 équipes académiques et 2 entreprises. Ils ont produit à ce jour 746 publications dans des journaux à comité de lecture internationaux et 28 brevets, soit en moyenne 3,8 publications et 0,14 brevet par projet.

Les programmes thématiques s'adressant aux grandes pathologies ont été poursuivis au cours des années suivantes avec des soutiens équivalents. Ils ont été inclus dans le programme non

thématique à partir de 2010 sous la forme de comités d'évaluation spécifiquement dédiés à ces domaines (comités des Sciences de la Vie de la Santé et de l'Environnement, SVSE).

Valorisation de la recherche

L'ANR s'est dotée dès sa création en 2005 de trois programmes en Biologie et Santé spécifiquement destinés à favoriser la valorisation de la recherche. Chacun de ces programmes répond à un objectif précis.

- Le programme Emergence (6,6 M€ en 2007) s'adresse à des équipes académiques dont les travaux ont un potentiel important pour conduire à des applications industrielles. Le soutien apporté est destiné à fournir les moyens nécessaires pour passer d'une preuve de concept à un business plan, lequel comprend nécessairement l'implication d'une entreprise industrielle.

Deux programmes destinés à favoriser le partenariat entre des équipes académiques et industrielles ont été instaurés dès la création de l'ANR. Ils impliquent la participation d'une entreprise industrielle au projet de recherche, laquelle est censée assurer à terme la mise sur le marché d'un produit issu des recherches soutenues par l'ANR. Ces programmes peuvent aider à l'évaluation clinique de produits destinés à être mis sur le marché dans le cadre d'un essai de phase I, mais ne concernent pas les essais cliniques de grande ampleur en phase II ou III.

- Le programme Recherche Nationale pour les Technologies pour la Santé (RNTS), créé en 2005 et poursuivi sans interruption depuis 2006 sous l'appellation Technologies pour la Santé (TecSan), soutient les recherches sur l'instrumentation médicale. Il a été doté en 2007 d'un budget de 18 M€. Les recherches financées par TecSan concernent une communauté très active en France, mais peu structurée. Ce programme s'adresse à tous les domaines de la médecine liés à l'investigation diagnostique et au traitement: robotique pour l'aide à la chirurgie, assistance au handicap, instruments de mesure de paramètres biologiques, imagerie corporelle, ou télémédecine. Son objectif est d'aider à la conception de produits innovants susceptibles de promouvoir les entreprises françaises concernées.
- Le programme d'aide au développement des biotechnologies (Recherche et Innovation en Biotechnologies, RIB), soutient depuis 2005 les collaborations entre équipes académiques et industrielles travaillant dans le domaine des biotechnologies. Ce programme a été doté d'un budget de 16,2 M€ en 2007. Il finance des études précliniques destinées à conduire à terme à la mise sur le marché des produits issus des biotechnologies pour le diagnostic, le pronostic ou le traitement. Trois projets financés par ce programme en 2007 concernaient le développement de vaccins.

Les 85 projets financés en 2007 dans le cadre des programmes de valorisation de la recherche concernaient 271 équipes académiques de 67 entreprises. À ce jour, ils ont produit 111 publications dans des journaux à comités de lecture et 38 brevets, soit une moyenne de 1,3 publications et 0,5 brevet par projet.

La grande majorité des projets soutenus dans les années 2005 à 2007 sont aujourd'hui terminés, offrant la possibilité de dresser un bilan des 29 appels à projets nationaux publiés dans le domaine au cours de cette période. Les 1 397 projets financés ont permis de soutenir les recherches de 3 240 équipes avec un budget total de 469 M€. L'aide apportée à 221 entreprises, parmi lesquelles 91 étaient labellisées par un pôle de compétitivité, a atteint 52 M€. Un suivi sur plusieurs années des équipes académiques et des entreprises soutenues dans ces programmes permettra d'apprécier l'impact des financements distribués par l'ANR sur la dynamique de la recherche française en biologie et en santé.

Emergence et maturation de projets de biotechnologies à fort potentiel de valorisation

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme a pour objectifs d'identifier et de financer des projets portant sur des applications en santé humaine, agronomie et environnement issus des entités de recherche académique et ayant pour but de réaliser des développements et études complémentaires visant à consolider la preuve de concept d'un produit ou d'une technologie innovante présentant un fort potentiel de valorisation.

AXES THEMATIQUES

- Nouveaux produits thérapeutiques (médicaments, produits biologiques...).
- Nouveaux vaccins et nouvelles approches en immunothérapie.
- Produits de diagnostic en santé.
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels pour la production de biomolécules et de bio-médicaments.
- Outils technologiques pour la recherche en biotechnologie.
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine de l'agronomie
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine de l'environnement.
- Biocapteurs et instrumentation biomédicale.
- Système d'imagerie médicale et thérapie guidée par l'image.
- Dispositifs implantables et biomatériaux.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Nouveaux produits thérapeutiques	11	2 344
Nouveaux vaccins et immunothérapies	2	332
Produits de diagnostic en santé	7	1 132
Outils technologiques pour la bioproduction	2	395
Outils technologiques pour la recherche	2	299
Outils technologiques pour l'agronomie	2	332
Outils technologiques pour l'environnement	1	208
Biocapteurs et instrumentation biomédicale	5	1 003
Imagerie médicale	2	270
Dispositifs implantables et biomatériaux	2	314
	36	6 629

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	59	6 629
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

CancerNet: Nouvelle stratégie anti-tumorale par inhibition de l'interaction Netrin-1 / récepteurs. Le but de ce projet était, afin de pouvoir débiter des tests de médicaments en phase préclinique, de montrer (i) qu'un grand nombre de cancers se développent en produisant de la Netrin-1 par eux-mêmes et (ii) qu'il est possible d'induire la mort des cellules tumorales et donc une régression des tumeurs en inhibant l'interaction Netrin-1 / récepteurs.

Les résultats obtenus au cours de ce projet ont permis la publication de 5 articles dans des revues scientifiques de haut niveau, l'obtention de deux brevets internationaux et la cession d'une licence d'exploitation à NETRIS Pharma, start-up créée en 2008. Un projet industriel a été financé dans le programme BiotecS en 2008 et un projet annexe à celui-ci financé dans le programme Emergence Bio en 2009.

METRODOLORIS. Étude et développement d'un prototype pour l'évaluation de la douleur chez l'homme basé sur l'analyse de la variabilité du risque cardiaque. L'évaluation de la douleur est difficile chez le patient inconscient, anesthésié ou non communiquant, car les paramètres habituellement utilisés dans de telles circonstances ne sont ni sensibles ni spécifiques des phénomènes douloureux. L'objectif du projet était le développement d'un dispositif médical pour la mesure du niveau de douleur, basé sur un procédé d'analyse de la variabilité instantanée du rythme cardiaque.

Le projet a permis de développer un moniteur consacré à l'anesthésie pour l'évaluation du niveau d'analgésie. Il a également permis de mettre en place des études cliniques au CHRU de Lille pour la validation de ce prototype dans différents types de chirurgie. Le projet MetroDoloris a permis l'incubation d'une start-up au sein du Bio-Incubateur Eurasanté. Une étude de marché a révélé un fort potentiel de valorisation, en particulier sur le marché du monitoring de l'anesthésie, mais également sur les segments de la néonatalogie et de l'obstétrique. Le projet a été retenu dans le cadre du concours national de création d'entreprises de technologies innovantes, édition 2009, en catégorie « en émergence » et en 2010 en catégorie « création-développement ». La société MetroDoloris a vu le jour au deuxième trimestre 2010.

Orthosens. Développement d'orthèses à « retours sensoriels ». Une orthèse immobilise un segment corporel afin de permettre la réparation des tissus osseux, articulaires ou musculaires endommagés. L'originalité du projet ORTHOSENS consiste à développer une nouvelle génération d'orthèses à « Retours Sensoriels » qui, tout en remplissant leur fonction thérapeutique (immobiliser), continueront à alimenter le cerveau en informations sensorielles de mouvement (mouvement virtuel). La méthode vise à réduire de façon significative la durée habituelle de la réadaptation.

L'étude de l'impact cérébral des Orthèses à « Retours Sensoriels » par Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) montre une préservation des réseaux corticaux de commande et de représentation du mouvement chez les sujets immobilisés et traités par rapport aux sujets n'ayant pas bénéficié de retours sensoriels « neuromimétiques ». Au plan fonctionnel, cet effet se manifeste par un gain de mobilité de l'articulation du poignet au retrait de l'orthèse conduisant à une réduction du temps de rééducation.

Cinq articles ont été publiés, et un brevet national a été déposé en 2008 (international en 2010). Un contrat d'option de licence a été signé en janvier 2011 avec la Société Thuasne, leader européen des textiles médicaux et des orthèses d'immobilisation. Il comprend un programme de co-développement industriel d'Orthèses à « Retours Sensoriels » et la réalisation d'un essai clinique

multicentrique randomisé visant à valider les bénéfices thérapeutiques des Orthèses à « Retours Sensoriels » (soutenu par OSEO).

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	51
Nombre de brevets	19
Création d'entreprises	6
Licences accordées à des industriels	9

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme Emergence et maturation de projet à fort potentiel de valorisation, initié en 2005, a une grande visibilité en France. Il est aujourd'hui attendu par de nombreux chercheurs et par les structures de valorisation des établissements publics de recherche et d'enseignement supérieur comme l'indique l'arrivée de partenaires appartenant à de nouveaux établissements (en particulier de nouvelles Écoles, Universités, CHU, ...)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les résultats déjà obtenus démontrent, comme pour l'édition 2006, que cet objectif est en grande partie atteint avec 19 nouveaux brevets (en majorité internationaux) déposés, 6 entreprises déjà créées et 9 licences accordées à des industriels. Il semble donc que non seulement le processus de sélection a permis d'identifier des projets adéquats mais également que la typologie des projets (taille, budget,...) correspond aux besoins des équipes du domaine des biotechnologies désireuses de valoriser leur recherche.

Ces résultats, tant qualitatifs que quantitatifs, encouragent à continuer ce programme et à l'étendre au-delà des biotechnologies à d'autres secteurs d'applications. L'extension de l'appel Emergence à d'autres thématiques que la biologie a été commencé en 2007 avec l'inclusion des technologies pour la santé. Depuis 2010, une extension encore plus large permet d'expérimenter le concept Emergence dans d'autres thématiques, telles que l'énergie, les matériaux ou les STIC.

Longévité et Vieillesse

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce nouveau programme avait pour objectif de permettre une meilleure compréhension de la longévité et du vieillissement de l'homme grâce à :

- L'étude du vieillissement des organes de manière isolée ou combinée et l'identification de marqueurs prédictifs du vieillissement (dont les facteurs de vulnérabilité) chez l'homme sain, fragile, à risque et malade.
- L'étude des grandes fonctions cognitives et des troubles comportementaux au cours du vieillissement normal, du très grand âge et du vieillissement pathologique.

AXES THEMATIQUES

- Recherche, chez l'homme sain ou malade, de facteurs prédictifs et de biomarqueurs qualitatifs ou quantitatifs du vieillissement des organes.
- Étude des grandes fonctions cognitives (mémoire, attention, fonctions exécutives, conduites langagières et émotionnelles...) et des troubles comportementaux (principalement psychiatriques) au cours du vieillissement normal, du très grand âge et du vieillissement pathologique.

Ces axes thématiques n'ont pas été utilisés pour la soumission des projets.

PROJETS ET PARTENAIRES FINANCES

7 projets ont été financés (17 partenaires académiques) pour un montant d'aide de l'ANR de 2,4 M€

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

ESPRITVIE. Interaction between genetic vulnerability, biological dysregulation and stress in late-life depression. Les résultats principaux du projet montrent que :

- Les hormones stéroïdes protègent les femmes ménopausées vis-à-vis de la dépression, du dysfonctionnement cognitif et du risque de mortalité.
- La survenue d'événements traumatiques au cours de la vie est un facteur de risque de dépression tardive et de troubles cognitifs mais aussi de certains troubles somatiques vasculaires (angine de poitrine, hypertension ...) qui pourraient impliquer l'axe corticotrope.
- Le syndrome métabolique constitue un facteur de risque de dépression.
- La dépression tardive constitue un facteur modifiable majeur de risque de démence.

IMAP. Marqueurs prédictifs et mécanismes physiopathologiques de la maladie d'Alzheimer.

Les résultats principaux du projet montrent :

- Un effet spécifique du vieillissement normal sur le subiculum grâce à une nouvelle séquence IRM (par opposition aux effets de la maladie d'Alzheimer qui concernent préférentiellement le champ CA1 de l'hippocampe).
- L'imagerie en PET 18F AV 45 (un marqueur des dépôts amyloïdes) permet de distinguer les profils « amyloïde-positifs » des profils « amyloïde-négatifs » ce qui semble prometteur pour le diagnostic précoce de la maladie d'Alzheimer.

PUBLICATIONS ET BREVETS

La plupart des projets ne sont pas clos au moment de la rédaction de ce bilan.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Près de la moitié des projets soumis et trois projets sur les sept financés portaient sur l'étude de la maladie d'Alzheimer et des maladies apparentées.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le faible nombre de projets déposés, dont une large partie portant sur la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées, a conduit l'Agence à ne pas renouveler ce programme en 2008.

Microbiologie, Immunologie et Maladies Émergentes

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le but de ce programme était de promouvoir les recherches en microbiologie et en immunologie au plus haut niveau, d'encourager l'étude des mécanismes physiopathologiques des maladies infectieuses et immunes ainsi que le phénomène d'émergence ou de réémergence et de favoriser ainsi la mise au point de nouveaux outils thérapeutiques et de diagnostiques. Ce programme excluait les travaux sur les infections à VIH, VHB, VHC (accueillis à l'ANRS) et sur l'immunologie des cancers (accueillis à l'INCa). Les plantes et l'interaction avec l'environnement faisaient l'objet d'autres appels d'offres de l'ANR.

AXES THEMATIQUES

Le programme Microbiologie, Immunologie et Maladies Émergentes ne proposait pas d'axes thématiques prédéfinis. Toutefois, pour faciliter les analyses et les comparaisons entre les appels successifs, des axes thématiques ont été définis a posteriori : immunologie (innée, acquise, auto-immunité), bactériologie, parasitologie, virologie.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Immunologie	15	5 603
Bactériologie	5	1 442
Parasitologie	3	1 138
Virologie	7	2 524
Total	30	10 707

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	64	10 707
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Trois projets financés dans le cadre de ce programme sont exceptionnels dans la nature des résultats et publications : APAT, FUNGENOMICS et TH17.

APAT. Ce projet visait à comprendre les mécanismes qui régulent les fonctions phagosomales dans les cellules dendritiques, qui se distinguent des autres phagocytes par leur rôle dans l'initiation des réponses immunitaires adaptatives. Cette spécialisation fonctionnelle est possible seulement grâce à une série de caractéristiques uniques de la voie phagocytaire des cellules dendritiques que les investigateurs se sont efforcés de comprendre. L'utilisation de billes de latex

fonctionnalisées pour l'étude de variations environnementales couplée à la microscopie multiphotonique en temps réel ont permis de montrer :

- Une contribution de la NADPH oxydase NOX2 à la régulation du pH phagosomal des cellules dendritiques et par là-même de l'activité de dégradation par les protéases acides, conduisant à la présentation de peptides de 8-10 acides aminés aux lymphocytes T CD8+.
 - Le contrôle de NOX2 par la protéine Rac2 dans les sous populations spléniques de cellules dendritiques spécialisées dans la présentation d'antigènes phagocytés aux lymphocytes T cytotoxiques.
 - La nécessité de contacts longs et stables, dépendant de la molécule d'adhésion cellulaire ICAM-1 pour l'initiation des réponses immunitaires médiées par les lymphocytes T CD8+.
- Des contacts brefs et instables ne permettent pas une réponse efficace.

Ces résultats permettent de comprendre les mécanismes moléculaires de la présentation des antigènes phagocytés aux lymphocytes T cytotoxiques. Ceci doit permettre d'optimiser les protocoles de vaccination thérapeutique, notamment dans le cadre de l'immunothérapie anti tumorale.

Ce projet a donné lieu à dix publications originales, dont sept dans des revues de facteur d'impact supérieur à 15 (Nature Immunology, Nature Cell Biology, Immunity, JEM). Il n'y a pas eu de brevet déposé.

FUNGENOMICS. Ce projet avait pour objectif la caractérisation des réponses du nématode *C. elegans* aux infections fongiques et la dissection des voies de signalisation contrôlant l'expression de gènes codant pour des peptides antimicrobiens (PAM). Les investigateurs ont décrit l'ensemble des réponses transcriptionnelles de *C. elegans* à *Drechmeria coniospora* et *Harposporium* sp. Ils ont caractérisé les voies de transduction du signal impliquées dans la réponse à l'infection et/ou à une blessure. Les voies PKC-p38, kinase NIP1-3, kinase DAPK-1 sont recrutées par les AMP de la famille *nlp*; la voie TGF- β par les AMP de la famille *cnc*. Un complexe transcriptionnel SLC6-STAT est recruté pour l'expression de ces deux voies d'activation. Les investigateurs ont par ailleurs réalisé un crible génétique et le premier crible « genome-wide » par RNAi pour identifier des gènes impliqués dans la régulation des gènes *nlp*, conduisant à l'identification de plus de 100 gènes candidats. Ces résultats ouvrent la voie à la modélisation de réseaux de régulation gouvernant l'immunité innée chez *C. elegans*, un modèle clef pour la compréhension du fonctionnement de l'immunité chez l'homme.

Ce projet a donné lieu à sept publications originales (PLoS Pathogens, Cell Host & Microbes, PNAS USA) et une revue.

TH17. Le principal objectif de ce projet était d'identifier les mécanismes contrôlant le développement, la régulation, et la fonction des cellules Th17 humaines, puis de valider les résultats obtenus à l'aide de modèles transgéniques de souris. Les investigateurs ont identifié les cytokines et les voies de signalisation impliquées dans la différenciation des cellules T humaines Th17 productrices d'IL-23. Ils ont montré que la signalisation dépendant du T cell receptor combinée au TGF- β et différentes cytokines inflammatoires était suffisante pour induire la production d'IL-17A, mais que la différenciation de précurseurs naïfs en cellules Th17 était bien moins efficace que la différenciation des cellules Th1 productrices d'interféron- γ , ou Th2 productrices d'IL-4. La caractérisation de cellules Th17 et Th1 par profilage transcriptionnel sur cellule unique a mis en évidence une hétérogénéité remarquable de l'expression de gènes marqueurs pour les cellules Th1 et Th17 individuelles.

Ce projet a donné lieu à neuf publications originales (Nature, Science, Nature Immunol, J. Immunol, J Exp Med, Immunology).

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	133
Nombre de brevets	2

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme est connu par l'ensemble de la communauté microbiologie-immunologie. Il a permis la mise en place de partenariats originaux.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Trente projets ont été financés dans le cadre de ce programme, dont la moitié en immunologie. Le recensement des publications montre une excellente production (133 articles et revues), essentiellement en immunologie et virologie.

Le bilan de l'appel à projets 2007 ne peut être que partiel à ce jour, car la plupart des projets financés en 2007 ne sont pas encore terminés.

Les colloques bilan organisés en 2010 dans le cadre des Congrès de la Société Française de Microbiologie et de la Société Française d'Immunologie ont été l'occasion d'interagir avec la communauté des microbiologistes et des immunologistes et de diffuser les résultats de ce programme.

Maladies Rares

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme, très ouvert, s'intègre dans le plan national 2004-2008 sur les maladies rares et concerne la recherche dans ce domaine, depuis la génétique et la physiopathologie jusqu'à l'épidémiologie et les sciences humaines, en passant par les recherches thérapeutiques et diagnostiques et les modèles animaux. Le programme était cofinancé par l'AFM.

AXES THEMATIQUES

- Soutien à des réseaux de recherche
- Soutien à des projets de recherche sur les maladies rares

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Réseaux	0	0
Recherches sur les maladies rares	26	8 200
	26	8 200

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	54	8 200
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

PNEUMOIPD. Infections invasives à pneumocoque de l'enfance : un nouveau groupe de déficits immunitaires primitifs. Les auteurs de ce projet de recherche font l'hypothèse générale que, contrairement à la vision traditionnelle, la survenue d'une maladie infectieuse grave n'est pas due au caractère exceptionnel de la rencontre avec l'agent pathogène, mais plutôt à une très rare prédisposition génétique individuelle et que l'agent infectieux est quand, à lui, ubiquitaire. Les résultats de cette étude sont très prometteurs car ils vont permettre de démontrer, auprès de la communauté pédiatrique, la nécessité d'explorer sur le plan immunologique et génétique tout enfant ayant présenté une infection invasive à pneumocoque. Sur le versant génétique, l'analyse des différents exomes va se poursuivre en 2011 pour tenter d'identifier de nouveaux gènes de susceptibilité aux infections invasives à pneumocoque.

Hir-Genet. Genetics and molecular bases of oligogenic Hirschsprung disease : from transcriptome to modifier genes. L'objectif du projet était l'identification des déterminants moléculaires et la modélisation de la maladie de Hirschsprung. Cette malformation est la plus

fréquente des anomalies du développement du système nerveux entérique, caractérisée par l'absence des plexus nerveux intestinaux et se traduisant par une occlusion intestinale néonatale. C'est une maladie polygénique, c'est-à-dire due à une combinaison particulière de mutations ou variations de plusieurs gènes indépendants.

Par des méthodes de transcriptomique, de séquençage exhaustif et des études d'associations réalisées sur de grandes séries de cas, les auteurs du projet ont identifié de nouveaux loci dont les produits interagissent avec celui du gène RET, déjà connu pour être associé à la maladie de Hirschsprung. Ces données ont permis de générer des outils efficaces en vue d'un conseil génétique personnalisé pour la maladie de Hirschsprung et d'autres neurocristopathies et poser les bases de traitements futurs (thérapie cellulaire). La modélisation de la maladie devrait également contribuer à la compréhension d'anomalies plus communes du développement comme des défauts de fermeture du tube neural ou des cardiopathies congénitales.

Glucogen Therapy. Glycogénose de type 1a : de la physiopathologie à la thérapie génique. Les patients atteints de glycogénose de type 1 présentent des hypoglycémies sévères. La maladie est due à la mutation des gènes codant pour la glucose-6 phosphatase.

L'objectif de ce projet était de développer des modèles animaux de la maladie et de tester l'efficacité de nouveaux vecteurs viraux de thérapie génique. Un nouveau modèle de glycogénose de type 1 va, entre autres, permettre d'étudier les mécanismes moléculaires impliqués dans le développement des tumeurs associées à la maladie. Le projet a également permis de réaliser des premiers essais de thérapie génique qui sont prometteurs puisque les souris traitées sont capables de maintenir leur glycémie à un niveau normal et présentent une nette amélioration de leurs paramètres plasmatiques, de leur taille de foie ainsi qu'une forte diminution de la stéatose hépatique (accumulation de graisses dans le foie). Ces effets sont maintenus pendant 8 mois après le traitement, confirmant que l'expression du gène thérapeutique est stable dans les hépatocytes.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	80 (estimation)
Nombre de brevets	2 (estimation)

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

En 2008 ce programme a été abandonné et les maladies rares ont été fléchées dans les deux nouveaux appels à projets, « Du gène à la physiopathologie ; des maladies rares aux maladies communes (GENOPAT) » et « Maladies neurologiques et maladies psychiatriques ». 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 toute l'ANR) avec un budget total de 19,2 M€ (contre 32 projets et 14 M€ pour toute l'ANR en 2007).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les différents projets financés dans l'appel à projets Maladies Rares 2007 ont globalement rempli les objectifs du programme. Certains des projets de recherche plus courts (deux ans) ont permis de réelles avancées dans l'identification de nouvelles mutations ou loci génétiques alors que

d'autres, plus ambitieux, ont clarifié des mécanismes physiopathologiques responsables de certaines maladies rares. D'autres encore ont été à l'origine de la mise en place de nouveaux tests diagnostiques indispensables pour le conseil génétique aux parents. Il est important de noter également les développements de traitements spécifiques qui ont pu, par exemple, être engagés avec la recherche de nouvelles molécules dans des cribles à haut-débit ou le développement et la validation de vecteurs viraux pour la thérapie génique.

Neurosciences, Neurologie et Psychiatrie

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les trois éditions des appels à projets NEURO 2005, 2006, 2007 étaient destinées à promouvoir les recherches pluridisciplinaires en neurosciences, encourager l'étude des mécanismes physiopathologiques des maladies neurologiques et psychiatriques et favoriser la conception de nouveaux traitements.

AXES THEMATIQUES

Les axes thématiques 2007 étaient identiques à ceux de 2006 :

- Biologie des cellules nerveuses et neurotransmission
- Embryologie et formation du système nerveux, établissements des connexions
- Bases cérébrales de la cognition, de l'émotion et du comportement chez l'homme et l'animal
- Perception et action
- Maladies neurologiques, psychiatriques et des organes des sens

Deux cent seize propositions de projets ont été déposées en réponse à cet appel à projets.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Maladies neurologiques (épilepsie, maladies génétiques et neurodégénératives)	8	3029
Biologie des cellules nerveuses, transmissions synaptiques et voies de signalisation	8	2 862
Développement, cellules souches et retard mental	13	5 163
Psychiatrie et addiction	3	1 300
Organes des sens	1	400
Sciences cognitives	16	5 812
Total	49	18 566

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	106	18 566
dont Entreprises	1	176

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

AGIR. Le projet AGIR reposait sur la constitution et le suivi d'une cohorte importante d'enfants et de sujets adultes présentant des troubles appartenant au « spectre autistique », destinée à rechercher une association possible de ces maladies avec des marqueurs génétiques et/ou anatomiques du cerveau.

L'analyse génétique a mis en évidence certains allèles, dont la transmission est associée à une augmentation modérée du risque de développer ces maladies. Toutefois, la proportion de patients chez lesquels une corrélation génétique a été reconnue est faible (articles publiés dans *Nature* et *Human Molecular Genetics*). L'analyse anatomique a montré un très grand polymorphisme de la surface du cerveau et des sillons et ne permet pas de définir de marqueurs spécifiques de l'autisme. Ces travaux sont importants dans la mesure où ils conduisent à nuancer la conception d'une cause génétique aux maladies autistiques.

HIPPOCAMPAL D-serine. Ce projet s'inscrit dans une remise en question du dogme selon lequel la transmission de l'influx nerveux est une fonction spécifiquement neuronale. En effet, la capacité des synapses à moduler la transmission de cet influx en fonction de l'activité des circuits dépend notamment des récepteurs NMDA. Or les astrocytes produisent de la d-sérine, une molécule capable de se lier à ces récepteurs, et seraient donc potentiellement impliqués dans la transmission de l'influx nerveux.

En modulant la production de d-sérine et sa libération dans la fente synaptique, les investigateurs ont mis en évidence un rôle déterminant de cette molécule, et donc des astrocytes présents à proximité des synapses, dans la transmission de l'influx nerveux, la plasticité synaptique et par voie de conséquence sur l'apprentissage et la mémoire (publication très remarquée dans *Nature* et multiples commentaires y compris dans la presse grand public). Les auteurs ont également montré l'implication des astrocytes dans des fonctions aussi diverses que les comportements hédoniques alimentaires, ou la neurogénèse dans le cerveau adulte (quatre articles dans *J. of Neuroscience* et deux dans *PNAS*).

MEMOTIME. Savoir évaluer le temps qui reste avant qu'un événement se produise ou savoir estimer une durée, est au cœur du projet MEMOTIME. Des études comportementales et électrophysiologiques chez l'animal, et des études neuropsychologiques chez l'homme ont été menées afin i) de caractériser l'apprentissage et la mémorisation de durées et ii) d'explorer l'implication relative de deux circuits neuronaux : le système cérébelleux et le réseau amygdalo-préfronto-striatal.

L'apprentissage est très rapide et nécessite une étape de consolidation mnésique durant laquelle l'information est labile, peut être altérée et doit être confirmée pour être retenue. L'altération de l'information est plus difficile à réaliser si l'apprentissage s'est déroulé dans un contexte émotionnel. Le système cérébelleux est principalement mis en jeu lors de tâches temporelles demandant un ajustement de réponses motrices, surtout lorsque des actions de courtes durées (inférieures à la seconde) sont à réaliser, mais ne semble pas nécessaire aux processus de perception ou de mémorisation d'une durée. Les circuits préfronto-striatal et amygdalo-nigro-strié sont nécessaires pour un comportement temporel précis (un article dans *J. of Neuroscience*, trois articles dans des journaux de neurobiologie, neuf articles dans des journaux de psychologie cognitive et trois articles de méthodologie).

NRIDAB. Le fonctionnement intégré du système nerveux repose sur l'activité de micro-circuits formés par la connexion en réseau de neurones. Ce projet portait sur l'étude des conditions de la mise en place d'un micro-circuit impliqué dans l'intégration et la mémorisation des signaux olfactifs chez la drosophile.

Les neurones formant ce réseau sont mis en place dès le stade larvaire au niveau des corps pédonculés, mais ne deviennent opérationnels que chez l'adulte. Au cours de la maturation, l'élagage des dendrites et axones mis en place au stade larvaire et leur remplacement par des

prolongements neuritiques spécifiques permet l'établissement de connexions stables et appropriées. Ce phénomène est influencé par des stimuli environnementaux via des récepteurs nucléaires. Les auteurs ont identifié deux récepteurs impliqués dans cette fonction : le récepteur à l'ecdysone, un stéroïde spécifique des insectes, et fushi-tarazu (ftz), une homéo-protéine qui joue un rôle majeur dans le développement de la drosophile, mais dont le ligand reste inconnu. Ils montrent qu'une compétition entre ces deux récepteurs conditionne l'activation de l'élagage des neurites. Les connaissances acquises sur ce modèle montrent comment l'environnement neuronal détermine la mise en place des circuits fonctionnels. Elles ont donné lieu à une publication très remarquée dans Nature Neuroscience.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	166 (dont 32 pluripartenaires)
Nombre de brevets	3 (dont 1 en cours)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme NEURO 2005-2007 a financé les travaux de 319 équipes à travers 146 projets, pour un niveau de financement total atteignant 53,4 M€ (16 à 18 M€ par an). Ce soutien marqué à la recherche en neuroscience a permis une production scientifique abondante et de haut niveau, confirmant que la communauté française dans le domaine était solide et mature. Le bilan du programme est en effet jugé très satisfaisant, avec plus de la moitié des projets ayant donné lieu à des résultats que nous estimons excellents, et seulement deux projets (sur 146) dont nous estimons qu'ils n'ont pas atteint des objectifs satisfaisants.

Il est à noter qu'il est difficile de faire le bilan d'un appel à projets trois ans et demi seulement après le démarrage des projets. Des projets ne sont pas encore terminés, les rapports finaux ne sont pas tous parvenus à l'ANR et les articles sont loin d'avoir tous été écrits.

Les projets multi-équipes nécessiteraient un suivi et des indicateurs spécifiques pour s'assurer de la complémentarité, de la synergie et de la valeur ajoutée du regroupement. Au vu du taux de succès des propositions de projets à orientation clinique, les opportunités de financement ANR dans ce domaine apparaissent faibles.

Pour évaluer l'impact du programme NEURO, il serait intéressant d'examiner l'évolution du nombre des équipes et projets ANR intégrés à des projets européens (ERC) et le nombre de coordinateurs de projets européens qui sont des partenaires de projets ANR.

Physique et Chimie du Vivant

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Physique et Chimie du Vivant (PCV) avait pour objectif de stimuler les recherches menées aux interfaces des communautés de physiciens, chimistes, biologistes et médecins. Il souhaitait favoriser l'émergence de concepts nouveaux, ainsi que la création d'outils originaux pour la recherche, le diagnostic, le développement thérapeutiques et les technologies innovantes en général.

AXES THEMATIQUES

Ce programme ne comportait pas d'axes thématiques prédéfinis. Il concernait les processus biologiques moléculaires et cellulaires fondamentaux comme la synthèse, le repliement ou la dégradation des acides nucléiques ou des protéines, les protéines impliquées dans les voies de signalisation intra-cellulaires, et d'une manière plus générale l'ensemble des « nanomachines » moléculaires qui participent à la vie cellulaire. Le programme était également ouvert aux études portant sur des questions plus intégrées, telles que mouvements intracellulaires et cellulaires, polarité cellulaire, adhérence cellulaire et phénomènes de déformations membranaires.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Total	39	17 180

L'appel à projets 2007 a été co-financé par l'INCa à hauteur de 2 250 k€.

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	113	17 180
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

PROTEIN MOTION. Les protéines sont par essence flexibles, exhibant une large gamme de dynamique sur une variété d'échelles de temps allant de la picoseconde à plusieurs secondes. Cette plasticité permet les changements conformationnels essentiels à la fonction. Ce projet aspirait à produire une description de la dynamique moléculaire à l'échelle atomique sur différentes plages de temps en utilisant la spectroscopie de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN). Ce but a été atteint en utilisant une combinaison de couplages dipolaires résiduels mesurés par RMN et de simulations numériques de dynamiques moléculaires. Il a permis de dresser une carte du paysage d'énergie conformationnelle d'une protéine soluble et d'identifier par la flexibilité locale intrinsèque. L'étude a en particulier porté sur les Protéines Intrinsèquement Désordonnées (PIDs), qui représentent des situations extrêmes où la flexibilité de la protéine joue un rôle déterminant dans la fonction biologique. De nouvelles approches ont permis de décrire

des PIDs en termes d'ensembles moléculaires explicites, directement à partir des données RMN, et de représenter l'équilibre dynamique entre les conformations en inter-conversion rapide échantillonnées par la protéine. Ce projet a également permis de déterminer le niveau et la nature des structures transitoires présentes dans les PIDs. Ces informations ont été appliquées à la description de l'état de pré-reconnaissance des sites actifs de protéines virales et à l'importante protéine répresseur de tumeur p53. Les résultats offrent la perspective de pouvoir suivre le comportement conformationnel des PIDs dans des conditions approchant à celles existant in vivo.

3DYNUR. Les récepteurs nucléaires d'hormones sont des régulateurs essentiels de l'expression génétique et des cibles thérapeutiques importantes. Ils contrôlent de nombreux processus physiologiques et leur dysfonctionnement conduit à l'apparition de cancers, obésité et diabète. L'activité biologique des récepteurs nucléaires dépend de leur capacité à lier des ligands spécifiques (hormones ou vitamines) et des protéines co-régulatrices appelées co-activateurs et co-répresseurs. L'objectif du projet 3DYNUR était de caractériser les mécanismes de reconnaissance impliqués dans les voies de signalisation des RNs et de comprendre comment ils peuvent être perturbés dans certaines circonstances pathologiques ou environnementales.

Un résultat particulièrement intéressant de 3DYNUR est l'élucidation du mécanisme par lequel le récepteur de l'acide rétinoïque et certains autres récepteurs nucléaires répriment la transcription des gènes en recrutant des CoR et comment la liaison du ligand induit la dissociation du co-répresseur et la liaison de co-activateurs. Un autre résultat marquant est d'avoir montré comment les organoétains, qui sont des contaminants environnementaux sans parenté avec les ligands physiologiques, interfèrent avec les voies de signalisation des récepteurs nucléaires et se comportent comme de dangereux perturbateurs endocriniens. Globalement, ces résultats permettent de mieux comprendre la régulation fine de nombreuses fonctions physiologiques par les récepteurs nucléaires et comment certains polluants environnementaux perturbent cet équilibre fragile.

CAGED-FLUO. Les systèmes biologiques sont caractérisés par un niveau d'organisation à l'échelle spatiale et temporelle dont l'élucidation des dynamiques nécessite des méthodes sophistiquées telles que l'utilisation de la fluorescence photoactivable.

Des travaux pionniers ont décrit La GFP photoactivable qui peut être fusionnée aux partenaires cellulaires mais qui possède cependant une qualité de fluorescence limitée. La fluorescence « cagée » représente une alternative intéressante à ce problème puisqu'elle permet non seulement la sélection de meilleurs fluorophores mais aussi un contrôle spatial remarquable du signal de fluorescence grâce à l'utilisation de l'excitation à deux photons pour le processus de « décaage ».

Ce programme de recherche a stimulé la conception et la synthèse de chromophores photoactivables biphotoniques d'une efficacité remarquable qui n'avait jamais décrite précédemment. Ils ont permis d'obtenir un signal de fluorescence dans l'infrarouge lointain après excitation bi-photonique entre 740 et 800 nm. Plus particulièrement, l'équipe a été capable de déclencher un tel signal dans une partie limitée de la zone cytoplasmique de cellules HeLA après une excitation à 770 nm. Le travail en cours consiste à étendre ce concept de SNAP-Tags fluorescents photoactivables en utilisant soit le dérivé fluorophore deux photons cagé, soit en utilisant une nouvelle approche basé sur un pro-fluorophore pouvant être activé par des réactions chimiques spécifiques.

La publication de ces résultats remarquables a permis aux membres du projet d'être considérés internationalement comme l'un des groupes, sinon le groupe, d'experts pour le « Two-photon uncaging ».

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	188
Nombre de brevets	20

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme PCV a donné lieu à des publications scientifiques de haut niveau et à un nombre notable de prise brevets. Si les entreprises sont peu présentes dans les consortiums, les recherches effectuées dans PCV ont suscité un intérêt marqué des pôles de compétitivité (c'est un des appels à projets Biologie Santé ayant le plus de projets labellisés avec Emergence), qui y trouvent des projets à risques avec un fort potentiel d'innovation industrielle.

Cet appel à projets était volontairement très ouvert et ne présentait pas d'axes thématiques. Le fort degré d'interdisciplinarité ne permet pas de classer réellement les projets selon une simple dichotomie physique – chimie. En revanche, une analyse transversale montre que plus de la moitié des projets financés pose des questions fondamentales sur le fonctionnement de la cellule ; 36 % sur des développements de bio-ingéniering et 18 % sur des applications à plus ou moins long terme en diagnostic et thérapie.

La caractéristique principale de ce programme était la pluridisciplinarité. Chaque projet devait présenter une composante physique ou chimique et une composante biomédicale. Il est intéressant de comparer la typologie des projets soumis à PCV, où la pluridisciplinarité était obligatoire, et ceux soumis au programme blanc qui l'a suivi, où elle ne l'était pas :

- Nombre moyen de partenaire par projet : 2,9 contre 1,8 ;
- Nombre de projets avec plus d'une région : 74% contre 6% ;
- Nombre moyen d'instituts impliqués par projet: 1,7 contre 0,6.

Ces chiffres indiquent qu'un programme pluridisciplinaire permet non seulement la rencontre de plusieurs disciplines mais également les interactions entre différents instituts (laboratoires) et les contacts inter-régionaux.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce programme a permis de stimuler des rapprochements originaux entre différentes communautés scientifiques. Il a généré des approches méthodologiques et des savoir-faire originaux.

Physiopathologie des maladies humaines

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme PHYSIO se proposait de soutenir des recherches sur les mécanismes physiopathologiques des affections touchant chacun des grands appareils. Il s'est étendu en 2007 aux maladies endocriniennes et dermatologiques. Le programme ne concernait pas les maladies rares, les maladies infectieuses, les maladies du système nerveux et les cancers, qui font l'objet d'appels à projets spécifiques.

AXES THEMATIQUES

- Axe transversal : approches multidisciplinaires pour pathologies globales
- Maladies cardiovasculaires
- Maladies métaboliques et endocriniennes
- Pathologies rénales
- Hépato-gastroentérologie
- Pneumologie
- Pathologies ostéo-articulaires
- Dermatologie

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Maladies cardiovasculaires	5	2 270
Maladies métaboliques et endocriniennes	4	1 664
Pathologies rénales	2	2 560
Hépatogastroentérologie	6	1 246
Pneumologie	3	950
Pathologies ostéo-articulaires	4	1 362
Dermatologie	3	1 460
Autres pathologies	3	920
Total	30	12 433

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	65	12 433
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

BRAIN GPL1. Le GLP1 (Glucagon Like Peptide 1) est une molécule informative qui peut agir à la fois comme hormone et comme neurotransmetteur. Le GLP1 sécrété au moment des repas est un puissant activateur de la sécrétion d'insuline et un inhibiteur de la prise alimentaire. On sait que

chez les sujets obèses ou diabétiques, il peut exister une dérégulation de la sécrétion et de l'action du GLP1. Les investigateurs ont démontré que la voie du GLP1 est altérée chez des animaux soumis à des régimes hyperlipidiques et rendus obèses. Il en résulte une hypertension artérielle et une diminution de la sensibilité à l'insuline. Un traitement local au niveau du système nerveux central par des agonistes du GLP1 permet de restaurer partiellement ces paramètres à leur niveau de base. Quatre articles ont déjà été publiés dans des revues à comité de lecture. Le succès de ce projet a permis aux équipes impliquées d'obtenir de nouveaux financements (Européen et ANR Blanc 2011).

CLHTA. Le projet a apporté plusieurs notions nouvelles sur le rôle des cellules intercalaires rénales dans le transport de Cl⁻ et la physiopathologie de l'HTA essentielle. Il a permis de montrer l'existence d'un nouveau transporteur rénal de NaCl, mis en évidence que la pendrine, le transporteur de Cl impliqué dans ce système de transport, est activée par le récepteur IRR (Insulin receptor related-receptor), un récepteur tyrosine kinase dépendant du pH, et apporté la preuve de la transdifférenciation des cellules intercalaires par un mécanisme impliquant la hénscéline, une protéine de la matrice extracellulaire. Les deux canaux chlorure ClC des cellules intercalaires (ClC-K1 et ClC-K2) sont dépendants du voltage, mais que leur activité est modulée par des facteurs différents. Les mutations de ClC-K2n causent le syndrome de Bartter en altérant l'adressage de la protéine à la membrane plasmique. La sous-unité régulatrice (Kir 5.1) du canal potassique majoritaire dans le néphron distal, le complexe Kir4.1/Kir5.1, stimule l'activité de transport dans le tube contourné distal et induit une acidose.

KCASR. L'hypercalciurie idiopathique, premier facteur de risque métabolique de lithiase calcique rénale, est une anomalie fréquente atteignant 5% de la population dans les pays occidentaux pour laquelle aucun traitement spécifique n'est disponible. Elle est caractérisée par un défaut de conservation rénale du calcium mais les mécanismes en cause sont encore inconnus. Le projet a montré que le récepteur du calcium (CaSR) joue un rôle important dans le contrôle de la conservation du calcium par le rein. Le traitement d'animaux par un antagoniste du CaSR a entraîné une rétention rénale de calcium et une augmentation de la concentration de calcium dans le sang, indépendamment de la parathormone. Inversement, le traitement avec un agoniste de CaSR a provoqué une perte de calcium et une baisse de la concentration de calcium dans le sang. Ces effets sont spécifiques du calcium, c'est à dire que les agonistes/antagonistes de CaSR ne modifient pas les bilans d'eau, de NaCl, de potassium et de phosphate. Le fait que CaSR ne modifie pas à long terme la calciurie mais modifie la calcémie indépendamment de l'hormone parathyroïdienne, ouvre de nouvelles perspectives dans le traitement des anomalies de la calcémie. De nouveaux partenariats sont actuellement en train de se développer dans la perspective de valoriser cette observation.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	67
Nombre de brevets	1

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme est connu par l'ensemble de la communauté concernée par l'étude de la physiopathologie des maladies humaines. Il a permis la mise en place de partenariats originaux.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme PHYSIO a été au cours des années 2005-2006-2007 l'outil principal de soutien à la recherche sur les affections courantes des grands systèmes, à l'exclusion du système nerveux, couvert par le programme NEURO, et des maladies infectieuses, couvertes par le programme « Microbiologie, Immunologie et Maladies Émergentes ». Il recouvre donc un domaine d'importance majeure pour la recherche médicale, aussi bien en regard de l'étendue de ses sujets d'intérêt que par l'impact des maladies concernées sur la santé publique. PHYSIO a donc naturellement drainé un grand nombre d'excellent projets, qui, dans leur très grande majorité, se sont déroulés conformément aux objectifs annoncés. Environ 20 % de ces projets ont abouti à des résultats majeurs en termes de publications et/ou de valorisation.

Le programme PHYSIO a été relayé en 2008-2009 par le programme GENOPAT, dont les contours étaient semblables sinon qu'il couvrait également les maladies rares. À partir de 2010, les études physiopathologiques sur les maladies répandues ont été reçues dans le programme non-thématique et pour l'essentiel évaluées dans les comités SVSE1, alors que les projets sur les maladies rares étaient vus dans le comité SVSE2. Le nombre stable de dossiers soumis à ces différents appels concernant des études physiopathologiques dans les grands systèmes indique que les communautés concernées se sont facilement adaptées à ces changements. Le niveau de soutien à ces recherches sur la période 2007-2010 a été constant ou en légère augmentation.

Biotechnologie

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Recherche et Innovation en Biotechnologie (RIB) a pour objectif de favoriser le développement des biotechnologies et de leurs applications. En soutenant des projets de recherches finalisées coordonnés par des entreprises de biotechnologie et menés en partenariat avec des laboratoires académiques, ce programme vise plus particulièrement à promouvoir le transfert de connaissances entre les partenaires académiques et industriels.

AXES THEMATIQUES

- Nouveaux produits thérapeutiques (médicaments, produits biologiques...).
- Nouveaux vaccins et nouvelles approches en immunothérapie.
- Produits de diagnostic en santé.
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels pour la production de biomolécules et de bio-médicaments.
- Outils technologiques pour la recherche en biotechnologie.
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine de l'agronomie
- Outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels dans le domaine de l'environnement.
- Biocapteurs et instrumentation biomédicale.
- Système d'imagerie médicale et thérapie guidée par l'image.
- Dispositifs implantables et biomatériaux.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Nouveaux produits thérapeutiques	9	6 929
Nouveaux vaccins et immunothérapies	3	2 350
Essais cliniques de phase précoces	1	448
Produits de diagnostic en santé	2	1 604
Outils technologiques pour la bioproduction	1	934
Outils technologiques pour la recherche	6	3 483
Outils technologiques pour l'agronomie	0	0
Outils technologiques pour l'environnement	0	0
Outils et produits pour la cosmétique	1	472
	23	16 220

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	73	16 220
Entreprises	26	7 169

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

IRIstop. Étude de TRO40303 dans des modèles animaux d'attaque cérébrale et cardiaque et en clinique chez des volontaires sains. Le but de ce projet était de compléter les études nécessaires pour pouvoir tester la capacité de TRO40303 à réduire les lésions d'ischémie / reperfusion en clinique. Après des études précliniques, TRO40303 a été testé en phase I chez l'homme de 0,5 à 13 mg/kg et a montré une tolérance parfaite.

Les résultats de ce projet ont permis d'obtenir une subvention européenne dans le cadre d'un appel d'offre FP7 qui financera en partie des recherches fondamentales sur les mécanismes de réduction des lésions de reperfusion (qui mettront en œuvre des biomarqueurs et des méthodes d'imagerie innovantes) ainsi qu'une étude de preuve de concept de phase II chez des patients atteints d'un infarctus du myocarde.

La valeur ajoutée du projet est conséquente pour Trophos et a permis de signer avec l'entreprise pharmaceutique Actelion un accord pour une option d'achat du TRO40303 en cas de résultat positif en phase II. Cet accord, ainsi qu'un autre accord industriel potentiel, pourrait permettre de réaliser par la suite un essai clinique plus large de phase III en vue d'une mise sur le marché dont les bénéfices seraient partagés avec Trophos.

HIP and Hepatitis ALF-5755, une protéine recombinante pour le traitement de l'hépatite fulminante, de la preuve de concept d'efficacité chez l'animal à l'obtention d'un produit pharmaceutique de qualité, administrable au patient et bien toléré. HIP/PAP, protéine humaine secrétée de 16kDa, présente *in vitro* et *in vivo* des propriétés mitogéniques, anti-apoptotique, et anti-oxydantes. Son homologue recombinant ALF-5755, qui possède les mêmes propriétés que celles de la protéine endogène, est un candidat médicament prometteur pour le traitement des hépatites fulminantes.

Le projet a permis la réalisation d'études précliniques et a abouti au dépôt par Alfact Innovation en juin 2009 d'une demande d'essai clinique de phase I, et son acceptation en août 2009 par le CPP et l'AFSSAPS. Deux publications sont en préparation au sein de l'unité Inserm U785. Le succès du projet « HIP and Hepatitis » a permis de lancer le projet AcLiFa (programme ANR BiotecS 2008) centré sur le développement clinique précoce d'ALF-5755, phases I et II, et dont l'objectif est d'obtenir la preuve de concept de la tolérance et de l'efficacité du produit chez les patients atteints d'hépatite aiguë sévère et fulminante. Un essai clinique, cette fois-ci sur des patients atteints d'hépatite fulminante, a ainsi pu être lancé au début de l'année 2011.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	40 (estimation)
Nombre de brevets	10 (estimation)

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Au-delà des très bons résultats obtenus par un nombre significatif de projets, le programme RIB est surtout un des maillons accompagnant la maturation du secteur des biotechnologies. En 2006, France Biotech estime à 150M€ les aides publiques à l'industrie des biotechnologies. Avec un financement de 16,2 M€ dont 7,2 M€ directement aux entreprises, l'action de RIB et de l'ANR sur le secteur est conséquente.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un point important de l'appel à projet est d'imposer une coordination industrielle, ce qui permet d'avoir une claire orientation « marché » des projets, même si certains sont encore relativement amont. Le programme RIB a une très bonne visibilité nationale et, chaque année, de nouvelles sociétés y déposent des projets. Pour les petites entreprises en recherche d'investisseurs, la sélection d'un projet de recherche par l'ANR est considérée comme un label de qualité qui facilite la levée des fonds nécessaires pour financer des sociétés encore peu ou non rentables. Le programme est complémentaire des trois principaux outils de financement public des biotechnologies : OSEO, qui finance principalement les entreprises (PME), le Fonds Unique Interministériel, qui finance, dans le cadre des pôles des projets très ambitieux (minimum deux entreprises et un laboratoire), et le concours de création d'entreprises innovantes du ministère de la recherche.

Enfin, le programme RIB s'articule parfaitement avec le programme Emergence. En 2007, deux des projets financés s'inscrivaient dans la continuité de projets financés dans le cadre du programme Emergence en 2005, et qui avaient fait l'objet d'une valorisation lors d'une création d'entreprise pour l'un et d'une vente de licence pour l'autre.

Santé-Environnement et Santé-Travail (SEST)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

SEST a été conçu pour aider i) au développement de méthodes de caractérisation des expositions environnementales (nature, sources), qu'elles soient climatologiques, physiques, chimiques ou biologiques (dont les agents infectieux), ii) à la caractérisation des populations exposées, et iii) à la compréhension et à l'évaluation des effets de ces expositions sur la santé. SEST souhaitait également favoriser i) l'exploitation et le couplage de bases de données environnementales et de santé à partir de systèmes d'information existants ou à construire, et ii) la mise au point de nouveaux outils et méthodes de mesure conçus pour prendre en compte les expositions dans les différents milieux de vie, mesurer les phénomènes sur des échelles à court, moyen et long termes et identifier les populations à risques.

SEST avait l'ambition de contribuer à la production de connaissances scientifiques sur les domaines émergents liés à l'environnement et à la santé en mobilisant différentes disciplines scientifiques, dont les sciences humaines et sociales. Les approches interdisciplinaires ont été favorisées.

AXES THEMATIQUES

- Déterminants environnementaux : contaminants, milieux, expositions
- Rôle des modifications de l'environnement dans la dynamique des agents infectieux et les interactions avec l'hôte
- Impacts des conditions environnementales sur la santé humaine
- Santé, environnement, travail et société

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Déterminants environnementaux	9	2 847
Agents infectieux	7	1 852
Impact des conditions environnementales sur la santé	4	880
Santé environnement travail société	4	611
Total	24	6 191

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	68	6 191
Entreprises	1	87

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

PHTALATESTIS : Les phtalates (DEHP, MEHP) peuvent inhiber la stéroïdogénèse humaine. Il s'agit de la première démonstration expérimentale directe de l'effet toxique d'un perturbateur endocrinien sur le testicule dans l'espèce humaine.

BIOCAPT : Développement d'un nouveau prototype de laboratoire : unité portable de capture sélective de microorganismes (bactéries, moisissures, virus) dans l'air de faible coût et ayant une faible consommation d'énergie.

SIGNANOTOX : Les polluants d'origine urbaine ou agricole rencontrés dans les zones humides sont susceptibles de modifier la résistance des moustiques aux insecticides chimiques utilisés pour leur contrôle.

TIBO : Découverte de plusieurs sites contenant des populations sylvestres de *T. infestans* (maladie de Chagas) dans deux écorégions en Bolivie. Les tests de sensibilité / résistance vis-à-vis de la deltaméthrine ont mis en évidence des sensibilités différentes à cet insecticide des populations de triatomes selon leur aire géographique. La caractérisation génétique des parasites a également été réalisée.

BFIT : La transmission via le lait d'un antigène de la mère à un nouveau-né induisait un état de tolérance immunitaire vis-à-vis de cet antigène, et par voie de conséquence, une diminution du risque de développer une maladie allergique des voies respiratoires.

FADO : Ce projet a développé un travail inédit des sciences sociales sur la thématique de l'expertise face aux problèmes posés par les expositions aux faibles doses.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	112
Nombre de brevets	0

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Ce programme a permis de réaliser une structuration pluridisciplinaire de la recherche scientifique sur le thème des impacts environnementaux sur la santé ainsi que sur le thème « Santé-travail » en impliquant les différentes communautés scientifiques concernées. Cela a permis de mieux identifier la communauté scientifique de l'axe thématique traitant des déterminants environnementaux. En termes de structuration de cette communauté, les projets soutenus ont impliqué, en moyenne, 4 partenaires par projet par comparaison avec les projets des autres axes thématiques (1 à 2 partenaires par projet).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cet appel à projets avait pour objectif de solliciter des projets, scientifiquement excellents et originaux, dans les domaines proposés, et dans tout autre domaine qui pourrait contribuer à

mieux appréhender les relations entre les conditions environnementales dans leurs différentes dimensions, y compris l'environnement de travail, et la santé humaine.

Le nombre de projets soumis (97) est significativement inférieur au nombre de projets soumis au cours de l'édition 2006 (137 projets). Cette diminution reflète certainement un tassement dans la capacité de la communauté scientifique concernée à proposer de nouveaux projets dans un appel ouvert pour la troisième année consécutive. Les projets soumis se répartissent entre les axes prioritaires comme suit :

- les déterminants environnementaux (contaminants, milieux, expositions) (31,9 % ; 10% en 2006) ;
- le rôle des modifications de l'environnement dans la dynamique des agents infectieux et les interactions avec l'hôte (15,5 % ; 26% en 2006) ;
- les impacts des conditions environnementales sur la santé humaine (pathologies, y compris maladies émergentes et ré-émergentes, et méthodes et outils) (34 % ; 42 % en 2006) ;
- santé, environnement, travail et société, notamment aspects sociaux et économiques (16,5 % ; 22% en 2006).

Parmi les 97 projets soumis, 24 ont été financés, représentant un taux de succès de 25 % (inférieur au taux de 30% obtenu en 2006). L'analyse des thèmes abordés dans les projets sélectionnés montre une forte augmentation du nombre de projets sur les déterminants environnementaux, qui passe de 10 % en 2006 à 33 % des projets sélectionnés en 2007. On peut noter également la forte diminution des projets liés aux aspects sociaux et économiques qui concernent 12 % au lieu de 22 % en 2006 des projets sélectionnés.

En termes de suivi du programme, les porteurs de projets ont envoyé des rapports d'avancement de leurs travaux de façon régulière, tous les 6 mois. Une présentation des projets à mi-parcours a été réalisée pour les 24 projets soutenus en mars 2010.

Un colloque bilan de fin de projet pour l'appel à projets SEST 2007 aura lieu les 1 et 2 février 2012. Il aura pour but de présenter les travaux des projets soutenus dans SEST 2007 mais aussi de faire le point sur les trois années du programme SEST (2005, 2006, 2007). Au cours de ce colloque, seront évoquées des perspectives en matière de recherche en Santé-Environnement et Santé-Travail. Fort des résultats obtenus, il paraît important de soutenir et de conforter les thèmes concernant l'impact des conditions environnementales et sociales sur l'émergence ou la ré-émergence de pathologies infectieuses (agents infectieux et leurs vecteurs), l'impact des conditions environnementales multiples sur la santé des populations, ainsi que l'impact des conditions de travail environnementales et sociales sur la santé.

Technologie pour la santé et l'autonomie (TecSan)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme avait pour objectif de promouvoir l'application de technologies innovantes ayant un fort potentiel de valorisation dans le domaine de la santé et de l'autonomie. Il entendait favoriser des projets de recherche appliquée permettant l'élaboration de concepts innovants et des sauts technologiques importants.

Ce programme avait également pour but de promouvoir l'excellence des laboratoires de recherche et à renforcer la compétitivité des entreprises du domaine à travers la mise en place de partenariats public-privé.

Ce programme bénéficie d'un co-financement de la Caisse Nationale pour la Solidarité et l'Autonomie (CNSA).

AXES THEMATIQUES

TecSan a été ouvert aux axes thématiques suivants en 2006, et prolongé de manière identique en 2007 :

- Imagerie médicale et pré-clinique ;
- Gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur ;
- Informatique médicale et e-santé ;
- Ingénierie tissulaire et biomatériaux ;
- Capteurs intégrés multimodaux, embarqués et communicants ;
- Rééducation, correction et suppléance fonctionnelle du handicap.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Imagerie médicale et pré-clinique	6	3 834
Gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur	3	1 775
Informatique médicale et e-santé	4	3 252
Ingénierie tissulaire et biomatériaux	2	1 423
Capteurs intégrés multimodaux, embarqués et communicants	3	2 159
Rééducation, correction e suppléance fonctionnelle du handicap	5	3 268
Total	26	17 977

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	139	17 977
Entreprises (TPE+PME et autres)	41	4 818

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

LLT. Ce projet a conduit au développement d'un appareil d'imagerie ex vivo de pré-série industrielle (2 brevets déposés) déjà utilisé dans des laboratoires de recherche privés et hospitaliers en France et aux États-Unis. Il consiste en un système d'imagerie basé sur une technique de tomographie optique cohérente (OCT) permettant d'obtenir une image microscopique bien résolue pour des analyses en profondeur dans les tissus, typiquement à 1 mm sur les interfaces fonctionnelles du corps humain, peau ou paroi œsophagienne, artères coronaires.

INTERSTIS. Ce projet concerne la mise en place d'une interopérabilité sémantique des terminologies de santé francophones. L'objectif était de fournir un meilleur accès à l'information médicale à tous les acteurs du système d'information de santé (professionnels de santé, étudiants, mais aussi patients et leur famille). Il a permis la création de la plateforme STMS intégrant six terminologies modélisées et intégrées (CIM10, SNOMED 3.5, CCAM, CISP, MeSH et TUV). Pour l'application industrielle, la plateforme est utilisable par tous les acteurs du système d'information de santé (SIS) de notre pays et accessible en services web pour une intégration simple dans les outils logiciels des acteurs privés et publics.

MONITHER. Le projet MONITHER visait à évaluer la réponse tumorale au traitement en développant une nouvelle technologie ultrasonore. L'approche repose sur le développement de nouvelles méthodes d'imagerie de contraste et une nouvelle génération de technologie de sonde, les transducteurs capacitifs micro-usinés (CMUT). Un prototype (deux brevets déposés) de sonde CMUT à l'imagerie ultrasonore de contraste a été réalisé. Sa caractérisation expérimentale a permis de mettre en évidence un ensemble de performances supérieures à celles de son équivalent piézoélectrique.

SmartMRECG. Ce projet consistait à concevoir et à réaliser un capteur ECG intégré (puce) utilisable en environnement IRM. L'enjeu consistait à diminuer les artéfacts afin d'obtenir une synchronisation fiable des séquences IRM cardiaques permettant un monitoring des patients sur le signal ECG quelle que soit la séquence IRM utilisée. Les innovations méthodologiques et technologiques proposées et réalisées dans ce projet ont permis d'explorer la faisabilité d'un appareil dédié. Une base de données ECG a été constituée en vue de faciliter les tests de nouveaux algorithmes de traitement de signal ou de détection ECG, avant leur utilisation en temps réel pour une application en routine clinique. Deux brevets ont été déposés dans le cadre de ce projet.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	20
Nombre de brevets	9

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme TecSan est un programme partenarial public-privé issu du programme RNTS (2005-2006). Les projets TecSan financés présentent un budget moyen de 750 k€ pour des consortiums de 6 partenaires en moyenne par projet dont un tiers sont des entreprises.

Le programme TecSan permet de soutenir le tissu industriel français (TPE, PME) dans le domaine des nouvelles technologies pour la santé et de financer des spin-off d'entreprises partenaires de projet TecSan. L'impact sociétal et technologique des projets TecSan peut s'apprécier au vu de l'innovation et de l'ambition des consortiums. TecSan 2007 a permis de soutenir des projets en rupture technologique ayant l'ambition d'améliorer les modalités technologiques de traitement des patients et les gestes chirurgicaux. Il a également permis de proposer au système public des solutions pour minimiser les coûts des soins et de gestion des patients en favorisant le développement de la télé-médecine et les systèmes dédiés à l'information médicale, en particulier le dossier médical personnel (DMP).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le nombre de projets financés dans le programme TecSan a été stable de 2006 à 2010. L'augmentation progressive du nombre de projets a donc conduit à un taux de succès en baisse. Le niveau actuel à 20% est une limite à ne pas franchir au risque de voir ce programme partenarial fragilisé, et que la communauté impliquée dans un domaine scientifique stratégique comme celui des dispositifs médicaux se sente insuffisamment soutenue.

L'ANR propose plusieurs programmes complémentaires capables de soutenir des à projets concernant les technologies pour la santé et l'autonomie : TecSan, Emergence (qui s'adresse aux équipes académiques à la recherche d'une valorisation industrielle) et Ambient Assistant Living (AAL, un programme international soutenu par la Commission Européenne). On peut noter que si la communauté nationale a répondu avec dynamisme aux appels à projets TecSan et Emergence, elle a été plus réticente aux appels à projets AAL.

La programmation de l'ANR doit évoluer pour s'adapter aux enjeux scientifiques et techniques. Le Comité Scientifique Sectoriel STIC a proposé dans ce cadre, en lien avec le Comité Scientifique Sectoriel Biologie-Santé, une réflexion sur un rapprochement STIC / Santé, en particulier dans le contexte du développement de la médecine personnalisée (développement des interfaces).

Le programme TecSan devra s'enrichir des réflexions sur les contextes scientifico-industriels en France. Les thématiques suivantes apparaissent prioritaires : biomatériaux, imagerie médicale (traceurs, recherche pré-clinique,...), instrumentation et biocapteur, GMCAO et réhabilitation-autonomie. Il serait souhaitable de favoriser les actions aux interfaces avec les STIC et les SHS sur la thématique télésanté/e-santé. Une ouverture de TecSan est envisagée vers des partenariats avec le Canada (télésanté), l'Allemagne (instrumentation/biocapteurs), l'Espagne, la Suède et le Danemark (autonomie). Les résultats d'AAL suggèrent toutefois que les entreprises perçoivent un risque dans le partage de leur projets avec de potentiels concurrents étrangers.

Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Dans le secteur des STIC, l'ANR a soutenu en 2007 les programmes suivants :

- Technologies logicielles
- Télécommunications
- Sécurité et sûreté informatique
- Audiovisuel et multimédia
- Masses de données et de connaissances
- Systèmes interactifs et robotique
- Architectures du futur
- Calcul intensif et simulation

L'ancrage de ces programmes à l'ANR était plus ou moins important avec la nécessité de répondre aux attentes des communautés. Par exemple, « Systèmes interactifs et robotique » est apparu en 2006 a été reconduit en 2007 alors que des programmes comme « Technologies logicielles » avaient des racines plus importantes, avant même la création de l'ANR en 2005 (RNTL). Le fait marquant 2007 a été la mise en exergue de la sûreté de fonctionnement en sus de « la simple » sécurité (SETIN 2006 devenu SESUR 2007).

En termes de bilan STIC, l'année 2007 conforte l'approche disciplinaire qui transparait dans le nom de chaque de programme. Elle marque conséquemment le besoin d'une approche plus transverse et donc transdisciplinaire pour le futur. Ce constat résulte de projets sélectionnés et financés en 2007 sur des sujets scientifiques hautement pertinents mais souvent orthogonaux à l'esprit d'un programme. Citons à titre d'exemple le sujet du Contrôle Non Destructif (CND) qui a vu deux projets retenus et financés en 2007 dans le programme « Technologies logicielles », l'idée étant d'utiliser la modélisation et la simulation pour éviter les expérimentations. Il apparaissait ainsi la nécessité pour l'ANR de continuer à soutenir la recherche sur le logiciel notamment l'approche *open source* mais dans une approche plus intégrée à des disciplines connexes (e.g. électronique) et surtout comme socle de grands défis et enjeux scientifiques ou applicatifs : systèmes embarqués, internet des objets, intelligence ambiante, etc.

Pour la recherche à l'échelle nano, l'ANR a poursuivi en 2007 la logique des années précédentes avec son grand programme « Programme Nanosciences, Nanotechnologies, Nanosystèmes ». L'ANR s'est également engagée dans un l'ERA-Net Nanosciera.

La qualité des projets 2007 s'est améliorée en raison de différents facteurs, dont la bonne connaissance des programmes par les proposants. L'année 2007 a constitué une grande stabilité des programmes et de leurs axes. Le résultat de chaque programme est détaillé plus bas avec quelques faits marquants.

En termes de bilan chiffré, 2007 est l'année de consolidation du cycle 2005-2007, c'est-à-dire en STIC :

- 428 projets financés
- 280M€ d'aide
- 2 055 équipes financées dont 728 entreprises
- 184 projets labellisés par des pôles de compétitivité.

Pour la recherche à l'échelle nano, le cycle 2005-2007 donne :

- 207 projets financés
- 154,7M€ d'aide
- 804 équipes financées dont 123 entreprises
- 46 projets labellisés par des pôles de compétitivité.

Architectures du Futur

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs du programme « architecture du futur étaient » de :

- Renforcer la communauté scientifique dans le domaine des architectures.
- Stimuler le développement de nouvelles architectures de type intégré sur puce en adéquation avec les développements technologiques de la micro-électronique.
- Susciter des propositions en rupture pour résoudre les difficultés liées à la miniaturisation extrême.
- Initier les transferts industriels indispensables dans ce domaine et contribuer au renforcement de la position européenne concernée.

AXES THEMATIQUES

- Méthodologies de conception des architectures sur puce
- Environnements logiciels
- Évolutions technologiques et architectures
- Architectures innovantes

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Méthodologies de conception des architectures sur puce	4	2 773
Environnements logiciels	1	379
Evolutions technologiques et architectures	2	1 072
Architectures innovantes	5	3 736
Total	12	7 960

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	42	7 960
Entreprises	17	3 766

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Le projet **SeFPGA** avait pour objectif de démontrer la faisabilité d'un circuit FPGA (Field-Programmable Gate Array, réseau de portes programmables in situ) sécurisé, basé sur une structure d'interconnexion hiérarchique. Il s'agit d'une avancée significative dans le domaine de

la sécurité des systèmes d'information, avec la conception d'un circuit VLSI (Very Large Scale Integration) prototype, validant une structure en arbre et les contre-mesures. Le projet a effectivement conçu cette topologie arborescente, très innovante pour les FPGA, fabriquée au 1^{er} semestre 2011 ; il a travaillé sur la modélisation des différentes architectures, outils et stratégies de placement et routage avancé, afin d'assurer les contre-mesures adéquates contre les attaques de type DPA (Differential Power analysis, observation de la consommation électrique d'un circuit de cryptographie). Les éléments de valorisation seront apportés suite à la fabrication et au test de la puce.

Le projet **SFINCS** avait pour but de proposer de nouvelles méthodes pour valider les systèmes sur puce. Parmi ces méthodes, l'Assertion-Based Verification (ABV) permet de décrire des fonctionnalités, propriétés à garantir par le composant et des contraintes. L'exemple d'utilisation est un SOC (System On Chip) pour décoder des images JPEG. Les propriétés attendues sont alors exprimées en langage PSL (Property Specification Language, une norme pour la spécification de propriétés matérielles de composants), ce qui garantit des débouchés industriels. Le point fort est l'abstraction de propriétés, leur assertion dans la sémantique de PSL, la priorité des propriétés dont il propose également une expression, et leur intégration et vérification dans les différents outils. Dolphin, qui a piloté la mise en œuvre, et Thalès, sont en mesure de valoriser les résultats acquis, notamment par l'intégration déjà engagée dans l'outil de simulation SMASH de la société Dolphin.

Le but du projet **PANINI** était d'étudier le fonctionnement et la programmabilité de systèmes aléatoires ou auto-organisés à base de transistors à nanotubes, et de valider le concept sur une application réelle en traitement d'images. PANINI a répondu à la demande complémentaire de développer des technologies alternatives au silicium. Il a développé une architecture de transistors à effet de champ à base de nanotubes de carbone, commandé optiquement (OG-CNTFET) basée sur un réseau de neurones et à base de nano composants. Ces composants ont un comportement inspiré des synapses. Il s'agit d'utiliser les réseaux auto-organisés comme des blocs logiques booléens reconfigurables, un peu comme les mémoires LUT (*lookup table*, tables de correspondances) dans un FPGA. Les réseaux utilisent des cartes auto-organisatrices de Kohonen (un espace topologique s'auto-organise par rapport à un ensemble de données, en tenant compte des relations de voisinage entre neurones) ; l'utilisation de ces cartes est clairement une nouvelle méthodologie de conception. Le projet a ainsi réalisé un modèle comportemental et un modèle physique de mémoire RAM ; les méthodes d'apprentissage ont été adaptées aux OG-CNTFET puis validées par simulation. Il a également réalisé la simulation d'apprentissage d'opérateurs arithmétiques à base de modèle de memristors (memory resistor ou composant passif de base) et obtenu des résultats sur la programmation de dispositifs multi-entrées et sur la fonctionnalisation des nanotubes de carbone par des dendrimères.

Si les projets financés ont pour la plupart effectué des travaux théoriques de très bon niveau, abordé les aspects de conception au moyen d'un niveau d'abstraction plus élevé, contribué aux normes et langages de description des architectures, il faut noter que le passage au concret, s'appuyant sur un matériel spécifique et traitant des données réelles, est plus délicat à obtenir dans la durée relativement courte d'un projet. Beaucoup de résultats obtenus par les projets sont prometteurs mais encore insuffisamment valorisés.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	110
Nombre de brevets	3

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

L'appel à projets 2006 n'avait reçu que douze soumissions, car publié assez tard dans l'année alors que la plupart des autres appels étaient clos, mais surtout parce que la communauté des architectures n'avait plus l'habitude de répondre aux appels à projets. En 2006 cinq bons projets avaient pu être financés. Une fois cette période de mise en route passée, l'édition 2007 a reçu 38 propositions et 12 projets ont été financés, avec une participation importante des entreprises intéressées. Globalement, en deux ans, l'ANR a donc pu injecter environ 12 M€ sur ce domaine, ce qui lui a donné une nouvelle dynamique positive que l'on observe encore actuellement.

Avec la réorganisation des programmes STIC pour la période 2008-2010, le programme Architectures du Futur a cessé d'exister en tant que tel mais ses thématiques avaient été réinjectées dans les nouveaux programmes notamment : « Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures », « Domaines Émergents », « Réseau du Futur et Services ». Ces programmes 2008-2010 ont reçu des propositions dans le domaine des architectures, les comités d'évaluation et de pilotage comportaient des membres de cette communauté, et tous les ans un nombre correct de projets a été sélectionné sur cette thématique. C'est notamment le cas de la plate-forme OPEN-PEOPLE sur l'estimation de consommation énergétique des architectures, initialement proposée en 2007 dans le programme Architecture du Futur et finalement sélectionnée et financée en 2008 dans le programme « Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures ».

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les résultats du programme sont très bons : 15 des 17 projets financés sur ses deux années d'existence ont obtenu des résultats conformes ou supérieurs aux attentes. La participation plus que significative de grandes entreprises et de PME a été également un point fort, montrant l'intérêt économique des recherches sur les architectures du futur.

La thématique des architectures et de l'adaptation matériel-logiciel est devenue cruciale pour les années à venir en raison de la fin de la loi de Moore pour les processeurs. Il est important de chercher de nouveaux supports de calcul, d'optimiser leur implémentation, et de concevoir des architectures et logiciels adéquats. L'action de l'ANR a été entamée dès 2006 avec le programme Architecture du Futur et s'est prolongée dans les programmes 2008-2010. La communauté de recherche française est active et de bon niveau international, et doit alimenter plusieurs grands industriels nationaux, dont ce n'est évidemment pas la seule source. Le lien avec les couches physiques, et bien évidemment les nanotechnologies, va également devenir de plus en plus crucial. Il faut conserver une action ambitieuse sur les architectures dans la programmation, les comités scientifiques sectoriels STIC et Nano en sont parfaitement conscients et intègrent cette demande à leur réflexion.

Audiovisuel et Multimédia

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les domaines de l'audiovisuel et du multimédia se situent au confluent d'un courant technologique (télécommunications, traitement de l'image, du son et des données, interaction homme - machine) et du monde de la culture, des contenus, des médias et de la communication. La manière d'appréhender et de concevoir la recherche et l'innovation dans ces domaines est conditionnée par cette double perspective. La dynamique sur laquelle était fondée le programme Audiovisuel et Multimédia de 2005 à 2007 était celle de la « dématérialisation » des contenus liée à leur numérisation. Qu'il s'agisse d'interopérabilité, de formats d'échanges, de traçabilité des contenus et des traitements, ces problématiques sont des effets de la dématérialisation. On note trois conséquences majeures : (i) la montée en puissance des possibilités d'expérimentation, clé de la boucle technologies / usages ; (ii) la refonte des processus métiers et des modes de diffusion des contenus ; (iii) le décloisonnement et interopérabilité des filières.

Les objectifs du programme étaient de répondre à ces enjeux en prenant en compte l'extrême diversité des acteurs de ce domaine. On visait en particulier (i) la compétitivité des industriels dans ce domaine en évolution forte. Une composante importante en est le lien entre les mondes académiques et industriels ; (ii) à inciter les industriels à collaborer, qu'il s'agisse de la définition de standards pour assurer la fluidité du transfert de données le long des chaînes de production ou de la mise en commun de moyens.

AXES THEMATIQUES

- Outils d'archivage et de compression des médias numériques
- Nouveaux modes de production et de distribution audiovisuelle et cinéma numérique
- Post-production, effets spéciaux, jeux vidéo, réalité virtuelle et interfaces

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Outils d'archivage et de compression des médias numériques	2	1 571
Nouveaux modes de production et de distribution audiovisuelle et cinéma numérique	4	2 108
Post-production, effets spéciaux, jeux vidéo, réalité virtuelle et interfaces	10	7 590
Total	16	11 261

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	72	11 261
Entreprises	32	5 635

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

CARE : Cultural Experience: Augmented Reality and Emotion. Le projet CARE a développé des technologies de réalité augmentée pour les applications culturelles, notamment pour les musées et les arts de la scène. Il est coordonné par la PME bordelaise Immersion qui conçoit des solutions et méthodes d'interaction et de visualisation multimodales pour les environnements virtuels. Le projet regroupe également 6 laboratoires et une PME spécialisée dans la conception centrée utilisateur de systèmes interactifs. Il a également impliqué le centre chorégraphique Malandain / Ballet de Biarritz et le Muséum de Toulouse. Les objectifs des recherches menées étaient à la fois méthodologiques et technologiques, et visaient à développer, pour les applications mêlant réalité augmentée et émotion dans le domaine culturel :

- des méthodes et les modèles de conception et d'évaluation de technologies ;
- des technologies de capture et de restitution offrant de nouveaux modes de restitution des émotions dans les arts du spectacle
- des technologies de capture du mouvement et insertion dans un monde virtuel
- des méthodes de notation et de scénarisation de spectacles interactifs
- des technologies d'interaction multitouche 3D.

Des résultats de très bon niveau ont été atteints sur l'ensemble des objectifs. Deux démonstrations majeures ont été effectuées, conduisant toutes les deux à mobiliser les outils du projet et à développer des contenus expérimentaux à l'échelle 1 : une application pour le muséum de Toulouse sous forme de bornes d'interaction 3D ; un spectacle expérimental produit par le ballet de Biarritz, proposant l'interprétation en temps réel de l'émotion du danseur (s'appuyant sur ses mouvements et ses expressions faciales), et la restitution de ces émotions via de nombreux vecteurs d'augmentation : scène, jeux de lumière, vidéo, visages, objets. Le projet a fait l'objet d'une valorisation riche et variée.

CHEVEUX : Modèle de chevelure pour l'animation 3D. Le projet CHEVEUX regroupe deux PME et quatre laboratoires de recherche. Le projet a développé une solution de représentation et d'animation de chevelures en 3D s'appuyant sur la technologie du modèle de « super-hélice ». Le système de simulation de chevelure permet le paramétrage direct et modulable des critères ethniques de la représentation des cheveux ainsi que de faire varier le degré d'humidité auquel les cheveux sont soumis tout en préservant la justesse dynamique de la fibre. La modulation de réglage du niveau de réalisme, d'hyperréaliste à cartoon, permet d'utiliser la simplicité de l'outil à des productions allant du trucage de films en prise de vue réelle aux dessins animés. Le modèle est intégré sous forme de plugin Maya, qui est un outil majeur de production 3D du marché.

VIRAGE : plateforme de recherche sur les écritures multimédia. L'objectif de VIRAGE était de développer une plateforme de recherche sur les nouvelles interfaces de contrôle et d'écriture pour la création artistique et les industries culturelles. Concrètement, il s'agissait de développer un outil auteur multi-utilisateurs pour l'écriture de scénarios interactifs, permettant de contrôler les différents systèmes de génération de médias (son, image, lumière, mais aussi détecteurs, capteurs, etc.). Le projet regroupe plusieurs laboratoires technologiques et SHS, des PME spécialisées dans les technologies artistiques et une plateforme de création et de recherche artistique. Il est coordonné par le GMEA (Centre National de Création Musicale, Albi). La plateforme développée est librement téléchargeable. Les principaux résultats du projet sont :

- Un séquenceur interactif intermédia qui permet de contrôler plusieurs environnements créatifs simultanément et d'en écrire les comportements temporels dans une même interface.

- Un moteur d'exécution des séquences produites, dont la généricité permet de répondre à divers besoins de scénarisation interactive
- Un système permettant d'assurer l'interopérabilité de la plateforme avec les protocoles existants sur le marché, et susceptible de s'adapter aux protocoles futurs.
- Des « boîtes à outils » pour l'expérimentation artistique ont été développés pour les environnements créatifs les plus populaires (MaxMSP, pure data, Quartz Composer et CopperLan pour MaxMSP) afin d'en permettre le contrôle par le séquenceur. Plusieurs prototypes d'interfaces gestuelles basées sur des technologies multi-tactiles ont également été développés.

Les environnements créés ou développés sont utilisés en production à un niveau national et international. Le projet a effectué 10 présentations ouvertes aux professionnels et a organisé 3 ateliers de programmation autour de cet environnement. Il a créé de nombreuses connexions avec les milieux artistiques, dont certaines très prestigieuses. Enfin, une Société Coopérative d'Intérêt Collectif est en cours de création pour le maintien de la plateforme Virage.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Chiffres très partiels à la date de rédaction de la fiche

Nombre de publications	60
Nombre de brevets	6

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme Audiovisuel et Multimédia a été un soutien important au tissu industriel du domaine, lui permettant de se ressourcer scientifiquement et d'innover technologiquement sur des marchés à la fois très compétitifs, totalement internationalisés, et en évolution technologique profonde. Sur les trois ans, le programme a financé 140 participations d'entreprise, sur un total de 270 participations. Sur les 36,3 M€ d'aides accordées par l'ANR, 52% a été attribué à des entreprises, et 39% à des PME ou TPE, ce qui témoigne d'un transfert de technologie très actif et d'un potentiel d'innovation résultant très important. Une contrepartie de cet aspect est une prise de risque parfois importante et spécifique à ce programme quant à la solidité des PME financées. Par exemple, 4 projets financés sur l'année 2007 ont été arrêtés prématurément suite à une disparition de PME.

Le travail collaboratif s'est également développé dans le secteur, puisque le projet moyen est passé de 3,9 partenaires en 2005 à 4,5 partenaires en 2007, pour un montant d'aide moyen passant de 504 k€ à 705 k€ (cette augmentation, importante en valeur absolue, doit néanmoins être relativisée car elle est en partie due à l'augmentation du taux d'aide des entreprises par l'ANR sur cette période).

Le programme a joué son rôle d'accompagnement de la numérisation des filières classiques des contenus, télévision et cinéma, puis de convergence de ces filières avec les industries « nativement numérique » (jeu vidéo et multimédia notamment) essentiellement en finançant des technologies clés (sécurité, transmission, compression, indexation, etc.), mais sans réellement permettre de prise de recul par rapport aux évolutions en cours. Ce constat a été l'une des raisons de l'introduction dès 2008 dans CONTINT d'un axe thématique portant sur l'économie, les pratiques et les usages du numérique.

Une caractéristique majeure du programme a également été une très importante implication des milieux innovants de la sphère artistique et culturelle, comme en témoigne la sélection des faits

marquants 2007. Ces projets ont réellement émergé dans l'appel Audiovisuel et Multimédia entre 2005 et 2007, et restent présents dans CONTINT jusqu'à aujourd'hui, mais dans une moindre mesure car ils sont mis en concurrence avec des projets au contenu scientifique plus structurés et/ou ayant des impacts industriels plus importants.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Globalement la suite du programme se situe principalement dans l'appel CONTINT (contenus et interactions) initialement sur le cycle de programmation 2008-2010, et reconduite avec peu de modifications sur le cycle 2011-2013. Au lieu de proposer une structuration par filière, CONTINT est principalement structuré par famille de fonctionnalités s'appliquant à tous les contenus numériques (production, édition, accès, etc.) afin de susciter :

- Le développement de nouvelles connaissances dans les laboratoires ainsi que leur diffusion dans les entreprises ;
- La mise en œuvre de plus d'interactions entre filières actuellement distantes, mais ayant des préoccupations communes
- La recherche sur des volets non techniques, qu'il s'agisse d'usages, de la prise en compte des facteurs humains et sociétaux ou encore des modèles économiques.

Pour favoriser les interactions entre filières et / ou disciplines scientifiques, CONTINT regroupe en un seul programme :

- la thématique des contenus, en étendant cette notion au-delà de la compréhension qui avait cours en 2005-2007 jusqu'aux données (web des données) et aux connaissances ;
- la thématique des interactions, en reprenant les problèmes d'interface homme-machine ainsi que les aspects cognitifs de la robotique.

Ce programme a eu un succès très important, ce qui permet de poursuivre une action importante de financement de la recherche sur tous ces aspects, dans le prolongement des ambitions du réseau RIAM du début des années 2000.

Calcul Intensif et Simulation

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le calcul intensif et la simulation numérique font l'objet de programmes de recherche extrêmement actifs et mobilisateurs dans le monde avec une accentuation récente d'acquisitions de supercalculateurs (USA et Chine). Ces infrastructures ne sont utiles que si des modèles numériques très complexes et très fouillés sont développés pour être exécutés sur ces machines. C'est l'objet clef de ce programme et son édition 2007 particulièrement (cf. axe « Grands défis applicatifs » ci-dessous).

Comme le montrent plusieurs rapports majeurs publiés en 2005 (dont celui de l'Académie des Technologies), ces recherches, associées à une mise en place ambitieuse des moyens qu'elles requièrent (superordinateurs notamment), sont indispensables au développement et au déploiement d'environnements de calcul hautement performants pour la recherche scientifique dans des domaines variés : santé, climat, etc. Par ailleurs, la recherche et le développement de produits et services de plus en plus complexes (constituants hétérogènes, dimensions extrêmes du plus petit au plus grand, ...) et technologiquement avancés, demande des calculs et des simulations amont pour concevoir ces produits et services.

La maîtrise de la simulation numérique conditionne le progrès dans de nombreux domaines scientifiques dont la physique des hautes énergies, l'astrophysique, la prévision météorologique, la biologie moléculaire, les matériaux, la chimie, les nanotechnologies, la mécanique des fluides, la combustion...

Le calcul intensif dans son large spectre scientifique, promeut, développe et optimise, tant sur le plan logiciel que matériel, les technologies, outils et architectures indispensables à la réalisation de très grands calculs. Ces calculs sont souvent des simulations, mais l'application du calcul intensif ne se limite pas à la simulation numérique. La fouille de données complexes ou volumineuses est une autre illustration du besoin en puissance de calcul tout comme le pré ou post traitement pour rendre les calculs de simulation efficaces et tangibles (visualisation scientifique, rendu 3D).

AXES THEMATIQUES

- Grands défis applicatifs
- Grands codes fédératifs
- Méthodes, bibliothèques et logiciels multi-applicatifs
- Maîtrise des architectures logicielles et matérielles
- Grilles pour le calcul intensif

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Grands défis applicatifs	7	4 220
Grands codes fédératifs	1	498
Méthodes, bibliothèques et logiciels multi-applicatifs	2	1 003
Maîtrise des architectures logicielles et matérielles	1	464
Grilles pour le calcul intensif	0	0
Total	11	6 187

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	51	6 187
Entreprises	9	830

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Parmi 33 soumissions en 2007, 11 projets ont été sélectionnés mais 10 sont au final traités ici car le projet COPRIN a été absorbé par le projet OPUS retenu dans TechLog 2007 (problématiques scientifiques avec fort recouvrement).

Le projet **3WRL** sur l'écologie a un fort caractère interdisciplinaire. C'est une plateforme *open source* de simulation multi-échelles pour l'écologie et les sciences de l'environnement. C'est une intégration réussie et une mise en application de concepts du génie logiciel (*Aspect-Oriented Thinking*, systèmes multi-agents, ontologies, *domain-specific modeling languages*). 3WRL permet la simulation à toutes les échelles des objets traités par l'écologie en facilitant la conception de modèles permettant au modélisateur d'avoir très rapidement un retour numérique et surtout graphique sur ses décisions de modélisation. 3WRL donne accès à une grande puissance de calcul par le déploiement en parallèle de simulations stochastiques sur réseaux d'ordinateurs / clusters. 3WRL est une véritable bibliothèque de modèles écologiques à l'échelle plante, l'échelle écosystème ou encore l'échelle paysage.

Des expérimentations de la plate-forme ont été l'élaboration d'un modèle d'interaction Structure-Fonction : les règles d'organogenèse (mise en place de la structure) sont contrôlées par le rapport accumulation de biomasse / demande des organes pour leur croissance. On peut ainsi simuler l'évolution d'un acacia soumis à « l'herbivorie » avec des rendus visuels extrêmement réalistes et sujets à des analyses et interprétations fiables. Notons que le succès scientifique de ce projet a été matérialisé par de très nombreuses publications de très bonne qualité.

Le projet **FVNANO** portant sur le génie moléculaire a consolidé le développement d'un logiciel libre spectaculaire de rendu 3D et de visualisation scientifique, le logiciel FLOWVR. Le projet FVNANO a concerné des simulations de l'interaction à l'échelle nanoscopique de molécules. C'est un projet phare et préfigurateur du développement non démenti et croissant de la chimie computationnelle en général, et de l'appréhension numérique d'espèces chimiques variées (molécules libres ou incluses dans des agrégats, surfaces, solides ou solutions). Des articles de très bonne qualité et ayant une grande visibilité ont été publiés. Au-delà, le projet a une véritable vocation à fédérer des communautés de la biologie, de la chimie bien entendu, des matériaux, etc., pour réaliser des grands défis applicatifs avec FVNANO. On peut par exemple évoquer la reconnaissance de séquences ADN au sein de filaments nucléoprotéines de type RecA ou encore le transport de fer dans les bactéries.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	Des centaines
Nombre de brevets*	0

* Voir remarques sur le logiciel libre ci-après qui expliquent l'absence de brevets.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Les axes thématiques ont fondamentalement changé entre 2006 et 2007. On voit que l'axe « Grands défis applicatifs » est bien doté en 2007 en nombre de projets retenus confortant l'aspect fortement multidisciplinaire du programme. L'aspect « simulation » s'est éteint en 2007 à cause de la disparition des axes dédiés. De manière générale, le reformatage des axes en 2007 (plus orienté génie logiciel, intergiciel, plate-forme d'exécution...) n'a pas porté ses fruits (aucun projet financé sur l'axe « grilles » par exemple) car l'axe « grands défis applicatifs » a absorbé l'essentiel des projets financés cette année-là. On peut noter que COSINUS dès 2008 a remis (avec succès) en exergue les aspects « simulation ».

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

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'équilibre avec celle des logiciels propriétaires garants de la conservation de savoir-faire pointu et à forte valeur ajoutée. La culture du logiciel libre a bien pénétré le programme et ses participants. Le programme a eu aussi vocation à intéresser et impliquer les industriels dans ce modèle d'affaires.

En termes de visibilité et de reconnaissance, l'édition 2007 a été déterminante et motrice pour la mise en place par le MESR d'un comité stratégique du calcul intensif. Ce dernier a produit un rapport en décembre 2008 sur 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 en simulation numérique ainsi que des besoins de la communauté scientifique. Dans cet esprit, le rapport souligne l'importance vitale des programmes de l'ANR dans ce domaine, la nécessité de leur continuation. En termes de visibilité et lecture par la communauté, il insiste sur la présentation de résultats consolidés entre le programme blanc STIC et CIGC/CIS suivi par COSINUS en 2008, 2009 et 2010 puis « modèles numériques » en 2011-2013.

La visibilité de CIGC/CIS s'est accrue grâce au cahier « le calcul intensif : technologie clef pour le futur » (123 projets exposés) et au grand colloque STIC de janvier 2010 de l'ANR. Des sessions de 3 à 4 présentations de projets sur la santé ou encore l'environnement (3WRL notamment) ont mis en valeur l'intérêt de ce programme pour les domaines/défis applicatifs. Le colloque « Modélisation, calcul intensif et simulation » de déc. 2010 a aussi joué un rôle fort de dissémination via la présentation de 26 projets sur deux jours devant 150 participants environ.

Masses de données et de Connaissances

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Cet appel portait sur les technologies et les usages pour l'acquisition, le stockage et le traitement des données et des connaissances dans toutes leurs complexités (aspects spatio-temporel, volumique et sémantique). Les applications portaient notamment sur les domaines des communications, des systèmes d'information et des contenus multimédia. Les projets avaient pour objectif de renforcer l'expertise des équipes françaises dans ces thématiques mais aussi d'associer des spécialistes des STIC et des experts de domaines applicatifs divers où les données jouent un rôle central et constituent un verrou technologique important. L'utilisation de données réelles était fortement souhaitée pour ces types de projets.

AXES THEMATIQUES

- Acquisition, représentation et stockage de données, métadonnées et connaissances.
- Algorithmes pour le traitement massif de données
- Des données aux connaissances : l'enrichissement des données
- Le traitement des connaissances et le web sémantique

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Acquisition, représentation et stockage de données, métadonnées et connaissances	3	1 336
Algorithmes pour le traitement massif de données	5	2 365
Des données aux connaissances : l'enrichissement des données	9	4 800
Le traitement des connaissances et le web sémantique	0	0
Total	17	8 500

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	70	8 500
Entreprises	8	1 124

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

BINGO2: Découverte de connaissances par et pour des requêtes inductives dans des applications en post-génomique. Le projet Bingo2 relève de la conception de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour la découverte de connaissances à partir de bases de données. Le but est également de s'intéresser à déterminer comment de la connaissance (partielle) du domaine peut être utilisée pour aider à la découverte de connaissances. Techniquement, de nouvelles méthodes et de nouveaux outils sont développés pour l'inférence grammaticale et la fouille de

données séquentielles, la programmation logique inductive, la découverte de motifs dans les textes et les données 0/1. Le projet a donné lieu à la plate-forme SQUAT (SAGE Querying and Analysis Tools), un prototype de base de données inductive, ainsi que trois prototypes logiciels : CSM software (Constraint-based Sequence Mining), SMBio software (Sequential Mining for Biomedical texts), ptaprune software (pruning of a probabilistic prefix tree acceptor). En plus Bingo 2 a donné lieu à de très nombreuses publications dont 15 multipartenaires et deux mini-symposia sur le data mining.

CROTAL : Conditional Random Fields for Computational Linguistics. Le projet CROTAL traite des CRF (Conditional Random Fields, ou champs markoviens conditionnels) qui sont de la famille de modèles graphiques statistiques. Ils permettent d'apprendre à annoter des données à partir d'exemples de données déjà annotées. Ces CRF sont utilisés en TAL (Traitement Automatique des Langues) pour segmenter (en mots, chunks...), étiqueter (en POS, catégories morpho-syntaxiques, entités nommées...), aligner (pour la traduction automatique...) des textes et pour annoter, transformer, etc. des arbres syntaxiques. Ce projet a abouti, grâce à l'étude de l'apprentissage semi-supervisé des CRF, à un nouvel algorithme efficace pour la sélection de features en cours d'apprentissage. Il a également permis l'amélioration de la bibliothèque XCRF, spécialisée dans l'annotation d'arbres XML ainsi que Wapiti, une nouvelle bibliothèque pour les CRF linéaires, la plus efficace actuellement disponible. Les logiciels sont en licence libre. Le projet a organisé un workshop suivi par plus de 80 personnes.

ITOWNS : image-based Town On-line Web Navigation and Search engine. Ce projet gère des données images panoramiques très haute résolution acquises avec une très grande densité spatiale au niveau de la rue par un véhicule instrumentalisé. Le premier objectif est de naviguer de manière fluide, libre et immersive, dans un flux d'images panoramiques dans de très grandes collections de données de manière à voir et visiter la ville comme si nous y étions. Le deuxième objectif est de construire à partir des images un système d'information basé sur le contenu image de manière à proposer au sein même du navigateur des services simples ou complexes basés sur des requêtes (aller à une adresse donnée, générer une carte de navigation enrichie avec de l'image, trouver la localisation d'une image apportée par l'utilisateur, sélectionner les images avec tel objet, etc.).

La totalité des 460 000 images acquises dans le XII^{ème} arrondissement de Paris est désormais visualisable sur le démonstrateur, de même que les données laser. Il est possible de naviguer dans tout le flux de données.

De nombreuses fonctionnalités ont été rajoutées dans iTOWNS notamment :

- une navigation duale complémentaire dans une carte ou un orthoimage utilisant les fonds du Géoportail de l'IGN permet une navigation simplifiée sur un grand territoire.
- un éditeur multimédia permettant aux internautes d'augmenter les navigations d'images, vidéos anamorphosables en 3D manuellement sur les objets présents dans la scène.
- un internaute peut également maintenant poster avec une application iPhone depuis le terrain une image géoréférencée acquise par son terminal qui va se placer automatiquement sur la carte et dans les panoramiques.

iTowns est hébergé sur la Plate-forme THD de Cap Digital. Cette migration permet de mesurer l'attrait et l'acceptabilité du public au travers d'un focus group et de très nombreux bêta-testeurs.

VAHINE : Visualisation et analyse d'images hyperspectrales multi-dimensionnelles en Astrophysique. Le projet VAHINE traite de la Visualisation et l'analyse d'images

hyperspectrales. Le Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars (CRISM) de l'orbiteur MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) est la première caméra hyperspectrale multi-angulaire (HMA) à opérer depuis l'espace. Ces nouveaux instruments accentueront encore plus la taille (plusieurs téraoctets) et la complexité des données de télédétection terrestre et planétaire. Le projet VAHINE a pour objet :

- De développer des modèles physiques et mathématiques, des algorithmes et des logiciels pour traiter efficacement les données HMA mais aussi toute autre collection d'images hyperspectrales volumineuse.
- De contribuer à coordonner les efforts d'une communauté internationale actuellement dispersée entre les Sciences de la Terre, la Planétologie, l'Astronomie et les Mathématiques Appliquées.
- De développer un logiciel modulaire distribué en open source.

VAHINE finit de développer une plateforme logicielle de visualisation et de traitement permettant l'interopérabilité des techniques d'imagerie hyperspectrale de la communauté de planétologie. En partenariat avec le CNES, VAHINE a mis en œuvre un plan de valorisation de sa production vers la communauté planétologique et terrestre française. Il a donné lieu à 4 revues et 16 communications internationales. Il a également participé en 2009 et 2010 à l'organisation des 1^{ère} et 2^{ème} éditions de « Hyperspectral Image and Signal Processing : Evolution in Remote Sensing, Whispers » avec une session spéciale VAHINE.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Chiffres se basant sur trois rapports finaux et 14 intermédiaires

Nombre de publications	Environ 400
Nombre de brevets	Environ 0

ÉLÉMENTS D'IMPACT

Le programme MDCO 2007 se situe assez fortement dans la lignée de l'édition 2006 même si on avait noté initialement une plus grande participation d'entreprises (France Télécom, EDF, Xerox, Exalead et trois PME dans 6 des 17 projets financés). Le but affiché était que les méthodes, techniques, algorithmes issus des laboratoires de recherche soient confrontés à des masses de données réelles, apportées par des entreprises, mais ce sont en réalité les groupes de recherche des entreprises qui ont souvent participé, et finalement le projet qui a sans doute travaillé sur la plus grande masse de données, iTowns, ne comportait pas d'entreprise (il a travaillé sur les données image de tout le 12^e arrondissement parisien enregistrées par le véhicule Stereopolis de l'IGN).

Les projets individuels sont très visibles dans leur communauté, ce qui est important. Plusieurs projets ont développé des outils génériques, bibliothèques, modules, etc. en open source qui doivent être largement réutilisés par la communauté.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En 2010 le volume de données en ligne sur l'internet a atteint un zettaoctet (10^{21} octets soit mille milliards de gigaoctets) et devrait encore doubler d'ici fin 2011. Vu la croissance phénoménale des données (i) sur l'internet (ii) dans les entreprises et les laboratoires et (iii) 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, ce que nous faisons

actuellement principalement en STIC dans les programmes Contenus et Interactions et Modèles Numériques.

Dès 2007 il a été souhaité le rapprochement des recherches en masses de données vers les besoins des entreprises, en abordant également des nouveaux domaines d'application (ingénierie, santé, énergie et environnement, commerce et grande distribution, banque et finance notamment). Cette action a été rendue encore plus visible dans la programmation STIC 2011-2013 qui s'attache à la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans les domaines d'application.

Il faut également que les spécialistes de masses de données (stockage, traitement, extraction de connaissances, visualisation etc.) appliquent leurs méthodes aux données issues de simulations et notamment faisant appel au calcul intensif. La NSF a une action importante sur le sujet, en France les actions sont encore restées trop modestes.

Nanosciences et Nanotechnologies (PNANO)

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs du programme Nanosciences et Nanotechnologies étaient :

- Soutenir des projets de recherche fondamentale par le financement de projets sélectionnés pour leur excellence. La plus-value de l'ANR est en particulier de faciliter des projets d'équipes issues de divers établissements et de différentes disciplines.
- Assurer la diffusion des résultats de la recherche fondamentale dans le monde industriel dans sa diversité : grands groupes, PME, startups.
- Contribuer à la construction d'un corpus de connaissances sur l'impact des nanotechnologies sur la société.
- Soutenir un ou deux projets de plateformes de technologie.

AXES THEMATIQUES

- Nanomatériaux
- Nanocomposants
- Modélisation et Simulation
- Instrumentation et Métrologie
- MNS (Micro-Nano-Systèmes)
- Nanobiosciences et Nanotechnologies
- Impact sociétal et Risques

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Nanomatériaux	14	7 582
Nanocomposants	18	8 422
Modélisation et Simulation	7	3 236
Instrumentation et Métrologie	2	846
MNS (Micro-Nano-Systèmes)	7	3 932
Nanobiosciences et Nanotechnologies	11	5 909
Impact sociétal et Risques	3	1 371
Total	62	31 299

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	224	31 299
Entreprises	26	4 166

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

QUANTAMONDE. Ce projet a permis de développer une nouvelle génération d'outils de simulation du transport quantique, capable de traiter des problèmes émergeant à l'échelle

atomique. Sur la base d'un formalisme de fonction de Green éprouvé, les expertises complémentaires des partenaires, allant d'approches *ab initio* à des modèles de liaisons fortes et de masse effective, ont été combinées afin de développer des codes multi-échelles tridimensionnels de simulation de dispositifs de type transistors MOS. Ce projet a en particulier permis d'analyser l'influence du matériau semi-conducteur et de l'orientation cristallographique sur la densité locale d'états et la transmission des porteurs dans les transistors de type pMOS comme l'illustre la figure. Au total, plus de 20 articles ont été publiés.

NADIA. Le projet NADIA a permis (i) de déterminer les conditions optimales de génération de centres colorés fluorescents azote-lacune dans le diamant synthétique ; (ii) de mettre au point une nouvelle technique d'ensemencement de la croissance de couches minces de diamant sur une grande variété de substrats, leur conférant ainsi certaines propriétés du diamant ; (iii) de développer une nouvelle voie de fonctionnalisation surface des nanoparticules de diamant après une étape préalable d'hydrogénation ; (iv) de contrôler le dopage en azote de nanodiamants synthétisés par détonation. Le projet a déjà permis des applications des nanodiamants fluorescents en imagerie cellulaire. Seize articles ont été publiés dans des revues internationales à comité de lecture et trois nouveaux projets collaboratifs ont été retenus, en partie dans la continuité de « NaDia ».

IMPROVE-LM. Le projet IMPROVE-LM a eu pour objectif de réaliser un capteur de force pour Microscope à Force Atomique (AFM) susceptible de permettre l'étude en temps réel de la cinétique de systèmes chimiques ou biologiques en milieu liquide avec une résolution latérale de l'ordre du nanomètre. Pour contourner les problèmes liés à la viscosité du milieu d'étude, le dispositif réalisé s'appuie sur un détecteur de force électromécanique couplé à un oscillateur ultrafin en silice-silicium prolongé d'un nanotube de carbone mono-paroi, fixé par greffage. Ce système, dont la fréquence de résonance est d'environ 1MHz, a été conçu pour être compatible avec les AFM commerciaux et ouvre des perspectives intéressantes sur le plan scientifique (amélioration de la résolution des équipements AFM existants) et de la valorisation. Plusieurs articles ont été publiés et deux nouveaux projets dont un ERC font suite à cette étude.

GLYCONANOVECTEUR. Le projet s'intéresse à des vecteurs de troisième génération (nanoparticules possédant la triple fonctionnalité de ciblage, d'imagerie et de thérapie) pour le traitement du cancer. Il s'agit de glyco-nanovecteurs qui réalisent le ciblage puis l'imagerie biphotonique de cellules cancéreuses ainsi que leur thérapie photodynamique (PDT) mono et biphotonique. Les vecteurs sont constitués de nanoparticules à base de dioxyde de silicium encapsulant des photosensibilisateurs fluorescents. Le ciblage est assuré par l'ancrage sur la surface des nanoparticules d'un dérivé du mannose ou du galactose dont les récepteurs sont surexprimés dans les cellules cancéreuses, favorisant ainsi l'endocytose active des particules. Les tests d'efficacité des vecteurs ont démontré leur efficacité sur des cellules du cancer du sein, de la prostate et du rétinoblastome, les particules conçues pour la PDT biphotonique permettant, de surcroît, l'utilisation de puissances et fluences radiatives très faibles. Trois publications dont une revue, huit communications orales, trois conférences (dont une invitation à un congrès international) et trois brevets sont issus du projet.

AQUANANO. Le projet AquaNano visait à identifier les processus impliqués au cours du transfert de nanoparticules (NPs) dans les eaux souterraines. Les investigations ont porté sur des NP organiques (C₆₀) et inorganiques (CeO₂, TiO₂, ZnO). L'approche développée a pris en compte

des essais de transfert en laboratoire et à l'échelle de site, une attention particulière étant portée à la représentativité des conditions expérimentales. Les études menées dans le cadre de ce projet ont permis de bien cerner les mécanismes d'introduction des NP dans les écosystèmes, et l'évaluation du risque de contamination des eaux souterraines par la prise en compte de la mobilité des NP et des processus d'atténuation dans des conditions représentatives des aquifères. Ce projet a donné lieu à des communications dans des conférences.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	636 (estimation)
Nombre de brevets	45 (estimation)

ÉLÉMENTS D'IMPACT

Le programme PNANO 2007 a été partagé entre des projets de recherche fondamentale et de recherche industrielle afin à la fois de permettre un effort significatif dans le domaine émergent des nanosciences et nanotechnologies tout en préparant la valorisation de ces technologies. Ainsi, alors que 17 % des projets déposés étaient des projets de Recherche Industrielle ou de Développement Expérimental, ce taux a été relevé à 26 % pour les projets retenus. De plus, 29 % des projets ont des partenaires publics et privés.

Le programme PNANO a stimulé l'émergence ou le renforcement de nouvelles thématiques telles celles relatives aux enjeux économiques ou sociétaux et aux risques associés aux nanotechnologies. Il a également permis de féconder l'interdisciplinarité en regroupant en son sein des chercheurs de tous les horizons, ce qui est la seule approche scientifique pertinente permettant de traiter la recherche sur les systèmes, les questions environnementales, d'éthique ou de santé publique liées aux nanotechnologies.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme transversal 2007 Nanosciences et Nanotechnologies touche un vaste ensemble de domaines scientifiques tels que la Science des Matériaux, les STIC, l'Énergie, l'Environnement, la Biologie-Santé, et les Sciences Sociales. Sa raison d'être est double. D'une part, il a permis de mettre l'accent sur la recherche et le développement dans ces domaines afin de stimuler le plus rapidement l'émergence de connaissances et de savoir-faire à l'échelle nanométrique. En effet, les recherches à cette échelle sont susceptibles de faire progresser l'ensemble des marchés qui dépendent des technologies miniaturisées. L'impact espéré est par conséquent considérable et il est important que la France ait une place respectable dans ce domaine. D'autre part, le programme a permis de décloisonner les disciplines scientifiques pour assurer leur fertilisation croisée, condition nécessaire aux découvertes dans ce domaine. En effet, on s'attend, par exemple, à ce que les outils d'instrumentation scientifiques développés pour la physique permettent des découvertes importantes en biologie ou que les connaissances des propriétés de la matière à l'échelle nanométrique permettent de faire progresser la chimie ou l'électronique. Dans le domaine des microsystèmes, l'intégration des technologies permet de combiner dans un même dispositif, des capteurs, une unité de traitement de l'information et des systèmes d'émission et de réception des données. D'autre part, les Nanosciences et Nanotechnologies combinent des approches « bottom-up » (dont l'idée est d'assembler des objets pour en construire de plus complexes) et « top-down » (qui s'appuient sur la miniaturisation des matériaux ou des objets).

Elles s'appuient également sur le développement d'outils adaptés à l'étude scientifique à cette échelle. De plus, le programme inclut la prise en compte des risques et des impacts sociétaux en amont des applications. Il permet ainsi de rapprocher ces différents aspects dans des projets interdisciplinaires sélectionnés pour leur qualité. Par ailleurs, l'implication, dès à présent, des industriels permettra d'assurer un transfert rapide des innovations. Enfin, le programme a permis un soutien aux centrales de proximité en complément du programme RTB indispensable pour assurer la remise à niveau des grandes centrales de technologies, leur fonctionnement en réseau et leur ouverture à la communauté scientifique. La mutualisation des équipements de technologie regroupés dans un nombre de sites limités est un élément essentiel au développement coordonné des nanotechnologies. L'évaluation internationale du programme RTB recommande à cet égard la mise en place d'une feuille de route stratégique d'investissement.

Les objectifs énoncés dans l'appel à projets ont été atteints, que ce soit pour l'excellence de la recherche fondamentale, la pluridisciplinarité, le développement de la recherche partenariale public-privé, le soutien aux plateformes de technologie, ou encore la prise en compte des risques et des enjeux sociétaux des nanotechnologies.

Le programme PNANO doit continuer à stimuler les recherches pluridisciplinaires et l'intégration des nanotechnologies dans les systèmes où les retombées sont désormais attendues. Il a permis l'identification d'une communauté scientifique autour de ces objectifs ce qui lui donne toute sa légitimité. En complément la structuration des moyens technologiques à travers la coordination de l'infrastructure et la définition de « roadmaps » identifiés dans le cadre du programme RTB est essentiel au développement des « nanotechnologies ».

Systemes Interactifs et Robotique

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs du programme « Systemes Interactifs et Robotique » étaient :

- Bâtir un socle de recherches fondamentales et de recherches industrielles interdisciplinaires fort dans le domaine des systemes interactifs cognitifs.
- Aider le développement de ce domaine en encourageant les innovations industrielles intégrant ces technologies et concepts.
- Encourager la collaboration entre les acteurs académiques et les industriels du domaine dans le cadre de projets menés en partenariat public privé.
- Préparer la communauté scientifique du domaine pour se structurer en vue de programmes de dimension européenne dans le cadre du 7^{eme} PCRD.

AXES THEMATIQUES

- Robotique interactive
- Robotique autonome
- Architectures et systemes robotiques

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Robotique interactive	3	2 210
Robotique autonome	6	4 279
Architectures et systemes robotiques	2	1 425
Total	11	7 914

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	44	7 914
Entreprises	9	2 057

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

LOCANTHROPE : Le projet avait pour but d'explorer les fondements calculatoires de la locomotion humaine, c'est à dire de construire des modèles de calcul de la locomotion humaine pour simuler et planifier des actions et des interactions naturelles pour des robots et des acteurs numériques. Le corps humain est un système complexe composé de nombreux segments corporels. Le postulat de base du projet LOCANTHROPE était de considérer que le style, voire l'état cognitif d'une personne en train de marcher peut être observé à partir d'un nombre restreint de paramètres qui caractérisent la forme des trajectoires locomotrices. Les cas d'études portent sur la locomotion en champ libre d'obstacle, l'évitement d'obstacles et l'interaction entre personnes. L'ensemble des travaux a été ancré sur l'étude de trois scénarios de démonstration portant

respectivement sur la simulation d'interaction entre acteurs numériques, l'interaction homme-robot et la génération de mouvement pour les robots humanoïdes.

Des résultats très intéressants et originaux ont été obtenus dans différents domaines :

- importance du regard dans la direction du robot et test sur le robot HRP2 du LAAS ;
- interactions entre humain, adaptation de la trajectoire pour éviter une collision, et test en animation graphique ;
- mise en évidence d'invariant dans la prise d'objet et test sur HRP2.

La démarche proposée, basée sur l'analyse de mouvement, la proposition d'algorithmes à partir des résultats de l'analyse puis le test sur un robot ou en animation graphique, a montré tout son intérêt et son efficacité.

ROBM@RKET: L'objectif du projet RobM@rket était de développer des applications automatiques de préparations de commande dans un secteur en très fort développement où la majorité des tâches sont manuelles. Le scénario d'application visé correspond à la mise en carton avant expédition d'articles commandés sur internet sur un catalogue en ligne de plus de 1 000 références ou la préparation de commandes destinées au montage de produit (kitting). Le système robotique est constitué d'une base mobile autonome de type AGV (Automatic Guided Vehicles, de BA Systèmes) et d'un bras robotique industriel. Cette base robotique intègre différents algorithmes permettant à partir d'un fichier de commande, d'aller chercher dans un entrepôt les objets sélectionnés et de les ramener en vue de leur expédition ou de leur assemblage. Les articles sont disposés soit de manière ordonnée ou au contraire positionnés en vrac dans des caisses.

Le robot peut travailler soit seul, soit en accompagnement d'un opérateur afin d'augmenter l'efficacité de la préparation (temps, fiabilité, partage des tâches) et réduire la pénibilité du travail de l'opérateur (charge lourde, en hauteur).

Ce projet a reçu le Trophée de l'Innovation Supply Chain de Lognews en 2009.

TELEMACH: ce projet trouve son origine dans le domaine de la construction des tunnels, dominé par l'industrie européenne tant en termes de construction que d'exploitation de machines spécialisées. La nécessité de creuser toujours plus profond et plus long conduit à des risques majeurs. Le changement des outils impose alors de travailler à des pressions élevées dans un environnement exigü, rempli de boues et accessible par des sas. Le projet consistait à développer des outils robotiques télé-opérés et génériques qui se substitueraient à l'homme. Les éléments essentiels de l'étude portaient sur trois sujets de recherche complémentaires : (i) l'architecture mécanique d'un bras télé-opéré pour assurer des tâches de nettoyage, d'inspection et de changement d'outils. (ii) la maîtrise du bras s'appuyant sur la connaissance précise de la localisation de chacun de ses éléments par rapport à la structure de la tête de coupe dans laquelle il évolue. À cet effet, le système est équipé de deux bras, utilisés pour visualiser et nettoyer. Ce principe de coordination main-œil est augmenté d'une commande sur modèle 3D pour sécuriser la manipulation et assister le déploiement de process ; (iii) la réalisation de tâches élémentaires, par exemple la manipulation d'une molette.

Ce travail a nécessité la mise en place d'outils adaptés au transport de charges lourdes. Un bras du système est utilisé pour contrôler la charge portée par un palan, tandis que l'autre bras extrait la molette de son logement. Cette co-manipulation de l'objet à transporter, par l'intermédiaire d'effecteurs hétérogènes, est effectuée avec dextérité, c'est-à-dire en fournissant à l'opérateur un retour complet des efforts d'insertion ou de dégagement des objets.

La valorisation du projet est très forte en termes de brevets et logiciels dans un secteur encore peu automatisé

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	134
Nombre de brevets	3

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme PSIROB 2006 et 2007, en injectant plus de 15M€ sur ses deux ans d'existence, a contribué de manière importante à la revitalisation de la recherche en robotique. Le programme a aussi réussi à établir des coopérations entre les partenaires public et privés aussi bien sur des projets de recherche industrielle que dans le domaine plus fondamentale.

Sur les deux éditions, 25 ont été financés, et il est intéressant de mentionner que quasiment chaque projet (70% des projets) inclut une entreprise, petite ou grande. Les projets traitent de sujets très variés allant des fonctions physiques et mécaniques (robot industriel à très grande vitesse d'action) aux problèmes d'interaction avec l'humain, en passant par des applications en transport autonome (sol, air et mer), en santé.

Suite à ces actions nous disposons maintenant d'une communauté de recherche très active, animée par un GDR CNRS qui s'est créé en même temps que le programme ANR, et qui inclut un club de partenaires industriels animé par Dassault Aviation.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme en 2007 était bien visible par la communauté académique et industrielle. Depuis 2008, la robotique est toujours bien présente dans les programmes de l'agence, aussi bien pour les couches basses : capteurs, actionneurs, contrôle-commande, logiciels de base et architectures, que pour les couches hautes : perception, cognition, décision, coopération robot-robot et robot-humain. Plusieurs projets continuent à être financés tous les ans sur ces deux grands aspects de la robotique.

La communauté française du domaine est constituée de laboratoires de renom. Toutefois cette communauté est de taille modeste et gagnerait fortement à s'ouvrir à l'échelle européenne et mondiale. De même l'expertise et l'évaluation dans le domaine gagneraient à s'internationaliser significativement.

Sécurité et sûreté informatique

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Cet appel s'est inscrit en complémentarité avec les appels à projets lancés en 2007 par l'ANR dans le cadre des programmes Technologies Logicielles, Télécommunications, Audiovisuel et Multimédia. L'appel à projets sollicitait donc des projets novateurs, se situant au meilleur niveau international et contribuant à faire avancer significativement la recherche dans les domaines mentionnés et à renforcer ainsi la place de la France dans ces thématiques de recherche sur les scènes européenne et internationale. Les acteurs attendus étaient aussi bien des organismes de recherches que des industriels, pour effectuer une recherche soit fondamentale soit industrielle.

Une attention spécifique a été portée par les comités d'évaluation et de pilotage, sur les projets traitant des points suivants :

- Analyse des faiblesses potentielles de sécurité ;
- Couches basse des systèmes et informatique de confiance, i.e. « trusted computing » ;
- Ergonomie de la sécurité ;
- Protection de la vie privée ;
- Méthodes formelles et certification ;
- Réseaux et services de communication ;
- Supervision.

AXES THEMATIQUES

- Sécurité des systèmes d'information ;
- Sûreté des systèmes informatisés ;
- Justification de la confiance ;
- Aspects sociétaux de l'informatique sécuritaire.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sécurité des systèmes d'information	10	3 100
Sûreté des systèmes informatisés	1	400
Justification de la confiance	2	1 100
Aspects sociétaux de l'informatique sécuritaire.	1	500
Total	14	5 300

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	54	5 300
Entreprises	14	1300

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

ASFIP : Attack Standardization for FingerPrint system certification. ASFIP a développé des méthodes efficaces, pertinentes et reproductibles de fabrication de fausses empreintes digitales avec et sans la collaboration de l'utilisateur. Ces réalisations s'appuient sur des techniques de moulage (collaboration de l'utilisateur) et des techniques de reproduction 3D d'images par impression ou usinage. Les matériaux analysés sont de faible coût et facilement accessibles (bricolage, loisirs créatifs, ...). Les principaux objectifs du projet ont été atteints, à savoir :

- Développement d'une méthodologie de tests pertinente par rapport aux évaluations de type Critères Communs (standard international ISO/CEI 15408 pour la sécurité des systèmes d'information. Le nom complet du standard est *Common Criteria for Information Technology Security Evaluation*).
- Validation de cette méthodologie sur la plupart des technologies de capteurs présentes sur le marché.
- Production des documents en vue d'une standardisation de la démarche.
- Développement d'une nouvelle méthode de détection du caractère vivant d'un doigt.

SEQURE : Symmetric Encryption with QUantum key Renewal. Le projet SEQURE a montré que les dispositifs de cryptographie quantique peuvent fonctionner de manière stable, hors laboratoire, dans les conditions d'environnement de salles de serveurs. L'objectif central du projet SEQURE (Symmetric Encryption with QUantum key REnewal) a été de mettre en œuvre un système opérationnel de cryptage rapide de données, sur un lien en fibre optique installée, avec de très fortes exigences de sécurité garanties par le fait que le renouvellement de la clé sera assuré par un protocole quantique (distribution quantique de clé, ou QKD).

France Telecom a mis à disposition deux fibres noires reliant TRT-Palaiseau à TRS-Massy pour monter la démonstration sur le terrain. Les pertes de chacune des fibres sont de 5.7 dB, ce qui est proche des pertes maximales que peut tolérer le dispositif. La longueur physique entre Massy et Palaiseau est de 17 km. Les pertes étant de 5.7 dB la longueur effective du lien quantique est de 27 km. Le déploiement du démonstrateur sur le terrain a été effectué en juin 2010 et il a fonctionné jusqu'en janvier 2011. Le taux de clé secrète moyen enregistré sur plusieurs mois est de 600 bit/sec. Il y a donc une génération d'aléa partagé entre l'émetteur et le récepteur d'environ 600 bit/sec ce qui n'est pas suffisant pour utiliser directement le chiffrement inconditionnellement sûr de Vernam qui nécessite une clef aussi longue que le message à transmettre. Le chiffrement repose donc sur un cryptosystème implémenté sur une solution commerciale classique de Thalès appelée Mistral modifiée pour avoir un renouvellement de clé toutes les 10s. C'est un compromis très intéressant entre sécurité et faisabilité. Le dispositif a fonctionné de façon stable et sur une durée de 6 mois dans des conditions d'environnement bruyantes (salle serveur). Aucun réglage spécifique au module optique n'a dû être effectué durant cette période. Ils peuvent être couplés à des dispositifs de chiffrement commerciaux comme les Mistral Gbit. La sécurité de l'ensemble du dispositif est renforcée par la sécurité inconditionnelle des clés de session produites par la cryptographie quantique ainsi que par le renouvellement rapide de celles-ci. Ce projet a donné lieu à deux nombreuses publications, à l'extension d'un brevet multinational et au dépôt d'un brevet national.

RFIDAP. Le projet RFID-AP a cherché à augmenter le niveau de sécurité des puces RFID. Les objectifs ont été les suivants :

- Analyse et réalisation d'algorithmes cryptographique à très bas coût.

- Réalisation et développement de protocoles au niveau physique à très bas coût.
- Réalisation et développement de protocoles d'identification et d'authentification respectueux de l'intimité.
- Travailler à une meilleure compréhension des avantages et des inconvénients des protocoles dédiés aux puces RFID.

Une plateforme de démonstration a été réalisée par le CEA LETI qui a permis de valider les résultats trouvés. Un compromis entre sécurité et complexité a été trouvé de manière à offrir une sécurité accrue mais que les puces restent réalisable à un coût raisonnable.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	48
Nombre de brevets	2

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Ce programme a fait émerger l'idée plus globale de « confiance numérique » qui vise à imbriquer plus fortement sécurité (protection des attaques délibérées, humaines le plus souvent) et sûreté (protection des attaques « système », défaillances inopinées de l'environnement d'exécution et/ou de l'environnement d'utilisation incluant l'interaction homme-système. Par exemple, les problèmes de sécurité prennent de plus en plus d'importance dans les systèmes embarqués (cas de l'automobile où les logiciels embarqués tendent à être piratés) alors que seule la robustesse de ces systèmes préoccupait auparavant leurs concepteurs.

Au-delà, il est apparu le besoin grandissant d'intégrer les préoccupations de sécurité et de sûreté de façon systématique et au premier plan dans tous les systèmes numériques, du fait de la diffusion exponentielle de ces derniers dans la vie quotidienne, les entreprises, les infrastructures (transport, énergie...). La programmation 2008-2010 de l'ANR a donc « distillé » ces thèmes sécurité et sûreté dans tous les programmes thématiques STIC et a également financé le défi « sécurité des systèmes d'exploitation » en 2008 dans le programme ARPEGE, en collaboration avec l'ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La visibilité du programme a été satisfaisante mais la synergie des communautés est à parfaire sur la base de projets focalisant, par exemple, sur des avancées technologiques intégrant mieux sécurité matérielle et logicielle, sécurité système, *i.e.*, aux interfaces et par composition. Un des objectifs identifié et visé par la programmation 2011-2013 est d'attirer d'autres communautés (celle du génie logiciel par exemple, expérimentée en vérification et validation) de façon plus forte sur des projets mettant sécurité et sûreté au tout premier plan. De même, toutes les recherches pour et autour de l'Internet doivent accroître leur focus sur la sécurité et la sûreté pour éviter la production de résultats scientifiques et/ou de solutions technologiques sans faisabilité ni applicabilité réelle. On peut donner l'exemple de la protection de la vie privée qui est un sujet inévitable dans tout système numérique dès lors que des données personnelles sont en jeu (biométrie, réseaux sociaux...).

Technologies Logicielles

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs du programme Technologies Logicielles étaient :

- L'acquisition et l'accroissement de savoir-faire, la maîtrise des concepts, méthodes, techniques et outils 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, production de nouvelles connaissances, « numérique diffus »), la maîtrise de systèmes complexes (environnement, énergie...) 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 pour la valorisation rapide des résultats et l'innovation à plus long terme.

AXES THEMATIQUES

- Systèmes embarqués
- Réseaux d'information et de connaissances
- Interaction personne/système, visualisation et collaboration
- Logiciels pour la modélisation et la conception globale de systèmes complexes

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Systèmes embarqués	3	4 066
Réseaux d'information et de connaissances	11	10 586
Interaction personne/système, visualisation et collaboration	5	3 547
Logiciels pour la modélisation et la conception globale de systèmes complexes	8	4 613
Total	27	22 812

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	166	22 812
Entreprises	52	8 569

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Les caractéristiques thématiques 2007 sont le génie logiciel dont le test pour les systèmes embarqués souvent (IdM++, SATRIMMAP, SemEUSe, SIESTA et TESTEC). Quelques projets ont porté sur le contenu, la connaissance et le Web plus généralement : ATLAS, ITHACA, DYNAMO, LIBRAERO, MADSPAM 2.0, SKOOB, WebMov et WEBCROSSLING. L'image et l'interaction en général ont gardé une place significative via les projets *Affective Avatars*, *Istar*, *MyCitizSpace*, *VISAVI* ou encore *TTT*. Des projets se sont intéressés à des secteurs industriels

variés comme **CADI** (distribution); **GENIUS** (industrie du luxe, design de produits); **INTERMED** (aménagement du territoire); **PILOT2.0** (informatique de gestion, monde automobile); **SIMICE** (gestion de phénomènes météorologiques).

Un focus sur le contrôle non destructif (**INDIAC** et **RADIOLA**) et la gestion des incertitudes par modélisation (**OPUS**), simulation et calcul intensif est donné ici.

La plateforme **OPUS** est un projet visant à consolider et intégrer dans un ensemble unique le traitement des incertitudes dans les systèmes et leur simulation. La participation de grands industriels au projet a permis la mise en place de cas d'étude significatifs pour la validation des résultats scientifiques. Ces cas sont le dimensionnement d'ouvrages de protection d'installations industrielles et/ou de zones habitables contre les phénomènes de crues fluviales extrêmes. On trouve aussi pour Dassault Aviation, le couplage aéro-thermique illustrant plus généralement la problématique du couplage multiphysique. **OPUS** est avant tout une plateforme logicielle complète et d'accès libre (*open source*) qui est bâtie au-dessus du standard mondialement reconnu **OpenTURN**, dont elle permet donc la réutilisation, qui était déjà une initiative de deux partenaires importants du projet (EDF et EADS). La notoriété du projet **OPUS** par son caractère central dans la communauté a donné lieu au workshop **OPUS** « Calcul haute performance, Environnements de calcul et logiciels, applications à la quantification d'incertitudes » à Grenoble en mars 2011. Un autre point positif d'**OPUS** est le transfert des connaissances élaborées vers la start-up **SOFTIA** partie prenante dans le projet et en charge de packager et industrialiser la plateforme ainsi que développer une offre de services à haute valeur ajoutée sur la modélisation, la simulation, le calcul de systèmes à incertitudes, pour la gestion des risques et la prédiction de tels systèmes.

L'édition 2007 de TechLog a vu deux projets sur le thème du contrôle non destructif (CND) : **RADIOLA** et **INDIAC** qui avait une approche généraliste de détection de défauts par courants de Foucault ou ultrasons (algorithmes d'inversion). C'est un sujet essentiel pour caractériser l'état d'intégrité de structures ou de matériaux, sans les dégrader, soit au cours de la production, soit en cours d'utilisation, soit dans le cadre de maintenances. On peut par exemple par émission acoustique contrôler des appareils à pression, des chaufferies de sous-marins nucléaires ou bien des structures aéronautiques. C'est le principe de l'essai par simulation diminuant les dégâts physiques éventuels et diminuant les coûts sous réserve de modèles précis des systèmes et des possibilités de simulation fine de ces systèmes.

L'ANR supporte le leadership français via en particulier le logiciel **CIVA** venant du CEA qui est une plateforme d'expertise pour le CND, composée de modules de simulation, d'imagerie et d'analyse, permettant de concevoir et d'optimiser les méthodes d'inspection et de prédire leurs performances dans des configurations de contrôle réalistes. Plus de 130 entreprises utilisent **CIVA** dans 30 pays différents.

On peut noter que l'ANR continue cette dynamique de financement du CND et de **CIVA** en particulier via le projet **MACSIM** retenu pour l'édition 2008 de **COSINUS**.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	Des centaines
Nombre de brevets*	1

* Voir remarques sur le logiciel libre ci-après qui expliquent l'absence de brevets.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

L'édition 2007 a fortement consolidé une meilleure connaissance entre académiques et industriels : découverte, partage et intégration des cultures de travail de chacun, stabilisation de noyaux durs (équipes INRIA, Thales, EADS, Orange, PME bâties autour de l'approche « projet de recherche » ANR ou européens). Il en a résulté une meilleure qualité des soumissions en 2007 au regard des critères d'évaluation des soumissions : qualité du consortium, partage de la propriété intellectuelle, gouvernance du projet, etc. La contrepartie regrettable est peut-être la « professionnalisation » de certaines PME candidates au financement de l'ANR.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'édition 2007 a vu l'apparition **de domaines applicatifs variés voire nouveaux** avec une tendance de plus en plus marquée quant au besoin de logiciels riches et complexes, pour la simulation notamment, dont l'évolution et l'ouverture sont des éléments clés de leur succès (adoption, généralisation de l'usage, logiciels devenant « de référence » dans leur domaine).

L'édition 2007 a servi de démonstrateur quant à la possibilité de construire, pérenniser et surtout réutiliser en France ces grands logiciels *open source* unissant académiques et industriels (OPUS -> OpenTURNS, RADIOLA, INDIAC -> CIVA...). **Les industriels (grands groupes) ont pu appréhender puis acquérir la culture *open source*** mieux connue dans le monde académique. Il faut intensifier l'analyse sur quelques années des logiciels libres produits dans les projets et leur adoption systématique à grande échelle par l'industrie du logiciel (analyse d'impact vers 2015). Il est indiscutable qu'un nombre croissant d'applications orientées *end-user* réutilisent des briques *open source*. Les projets ANR profitent donc fortement à l'industrie du logiciel hexagonale et mondiale. Par conséquent, l'effort de l'ANR sur l'*open source* doit rester important. Néanmoins, la difficulté de ce modèle d'affaires à créer des entreprises totalement viables hors de projets de l'ANR ou d'autres cadres reste un questionnement. La « professionnalisation » évoquée ci-avant démontre formellement que l'ANR est la source de financement principal d'entreprises « logiciel libre » qui ont parfois des difficultés par ailleurs à vendre du service sans subventions quasi-récurrentes.

Télécommunications

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme avait pour objectifs de soutenir la coopération entre laboratoires publics et industriels en vue de transférer les résultats de la recherche vers le tissu industriel, d'accroître la compétitivité des entreprises française et de leur capacité à innover. Ce programme avait également pour but de 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 et à se positionner dans un contexte international.

AXES THEMATIQUES

- Réseaux très haut débit de bout en bout
- Vers l'accès transparent – accès multiple
- Logiciel pour les télécommunications et les réseaux
- Réseaux Auto-Organisants et Objets Communicants
- Sécurité pour les télécommunications et les réseaux
- Qualité de service de bout en bout et SLA
- Ruptures

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Réseaux très haut débit de bout en bout	8	7 917
Vers l'accès transparent – accès multiple	4	3 910
Logiciel pour les télécommunications et les réseaux	2	1 599
Réseaux Auto-Organisants et Objets Communicants	4	4 526€
Sécurité pour les télécommunications et les réseaux	6	5 781
Qualité de service de bout en bout et SLA	0	0
Ruptures	0	0
Total	24	23 733

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	129	23 733
Entreprises	54	11 059

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

Le programme TELECOM 2007 a été en général réussi avec une participation équilibrée des académiques et des industriels aussi bien dans la sélection que dans la soumission et l'exécution des projets. L'appel à projets mettait l'accent sur 7 thèmes. Par rapport aux éditions précédentes 3

nouveaux thèmes avaient été introduits (thèmes « Logiciel », « Qualité de service » et « Ruptures ») afin d'inciter aussi la soumission de propositions sur les logiciels pour les communications, sur la recherche qualité de service/d'expérience ainsi que de susciter des projets à risque. Sur les deux derniers thèmes les quelques propositions soumises n'ont toutefois pas été retenues. On peut constater que lors de l'introduction de nouvelles orientations la construction de projets de qualité est souvent difficile la première année.

La thématique des réseaux à très haut débit, qui est très « techno push », recueille beaucoup de projets de recherche de qualité.

Un travail en atelier avait été organisé avant la mise en place de cet appel afin de partager une vision commune sur les projets plateformes. Deux plateformes très importantes pour le domaine ont été financés : PERSYSTII, qui est une plateforme de test des transmissions optiques à des débits jusqu'à 170 Gbit/s et SENSLAB qui développe des réseaux de senseurs à très large échelle pour l'intelligence ambiante.

Le projet **TCHATER** propose un récepteur optique cohérent à très haut débit (40Gb/s) dont la caractéristique est l'utilisation d'un format de modulation à sauts de phase, multiplexé en polarisation PDM-QPSK. Ce format impose en réception une détection cohérente associée à un traitement numérique du signal. Ce projet a développé des convertisseurs analogique / numérique capables d'échantillonner à 20 GEch/s avec une résolution de 5 bits en temps réel. Les premières liaisons basées sur ce concept sont en cours de transfert industriel. Ce projet ainsi que le projet COHDEQ 40 (2006) ont permis à la France d'avoir une position de leader dans ce domaine et a reçu pour cela le prix innovation d'Alcatel Lucent Bell labs.

Le projet **F@CIL** a permis de décupler les capacités de débit des cartes sans contacts et atteindre un débit de 6 Mb/s, soit 7 fois plus que les débits actuels tout en conservant la possibilité de télé alimenter l'objet distant par le champ magnétique produit. Les applications de transfert de fichiers type MP3 musicaux voir d'imagerie sont désormais possibles. Plusieurs brevets ont été déposés et le projet a obtenu le prix SESAME 2009 du salon carte dans la catégorie hardware.

Dans le programme Telecom 2007, le projet **SENSLAB** a déployé une plateforme à grande échelle de réseaux de capteurs sans fils. L'objectif est de fournir à la communauté scientifique un banc d'essai réel à grande échelle pour pouvoir tester un spectre large d'applications. La plateforme SensLab est distribuée sur 4 sites dans lesquels 1 024 nœuds capteurs sans fils programmables sont déployés. Le projet a organisé des séances de formation sur la plateforme pour les doctorants et post doctorants. La plateforme Senslab est utilisée dans au moins 4 ou 5 projets du programme VERSO. Cette plateforme va être connectée à des plateformes européennes et internationales (Planet lab / One Lab/ F lab), ce qui donne une vraie visibilité internationale à ce projet.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Seul 8 projets sur les 24 ont effectivement envoyé à ce jour leur rapport final. La plupart des projets ont prévu de faire leur présentation finale et finaliser leurs rapports pour le colloque STIC de janvier 2012. Il en résulte que ce rapport ne peut donner qu'une vue partielle des résultats obtenus principalement lors de la revue mi-parcours des projets qu'il conviendra d'affiner dans le futur.

Nombre de publications	+ de 400
Nombre de brevets	+ de 4

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme a permis de consolider la structure de la communauté scientifique autour d'acteurs industriels majeurs et organismes de recherche publique.

Cet appel a permis de financer des projets de type innovation, c'est-à-dire projet de recherche industrielle piloté par une PME sur les verrous et problématiques de la PME.

Une des contributions importantes du programme est de soutenir aussi la participation française dans les enceintes de normalisation. Ainsi depuis le début du programme une trentaine de contributions aux instances de normalisation ont été effectuées.

Deux grandes plateformes d'expérimentation très structurantes et fédératrices pour les communautés scientifique ont été financées et servent de support pour d'autres recherches et projets du domaine.

Un objectif de ce programme était de 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. Plusieurs projets ont un rayonnement européen (APOGEE, ECOFRAME, SENSLAB, PERSYST2...). Les deux plateformes sont aujourd'hui aussi utilisées à l'échelle européenne. Les résultats du projet Ecoframe ont servi de base au projet européen Alpha et à un démonstrateur avec NTT (Japon).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce programme dans la continuité de l'appel à projets Télécom 2006 reste très visible par une communauté d'acteurs aussi bien publics que privé du domaine des télécommunications. Le domaine est très dynamique et en profonde mutation avec notamment le développement rapide d'internet, l'explosion du nombre de terminaux mobiles et leurs applications, de la mise en réseau de milliards d'objets communicants permettant d'échanger une grande variété de contenus. Le programme Télécom 2007 a su accompagner ces changements et continue à former les jeunes chercheurs constituant le vivier des entreprises de demain. Les enjeux du programme sont plus que jamais d'actualité et sont une des priorités de la SNRI « préparer l'internet du futur » repris par les programmes VERSO et maintenant INFRA.

La continuité de ce programme est indispensable comme levier pour soutenir la collaboration entre industriels et académiques dans le domaine des télécommunications et soutenir en particulier la participation des PME pour les aider à développer leur propre technologie. Ce programme doit évoluer pour pouvoir anticiper les changements technologiques et s'adapter aux nouveaux besoins sociétaux. Les thèmes sur l'internet du futur, les travaux sur la qualité d'expérience, la prise en compte de la dimension usage et la réduction de la consommation d'énergie des systèmes de communication seront à renforcer.

Les projets de type plateformes sont structurants, il conviendrait dans le futur de faire le bilan de la réutilisation de ces infrastructures. Par ailleurs, le programme gagnerait à créer un continuum vers la recherche de nature plus exploratoire et de rupture menée avec des industriels.

Ingénierie, Procédés et Sécurité

Ingénierie, procédés et sécurité

L'action de l'Agence en 2007 dans le domaine Ingénierie, Procédés et Sécurité incluait deux programmes qui existaient antérieurement (Matériaux et Procédés, Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale) et le programme Chimie et Procédés pour le Développement Durable, créé en 2007.

Le programme Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale (CSOSG) s'est focalisé sur des thématiques de recherche ayant pour finalité la protection du citoyen, la protection des infrastructures critiques et des réseaux, ainsi que la gestion de crise, quelle qu'en soit l'origine (catastrophe d'origine naturelle ou humaine). Les projets sélectionnés se caractérisent par une approche globale et systémique des problématiques de sécurité et par la qualité du partenariat public privé au sein des consortiums. Ce programme bénéficie d'un partenariat et d'un cofinancement avec la Direction Générale de l'Armement depuis 2006 et depuis 2007 avec le Ministère de l'Intérieur de l'Outre-Mer et des Collectivités Territoriales (DGPN). Le programme CSOSG a conduit à la mise en place d'un colloque annuel (Workshop interdisciplinaire sur la sécurité globale – WISG) dont la première édition, WISG 2007, s'est tenue à l'Université de Technologie de Troyes en janvier 2007. Ce colloque est maintenant devenu la réunion nationale de référence dans le domaine (450 participants) et permet aussi de réunir les acteurs des projets en cours. Ce programme sert clairement de tremplin pour des projets soumis aux appels européens, où les projets français présentent un excellent taux de succès.

Le programme Matériaux et Procédés a été lancé en 2005 dans le prolongement du RNMP (Réseau national matériaux et procédés). C'est un programme partenarial qui répond à une attente réelle d'une recherche amont (à l'interface de l'industrie et de la recherche publique) sur un ensemble large de thématiques, incluant, par exemple, la mise au point de nouveaux matériaux, l'amélioration des performances de matériaux existants, l'amélioration des procédés, le développement et la mise en place d'outils de simulation numérique. La progression des projets déposés entre l'appel à projet 2005 (82 projets), de 2006 (99 projets) et celui de 2007 (106 projets) en témoigne. Ce programme a délibérément été conçu pour répondre à des besoins « matériaux » au sens large, en y associant les procédés d'élaboration, de mise en forme et d'assemblage et a toujours englobé toute les familles de matériaux (métalliques, composites, céramiques, plastiques, fibres et textiles).

Ces deux programmes partenariaux impliquent de nombreuses PME et une proportion importante des projets sélectionnés ont été labellisée par des pôles de compétitivité. Ils participent donc au soutien de ces pôles.

Le programme Chimie et Procédés pour le Développement Durable a été créé en 2007 et correspond aux besoins de recherche pour le développement d'une « chimie verte », aussi bien pour préparer le remplacement des chimies issues du pétrole (chimie du végétal) que pour soutenir des travaux sur les procédés et synthèses propres et économes. Il correspondait à une rupture dans les approches usuelles des chimistes, rupture essentielle pour assurer la compétitivité de l'industrie chimique et pour améliorer l'image de ce secteur auprès du grand public. Le programme est ouvert, permettant la participation de consortiums purement académiques ou en partenariat avec des industriels (environ 1/3 des 70 projets déposés). Ce premier bilan a montré que ce programme, notamment associé au programme interdisciplinaire

du CNRQ « Chimie pour le Développement Durable », a conduit à une mobilisation significative des équipes sur cette thématique.

Chimie et Procédés pour le Développement Durable

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Chimie et Procédés pour le Développement Durable (CP2D) avait comme objectif principal d'amener les chercheurs à penser différemment en intégrant dans leurs méthodologies de synthèses, dans leur approche pour améliorer ou définir de nouveaux procédés, les principes de « l'éco-conception ». Il vise également à contribuer au maintien et au développement de la compétitivité des industries chimiques, en offrant, notamment aux nombreuses PME de ce secteur, un outil pour améliorer leurs relations de recherche avec le monde académique. Enfin, cet appel à projets doit contribuer à la prise en compte, par l'ensemble de la communauté des chimistes, des concepts de la chimie durable, redonnant ainsi une image positive de la chimie auprès du grand public.

AXES THEMATIQUES

Le programme CP2D a été lancé en 2007 dans le souci de soutenir une recherche de base et une innovation fortes intégrant le nécessaire souci de la protection de l'environnement. En 2007, cet appel à projet, centré sur le concept de la chimie verte, était articulé autour de 4 axes :

- Synthèses respectueuses de l'environnement
- Procédés verts et sûrs
- Évaluation, contrôle et analyse
- Évaluation et transformation de nouvelles ressources renouvelables, agricoles en particulier, produits cibles.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Synthèses respectueuses de l'environnement	12	5 000
Procédés verts et sûrs	3	1 700
Évaluation, contrôle et analyse	3	1 800
Évaluation et transformation de nouvelles ressources renouvelables, agricoles en particulier ; produits cibles	3	1 500
Total	21	10 000

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	70	10 000
Entreprises	11	1 420

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

CALIST. Rôles spécifiques de l'auto-organisation des liquides ioniques dans les réactions catalytiques. Ce projet avait pour but l'étude physico-chimique expérimentale et théorique de liquides ioniques de type imidazolium, afin de comprendre et d'améliorer les performances de ces solvants en catalyse asymétrique par les nanoparticules métalliques. Quatre équipes étaient réunies autour de leurs compétences respectives en physico-chimie, synthèse de nanoparticules et catalyse. Plusieurs aspects concernant le rôle des liquides ioniques sur des réactions catalytiques ont été étudiés, principalement des aspects liés à des phénomènes de solvation du substrat et du catalyseur, celui-ci se présentant sous forme de nanoparticules métalliques. Le type spécifique de réaction sélectionnée en tant qu'application dans le cadre de ce projet a été l'hydrogénation catalytique. Trois aspects principaux ont été étudiés :

- la solvation de substrats insaturés ou aromatiques dans les liquides ioniques, d'un point de vue structurel et énergétique,
- les mécanismes de stabilisation de nanoparticules dans les liquides ioniques,
- l'influence de paramètres physico-chimiques, liés aux interactions, à la structure et au transport de masse dans le liquide ionique, sur les réactions d'hydrogénation catalytique.

Dans les trois sujets, des progrès importants par rapport à l'état actuel des connaissances ont été atteints, ce qui est attesté par un nombre important de publications dans des revues de qualité concernant la solvation des substrats, la stabilisation de nanoparticules, et l'influence sur la catalyse. Une contribution importante de ce projet est la meilleure compréhension des interactions entre liquides ioniques et nanoparticules métalliques, ainsi que des mécanismes de stabilisation de ces suspensions colloïdales. Cet aspect a une portée au-delà de la catalyse, puisque les suspensions de nanoparticules dans les liquides ioniques sont pertinentes pour des applications en capteurs, en électrochimie, dans des lubrifiants.

POLYMER-BIOPATH. Plateformes catalytiques bio-inspirées pour une voie de synthèse durable des polymères. L'objectif du projet POLYMER-BIOPATH était de développer de nouvelles voies de synthèse de polymères basées sur une catalyse bio-inspirée, sans métaux, à partir de plateformes catalytiques organiques et/ou d'enzymes ayant subi une mutagenèse dirigée qui opèrent selon des mécanismes réactionnels très proches comme cela est illustré pour la polymérisation d'une lactone par une lipase et par la guanidine. La conception de ces deux types de systèmes devait être orientée vers une catalyse de polymérisation répondant aux critères d'une chimie douce. La conception et l'étude de systèmes organocatalytiques et d'enzymes modifiées ont été réalisées grâce au savoir-faire complémentaire d'équipes de biochimistes, d'organiciens et de polyméristes. Ces systèmes catalytiques ont été étudiés en polymérisation des monomères hétérocycliques, lactones et lactides comme systèmes modèles. Plusieurs séries de catalyseurs organiques ont été développées : on peut citer les couples (Thio)amido-Indoles et α -halogéno-acétanilides associés à des amines, les couples phénols/amines ainsi que les systèmes basés sur l'association des formes basique et acide (sels) d'amines aromatiques. L'étude de ces systèmes catalytiques a abouti à la caractérisation par rayons X d'un adduit catalyseur-monomère. Ce type de découverte, qui reste très rare, est à même de faciliter la conception de catalyseurs plus performants. Concernant les lipases, le remodelage du catalyseur afin de l'adapter à la reconnaissance des hétérocycles cibles (lactones, lactames et lactides) et à leur polymérisation a été guidé par une analyse par modélisation moléculaire. Sur la base de ces données, une banque semi-rationnelle d'environ 1 500 variants a été créée par mutagenèse à saturation. Via ces stratégies de criblage, 7 mono-mutants ont été identifiés qui présentent des taux de conversion et

des degrés de polymérisation bien supérieurs aux valeurs obtenues pour CALB sauvage. Les mutants améliorés ont été exprimés et purifiés jusqu'à homogénéité pour permettre leur caractérisation cinétique et biochimique. Des performances catalytiques améliorées de façon significative par rapport à CALB sauvage ont été obtenues. L'objectif à plus long terme est d'améliorer l'activité catalytique de ces systèmes et d'étendre cette approche éco-compatible à la synthèse d'un plus grand nombre de polymères issus de dérivés de la biomasse.

RAPIC. Réacteurs À Plaques Intensifiés à Coût réduit. L'intensification des procédés de production est actuellement une préoccupation majeure des industriels de la chimie. Cette alternative, en rupture avec les traditionnels procédés discontinus, consiste à transposer les synthèses dans des réacteurs de type piston continu avec une intensification du procédé : c'est le concept d'échangeur-réacteur multifonctionnel.

Dans ce contexte, le projet RAPIC, avait comme ambition de développer un composant innovant, mais à bas coût, à l'échelle 10 kg/h. C'est un projet original car il doit non seulement répondre aux contraintes de la mise en œuvre de réactions exothermiques, mais aussi s'approcher au plus près de technologies connues d'échangeurs en les adaptant aux milieux réactifs et en respectant les impératifs de coût imposés par le marché. Ce projet traite de la phase de conception à l'échelle locale jusqu'à la validation expérimentale à l'échelle du laboratoire. L'implication dans le projet d'un groupe chimique de premier plan ainsi que d'un équipementier souhaitant se diversifier constitue un élément moteur et garantit la vision industrielle des travaux engagés. Le projet a conduit à la réalisation d'une maquette pour la caractérisation de l'écoulement dans des canaux zig-zag. Une première maquette d'un réacteur multi-matériaux (acier inox+cuivre) a été réalisée, avant la réalisation d'un prototype en SiC, matériau à très forte conductivité thermique et très haute résistance aux agents chimiques. Le projet a donc permis de proposer aux industriels un outil flexible, capable d'appréhender une large gamme de réactions à forts effets thermiques et impliquant des réactifs agressifs.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	109
Nombre de brevets	2

Les chiffres reportés concernent les six projets clos de l'AAP 2007 à la date de rédaction du rapport.

ÉLEMENTS D'IMPACTS

Un impact fort de l'appel à projets CP2D est la mobilisation des chercheurs de différentes disciplines, issus notamment des communautés chimie et procédés autour de la problématique de la chimie pour le développement durable. Ce programme a également suscité des projets partenariaux avec une première implication des industriels qui n'a cessé de croître par la suite. Nombre de partenaires de cet appel ont ensuite fait partie des réseaux de recherche mis en place par le CNRS dans le cadre du programme interdisciplinaire « Chimie pour le Développement Durable ». Cet appel 2007 a ainsi permis de poser les premières pierres vers la conception de procédés plus sûrs et plus propres alliant chimie innovante et ingénierie.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En conclusion, ce premier appel à projets CP2D 2007 a été bien accueilli par la communauté scientifique (dépôt de 70 projets). Cependant, les résultats de cet appel et le suivi des projets ont révélé quelques points à améliorer. Les chimistes ont massivement répondu alors que la communauté « Procédés » a peu répondu. Il en a résulté essentiellement des projets centrés sur la catalyse, vue sous l'angle « chimie ». Une autre conséquence est le faible nombre de projets bien positionnés chimie / procédé : seulement 3 sont véritablement à l'interface (MICROX, LIGNOSTARCH, PRODULUZ). L'aspect pluridisciplinaire s'est renforcé dans les appels des années suivantes. Même si la majorité des projets ne sont pas terminés, seul un petit nombre de projets apparaissent d'excellente qualité scientifique. On peut citer CALIST et RAPIC. La qualité des projets s'est par la suite accrue (appels CP2D 2008 et 2009). L'appel 2007 a donné lieu à peu de projets partenariaux (seulement 1/3). Ce taux est resté stable sur les 3 années du programme CP2D.

Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme de recherche en sécurité globale Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale (CSOSG) est une recherche finalisée, capable de faire émerger des solutions concrètes face à des enjeux globaux sur les moyens et longs termes. Pour ce faire, elle doit favoriser les approches systémiques, transverses et pluridisciplinaires en associant des partenaires industriels, académiques ainsi que les acteurs de la sécurité, qu'ils soient privés ou publics (prescripteurs et opérateurs). La recherche en sécurité globale présente de très forts enjeux en termes d'innovation, de compétitivité économique et de souveraineté. Cet appel à projets a également pour objectif de préparer le tissu français de la recherche pour qu'il puisse se positionner sur les futurs appels à projets nationaux et européens.

AXES THEMATIQUES

En 2007, suite aux travaux de groupes d'experts européens avec participation mixte public - privé, l'Europe définissait des grandes missions verticales de sécurité, sur cette base, l'appel à projet 2007 proposait les axes thématiques suivants :

- Protection du citoyen : anticipation, prévention et surveillance
- Protection des infrastructures fermées ou ouvertes
- Protection des réseaux
- La gestion de crise : déploiement et protection des intervenants
- La gestion de crise : neutralisation et réparation

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Protection du citoyen : anticipation, prévention et surveillance	5	4 821
Protection des infrastructures fermées ou ouvertes	3	2 754
Protection des réseaux	1	1 377
La gestion de crise : déploiement et protection des intervenants	4	2 754
La gestion de crise : neutralisation et réparation	0	0
Total	13	11 706

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	70	11 706
Entreprises	19	5 736

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

SCANMARIS. Surveillance et contrôle des activités des navires en mer. Le projet SCANMARIS avait pour objectif de mettre au point un capteur réparti permettant le suivi de navires au large des côtes, la tenue de situation renseignée sur ces navires, la détection de situation anormale, la génération d'alerte documentée, afin de suivre les flux (marchandise, pêche, autre,) sur différents itinéraires, de détecter des activités illicites ou criminelles. De nombreux verrous technologiques ont été levés : la tenue de situation à partir de données coopératives réelles type AIS ; l'évaluation des performances d'un radar HF à ondes de surface, unique en Europe, pour une surveillance de 200 miles nautiques ; la détection de comportement suspects sur la base de règles métiers installées et enrichies au sein d'un système d'analyse multi-agents ; la réalisation de différentes bases de données maritimes, océanographiques, météorologiques pour permettre une analyse de l'environnement. Ce projet a donné lieu à des expérimentations temps réel puis à deux projets de dimension importante, sur la surveillance maritime dans le cadre du 7^{ème} PCRD, volet sécurité, avec la participation de tous les acteurs du projet Scanmaris.

SPIDERS. Système Portable d'Inspection par rayons X pour la Détection et l'identification des Explosifs et Risques chimiques pour la Sécurité. L'objectif du projet SPIDERS était la validation d'un nouveau concept de système portable non intrusif de caractérisation de matériaux dangereux ou illicites dissimulés à l'intérieur d'objets, dans le cadre d'une inspection non invasive du contenu d'un objet suspect (par exemple détection d'explosif dans une valise abandonnée). Ceci est obtenu grâce à l'innovante combinaison simultanée en 3D de deux techniques à rayons X complémentaires (tomo-synthèse bi-énergie et diffraction), permettant d'accéder à une signature fiable du matériau. Le projet a permis de réaliser un système bi-source RX à photo cathodes à nanotubes de carbone piloté optiquement par laser. Cette première mondiale à des applications potentielles non seulement dans le domaine sécurité mais aussi dans le domaine de l'imagerie médicale. Il a permis également d'évaluer en radiographie, l'apport d'une détection spectrométrique à seuil d'énergie pour la détection d'explosif dans une structure complexe et de faire de l'imagerie 3D par tomosynthèse, en mettant au point un algorithme itératif. Une validation expérimentale a été faite sur des échantillons réels d'explosifs. Deux brevets nationaux et deux brevets internationaux ont été déposés.

BIO-COM. Détection d'attaques biologiques des réseaux d'eau potable afin de protéger la vie des citoyens. L'objectif du projet était de démontrer la faisabilité d'un appareillage intégrant des protocoles biologiques et un outil d'aide à la décision pour une détection précoce de micro-organismes dans les réseaux d'eau potable. L'enjeu est de raccourcir considérablement (facteur 10) le temps de réaction à une contamination, qui est de 24 heures à ce jour, afin de permettre de bloquer la distribution. Les principaux axes de recherche portaient sur la méthode de marquage sélectif des agents par fluorescence et le dispositif de détection optique d'agents pathogènes. BIOCOM a permis de tester en laboratoire un dispositif de détection en moins de 6 heures (4 à 6) par une méthode de comptage de spots fluorescents et de démontrer la faisabilité d'analyse de la surface d'une membrane de filtration d'eau en une seule prise d'image. Ce projet a donné lieu à la création d'une nouvelle activité chez la PME coordinatrice et au dépôt d'un brevet international.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications*	103
Nombre de brevets*	9

* : au 1/02/2011.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Un point fortement positif réside dans la mise en place de relations au sein de chaque projet, entre, d'une part, les utilisateurs finals et, d'autre part, les consortia, point qui fait l'objet d'une clause d'éligibilité au programme depuis 2007. Le partenariat avec le ministère de l'intérieur, en tant que co-financeur du programme depuis 2007 (ainsi que celui avec la DGA), participe à cette dynamique.

De nombreuses synergies inter-projets sont apparues. Le colloque annuel WISG, créé en 2007, avec présentation commune de l'ensemble des projets sous forme de poster, avait, en particulier, pour objectif de favoriser les rapprochements. Avec la participation de 450 personnes sur 2 jours, WISG contribue fortement à la création d'une communauté en sécurité globale. Cette communauté s'implique également au niveau européen avec deux projets CSOSG, pour cette édition (quatre avec l'édition 2006), qui ont donné lieu à des suites financées, en particulier dans le cadre du 7^{ème} PCRD volet sécurité.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Alors qu'un certain nombre de ces projets se sont achevés (avec ceux de l'édition 2006), on peut être satisfait du travail du comité d'évaluation qui a permis de sélectionner des projets de très bonne tenue scientifique et technique (14 publications avec comité de lecture par projet sur l'édition 2006) dans une offre globale qui s'est étoffée aussi bien au niveau qualitatif que quantitatif (+100% en terme de nombre de projets déposés). La part entre public et privé, et entre Universités, EPIC, PME et grands groupes, est parfaitement équilibrée, et cela avec des chances respectives de succès sensiblement identiques.

De par ses objectifs vastes et ardu, qui sont malheureusement toujours d'actualité (terrorisme, pandémie, accidents technologiques, catastrophes naturelles) et de la réponse systémique qu'il est nécessaire d'y apporter, le programme ANR est le porte-drapeau et le fédérateur d'un ensemble d'initiatives nationales ou locales sur ces sujets. Du point de vue de l'apport à la sécurité du citoyen, les projets, contribue à amorcer un dialogue entre la sphère de la recherche et celle des utilisateurs finals qui, pour nombre de secteurs de la sécurité, n'ont pas ou peu d'approches prospectives. La recherche en sécurité est emblématique en Europe, en particulier vis-à-vis de l'approche par grands défis sociétaux, la pluridisciplinarité forte et la volonté de décloisonner et de rapprocher les acteurs. Les grandes thématiques et missions de sécurité éligibles ne cessent de se renouveler : cyber sécurité, sécurité extérieure vs intérieure, sécurité par conception et protection des droits privés, etc. seront prises en compte dans le futur CSF – Horizon 2020. Le programme CSOSG a déjà initié quelques pistes en ce sens, aussi bien dans le cadre de son partenariat stratégique avec l'Allemagne que dans son articulation avec les priorités interministérielles et avec l'Europe.

Matériaux et Procédés

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les matériaux qu'ils soient traditionnels ou innovants sont présents dans tous les secteurs d'activité et une part importante de notre économie et de sa compétitivité est fondée sur les recherches réalisées dans le domaine de la science des matériaux et du génie des procédés d'élaboration. L'appel à projets du programme Matériaux et Procédés, édition 2007, a eu pour but de favoriser la collaboration entre la recherche publique et la recherche industrielle pour le développement des matériaux et des procédés nécessaires à leur fabrication. Cette recherche qui est destinée à satisfaire des besoins économiques, doit également prendre en compte les aspects environnementaux et sociétaux à moyen et long terme et doit permettre la création et/ou la croissance d'entreprises ou d'activités innovantes.

AXES THEMATIQUES

- Optimisation des performances techniques et économiques des matériaux et composants
- Matériaux et procédés respectueux du développement durable
- Modélisation des systèmes physiques et simulation numérique

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Optimisation des performances techniques et économiques des matériaux et composants	16	12 127
Matériaux et procédés respectueux du développement durable	3	2 375
Modélisation des systèmes physiques et simulation numérique	9	6 738
Total	28	21 240

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	154	21 240
Entreprises	69	9 516

RESULTATS SCIENTIFIQUES MARQUANTS

AXtrem : Aciers ferritiques / martensitiques renforcés par nano-particules pour application à haute température en conditions extrêmes. Ce projet vise à développer de nouveaux matériaux destinés à concurrencer les matériaux ODS martensitiques / ferritiques. Les matériaux ODS ferritiques sont issus de la métallurgie des poudres. Pour les fabriquer une poudre d'alliage maître est co-broyée avec de l'oxyde d'yttrium. Après broyage le matériau est consolidé par CIC ou par filage à chaud. Les matériaux ODS présentent des propriétés remarquables, notamment en fluage. Un objectif de ce projet a été dans un premier temps à mieux comprendre la métallurgie des ODS ainsi que les relations propriétés / microstructure de ce type de matériaux. En parallèle

de cette démarche, on a cherché à « copier » la microstructure de ces alliages en remplaçant les nano-oxydes par des nano-nitrures. Cette approche permet de s'affranchir de nombreuses difficultés inhérentes à la métallurgie des ODS puisque de nouvelles techniques d'élaboration peuvent simplifier considérablement le procédé industriel et permettre d'obtenir des matériaux nano renforcés avec des nitrures extrêmement stables thermodynamiquement.

OPTILUM: Optimisation de luminophores. Dans les lampes fluorescentes trichromatiques à économie d'énergie, un plasma de mercure génère une radiation UV et excite des luminophores émettant dans le visible. Le rendement des mécanismes d'interaction rayonnement-luminophore dépend de paramètres intrinsèques (propriétés optiques, rendement quantique) ou extrinsèques, jouant sur la propagation de la lumière (microstructure). Par ailleurs, les défauts dus au plasma, aux UV et à l'échauffement sont responsables du vieillissement.

Les étapes principales du projet ont été :

- L'optimisation structurale (taille des poudres, état de surface et défauts internes) par l'utilisation de fondants. Les mécanismes de transformations, qui ont l'objet d'une modélisation numérique, ainsi que la propagation des rayonnements (UV, visible).
- Mettre au point un système accéléré et comparatif de mesure de la dégradation sous l'action conjuguée du flux UV, de la température et du plasma de mercure.
- Comprendre les mécanismes de dégradation et stabiliser les matériaux par dopage (piégeage des défauts, immobilisation des ions) ou enrobage.

Une méthodologie d'évaluation quantitative et prédictive du rendement de luminescence sur matériau neuf ou vieilli a été proposée. Les résultats permettent de proposer une fabrication pilote de luminophores optimisés pour l'éclairage fluorescent, puis sont extrapolés à d'autres applications (lampes sans mercure, plasma display, LCD ...).

LCM3M. Procédés LCM nouveaux. Analyse multi-échelles. La possibilité de réaliser des pièces structurales en matériaux composites est actuellement démontrée. Cependant, l'incapacité de produire efficacement des structures complexes et/ou de grandes dimensions empêche une utilisation plus répandue. La tendance actuelle dans l'industrie des matériaux composites hautes performances appliquée aux structures aéronautiques est de produire des pièces de dimensions de plus en plus importantes, avec des géométries de plus en plus complexes afin d'intégrer plusieurs fonctionnalités à la pièce mise en œuvre. Le projet LCM3M s'inscrit prioritairement dans la problématique de compréhension des mécanismes multi physiques de mise en œuvre des matériaux composites dans le cas des procédés LCM « Liquid Composite Molding ». L'approche est basée sur la simulation numérique fine des procédés. La démarche a pour objectif de créer le chaînon manquant pour une analyse multi-échelles complète du procédé à la structure : les hétérogénéités ne sont plus incluses sous forme d'hypothèses simplificatrices avant le calcul de structure, mais directement issues d'une modélisation du procédé de mise en œuvre des composites incluant la distribution non périodique du réseau de fibres et la distribution des défauts engendrés par l'interaction matrice / fibres. Ceci permet à terme de proposer un dimensionnement du procédé par la définition de critères santé matière et géométrique.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Compte-tenu de la date de début des projets 2007, de la durée et des prolongations, seuls deux projets sont terminés et il n'est pas possible de dénombrer les publications et brevets.

ÉLÉMENTS D'IMPACTS

Le programme Matériaux et Procédés est un outil essentiel la réalisation de 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. L'année 2007 a amplifié le succès des éditions 2005 et 2006 du programme. À partir de 2007 un équilibre a été trouvé entre les différentes familles de matériaux (métaux, polymères, composites, céramiques...) alors qu'en 2005 une majorité de projets a concerné les matériaux métalliques.

La grande industrie, notamment aéronautique est présente dans la grande majorité des consortia. Les PME sont également présentes dans tous les projets qui comptent tous au moins un tiers de partenaires industriels. Le partenariat bilatéral public –privé est donc bien mis en place.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme Matériaux et Procédés a reçu un nombre croissant de projets de 2005 à 2007. 106 projets ont été proposés en 2007 alors que 82 l'ont été en 2005. Parmi ceux-ci 28 ont été financés en 2007 (16 en 2005). Tous ces projets sont réalisés par un consortium académique-entreprise avec au moins un tiers de partenaires des deux natures.

Les résultats scientifiques des projets Matetpro 2007 sont encore peu disponibles car ces projets ne sont pas terminés pour la majorité d'entre eux. Les revues de fins de projets auront lieu en 2012.

Les résultats partiels montrent un nombre de publications et de brevets satisfaisant.

Des réflexions ont été intensifiées lors des derniers comités sectoriels scientifiques récents afin d'intégrer davantage des principes de développement durable.

Programmes non thématiques

Programmes non thématiques

Les programmes non-thématiques de l'ANR ont pour principale caractéristique d'être ouverts à tous types de sujet de recherche. Mieux comprendre notre monde, savoir expliquer des phénomènes et des tendances, anticiper les changements, lever des verrous technologiques, innover et accompagner les évolutions de la société sont les principaux enjeux. Une liberté totale est laissée aux acteurs de la recherche nationale pour définir des sujets ambitieux motivés par le désir de dépasser l'horizon de nos connaissances. La demande des chercheurs est forte et les attentes sont grandes car certains sujets ne trouvent de financement que dans le cadre des programmes non-thématiques. Après une très forte augmentation du nombre de projets déposés entre 2005 et 2006, où plus de 2 500 propositions ont été reçues, les appels à projets des programmes non-thématiques en 2007 ont rencontré de nouveau un vif succès avec plus de 2 200 propositions reçues, démontrant l'intérêt maintenu de ces programmes pour toutes les communautés scientifiques.

Le programme Blanc est devenu une des pierres angulaires de la recherche académique tout en offrant aux entreprises la possibilité d'accéder à des résultats de haut niveau dans le cadre de projets partenariaux. Positionner les équipes de recherche françaises au meilleur niveau international, encourager la multidisciplinarité, favoriser l'émergence d'équipes travaillant sur des projets en rupture avec les méthodologies établies, inciter à la prise de risque, font partie des objectifs de ce programme. La qualité des résultats obtenus démontre clairement que ces objectifs sont largement atteints.

Le programme Jeunes chercheuses, jeunes chercheurs offre à des chercheurs de moins de 39 ans l'occasion de développer leur propre thématique, de constituer des équipes et de permettre ainsi l'expression de nouveaux talents en recherche et innovation. Des résultats variés et d'une grande nouveauté témoignent de l'intérêt de ce programme, devenu indispensable. Il favorise l'émergence de nouvelles idées et renforce l'excellence des équipes françaises. En outre, il aboutit à la formation d'un « groupe » de jeunes chercheurs capables, dans toutes les disciplines, d'affronter la compétition internationale et de remporter des projets européens et internationaux.

Le programme Chaires d'Excellence est un moyen efficace pour attirer en France des chercheurs de talent capables d'introduire ou de renouveler des thèmes de recherche porteurs dans les laboratoires français. En partenariat avec les universités et les organismes de recherche, ce programme vise à constituer, autour d'un chercheur leader dans son domaine, une équipe dynamique pour relever des défis scientifiques bien identifiés.

Le bilan succinct de ces trois programmes, présenté dans ce document, témoigne de la très grande diversité des projets dans tous les domaines scientifiques et met en lumière quelques projets particulièrement innovants.

Appel à projets Blanc

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme « Blanc » a pour but de donner une impulsion significative à des projets ambitieux qui se positionnent à la frontière des connaissances et qui sont en mesure de promouvoir la place des équipes françaises dans la compétition internationale. Ce programme permet aux chercheurs, toutes disciplines confondues, de soumettre un projet sur le sujet de leur choix. Il permet également à des chercheurs appartenant à différents organismes de recherche ou établissements de proposer et d'obtenir des financements pour des projets de recherche en collaboration. Il favorise tant les recherches au sein d'une discipline que des recherches interdisciplinaires.

AXES THEMATIQUES

Ce programme non thématique est ouvert à tout champ disciplinaire et à tout type de recherche, fondamentale ou industrielle.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sciences et technologies de l'information et de la communication	29	8 803
Sciences pour l'ingénieur	39	14 464
Chimie	49	18 932
Physique	49	16 590
Mathématiques et interactions	21	4 341
Sciences de l'univers et géo-environnement	27	11 204
Sciences agronomiques et écologiques	38	13 843
Biologie santé	79	27 825
Sciences humaines et sociales	42	8 516
Total	373	124 518

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	982	124 518
Entreprises	26	1 317

RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Sciences et technologies de l'information et de la communication

Projet GAMMA / Développement de techniques efficaces pour la simulation à grande échelle par l'utilisation croisée d'outils combinatoires et algorithmiques. L'objectif du projet est de développer, de façon complémentaire, des méthodes et algorithmes pour la génération aléatoire de structures combinatoires complexes, en vue d'applications informatiques (par exemple, pour la comparaison ou l'adéquation de modèles, les tests logiciels, etc.) qui peuvent traiter des volumes énormes de données (par exemple dans les réseaux d'interactions (réseaux sociaux, biologiques ou informatiques)).

La démarche consiste d'abord à étudier d'un point de vue combinatoire la structure des objets complexes étudiés. L'analyse permet d'obtenir des algorithmes de reconnaissance de ces objets, utilisés par exemple pour la génération aléatoire par rejet, ainsi que des algorithmes de transformation en des objets plus simples sélectionnables. Par ailleurs, la conception de générateurs efficaces repose principalement sur le modèle de Boltzmann. Ce modèle permet une approche générique pour la génération aléatoire des structures complexes qui peuvent être spécifiées par des constructions combinatoires. En permettant le gain de plusieurs ordres de grandeur en terme de temps et en nécessitant très peu de mémoire, il rend possible la génération d'objets complexes de très grande taille.

Les résultats obtenus couvrent aussi bien des aspects théoriques relatifs au modèle de Boltzmann (extensions du modèle en incluant de nouvelles spécifications, contrôle des problèmes d'approximation numérique) que des aspects plus pratiques avec l'implantation de générateurs dédiés à des classes combinatoires particulières. Aujourd'hui, les prototypes de générateurs aléatoires qui ont été développés sont principalement dédiés à des problèmes de vérification et de test logiciel.

HFIBMR / High-Fidelity Image-Based Modeling and Rendering. Le projet met en œuvre des recherches fondamentales en vision artificielle et en infographie, amenant le développement de logiciels sophistiqués pour la construction et la manipulation de modèles 3D dynamiques. Ces modèles sont construits à partir de photographies et de séquences vidéo acquises par des appareils grand public. Le projet s'articule autour de trois problèmes : 1) la construction de modèles 3D à partir de photographies et séquences vidéo ; 2) la génération de modèles réalistes de formes déformables et leur intégration dans le processus de modélisation et de rendu ; 3) le développement de méthodes sophistiquées de rendu à partir d'images et d'intégration dans des scènes, y ajoutant des effets d'ombrage et d'illumination.

Les résultats majeurs sont issus des nouvelles méthodes de construction de modèles 3D dynamiques très précis de surfaces déformables (peau d'un visage, vêtement...), à partir de flux vidéo synchronisés. Une partie du logiciel libre de stéréo multi-vues a donné lieu à des transferts vers l'industrie, notamment chez un leader de l'industrie des effets spéciaux aux Etats Unis. Par ailleurs, les résultats montrent des avancées théoriques et des solutions pratiques aux problèmes de recalage d'images et de calcul du mouvement des caméras et de la structure d'une scène non rigide à partir d'un seul flux vidéo, ainsi que de nouvelles méthodes de rendu en infographie pour des objets dont l'apparence est complexe, par exemple des arbres, ou des objets en verre.

CLPP / Capteurs Logiciels Plug & Play (Plug & Play Software Sensors). La conduite et la supervision des procédés complexes nécessitent la connaissance de variables internes qui ne sont

pas toujours accessibles à la mesure par des capteurs physiques dédiés. La reconstitution de ces variables peut se faire à partir des mesures auxiliaires provenant des capteurs disponibles par le biais d'algorithmes numériques et d'un modèle dynamique du procédé. Ces algorithmes sont appelés « observateurs » (ou « capteurs logiciels »). Ainsi, le projet CLPP a mis en œuvre un logiciel générique permettant de reconstruire automatiquement ces variables non mesurées quel que soit le procédé physique connecté. Ce logiciel possède une interface utilisateur intuitive qui permet à des scientifiques non spécialistes de l'automatique d'aller directement à l'essentiel en se concentrant sur leur cœur de métier. Grâce à ce projet, ce logiciel (CLPP disponible sur le site Web http://www.mazenalamir.fr/ANR_CL) est mis à disposition avec un manuel d'utilisation contenant une étude de cas permettant à l'utilisateur de se familiariser rapidement et de prendre en main le logiciel. La généricité de ce logiciel, développé par Gipsa-lab a été validée au cours du projet sur 4 procédés expérimentaux mis à disposition par les partenaires du projet (LAGEP, GEPEA) : un procédé à boue activée pour le traitement des eaux usées, un procédé de polymérisation en émulsion, un procédé de décongélation, un photobioréacteur de production d'Hydrogène.

Sciences pour l'ingénieur

Dunes in Channels / Formation and migration of granular dunes in closed channels. Le projet vise à étudier les mécanismes de transport de grains par un écoulement dans un tube, pour mieux comprendre des phénomènes observés lors du transport de sédiments par le vent ou les courants, en particulier la formation de dunes et la propagation de rides.

Une partie du projet s'est intéressé à la morphologie des dunes formées dans un tube par un écoulement de particules sphériques : « petites dunes », « dunes vortex » ou « dunes sinueuses » selon les paramètres de l'écoulement. La modélisation du couplage entre le milieu granulaire et le fluide porteur s'appuie sur un modèle à deux phases qui utilise une rhéologie granulaire pour la phase particulaire. Ce modèle a été implémenté dans un code éléments finis, dont la version tridimensionnelle est en cours de développement.

Par ailleurs des expériences de formation et de migration de dunes isolées dans un canal turbulent ont été menées. Ces migrations conduisent à la formation de structures similaires à des barkhanes, dont la forme en croissant reste d'une grande stabilité. La mise en évidence d'écoulements secondaires en pointe de barkhane a permis d'expliquer en partie cette dynamique très particulière.

IMAGINE / Instabilités magnéto-inertielles. Le projet se situe à l'interface entre l'hydrodynamique et la géo- ou l'astro-physique, et son objectif est d'étudier les ondes inertielles, ondes qui se propagent dans les fluides tournants à cause de la force de Coriolis qui joue alors le rôle d'une force de rappel sur les particules fluides. On s'intéresse aux deux principales causes d'excitation de ces ondes dans les écoulements géophysiques internes : d'une part le forçage par les marées résultant de la présence d'un autre corps céleste gravitant autour du corps considéré, et d'autre part la précession des corps célestes.

Les effets de marée sont à l'origine d'instabilités elliptiques très étudiées dans le noyau liquide de planètes ou les étoiles. Le projet s'intéresse à l'étude expérimentale du couplage entre cette instabilité de marée et les instabilités convectives ou les effets d'un champ magnétique axial.

Quant à la précession de l'axe de rotation terrestre, ou de toute autre planète, elle contribue à injecter une source importante d'énergie dans les noyaux liquides, et le forçage du mouvement de fluide généré par la précession pourrait être à l'origine du champ magnétique terrestre. La

déstabilisation de l'écoulement de base est étudiée théoriquement et les prévisions sont en accord avec les observations.

HEXECO / Hydrodynamique extrême du large à la côte. L'objectif de ce projet est d'améliorer la modélisation de l'hydrodynamique des événements extrêmes en océanographie (tempêtes, cyclones, tsunami, vagues scélérates) pour mieux prévoir ces événements et leurs conséquences. Les outils mis en œuvre relèvent de l'observation, de la mesure, de la modélisation, de la simulation numérique et de la validation expérimentale. Les observations et les mesures concernent aussi bien des expériences de laboratoire que des données satellite ou des situations de submersion en vraie grandeur. L'enjeu principal consiste à coupler des modèles de nature différente suivant les profondeurs considérées (littoral, zone côtière, grand large) et le projet combine l'expertise de plusieurs équipes spécialistes de ces différents domaines et échelles. Le projet a conduit au développement de codes de simulation numérique en eau peu profonde ou en écoulement diphasique en surface libre eau-air. Des expériences en canal hydrodynamique et soufflerie permettent des validations à l'échelle du laboratoire, avant d'aborder les phénomènes naturels en vraie grandeur : modélisation de différents types de vagues, localisation des fronts d'ondes, impact de vagues sur des structures solides, déferlement de vagues, envahissement de plages ou d'obstacles (run up), étude de la houle générée par les cyclones.

Chimie

Dengue DD / Drug-Design against the emerging Dengue virus. Recherche d'un traitement contre le virus émergent de la Dengue. La Dengue est une maladie virale transmissible à l'homme par les moustiques qui sévit dans les ceintures tropicale et subtropicale du globe, mais en s'étendant de plus en plus et sous des formes graves (dengue hémorragique). A ce jour, aucune chimiothérapie n'existe encore contre la dengue.

Après avoir criblé 17000 molécules de la Chimiothèque Nationale (Institut Curie / UMR 7180-Strasbourg), 44 molécules intéressantes ont été identifiées et 4 « chefs de file » ont été choisis pour le développement d'une molécule antivirale. Cette phase a nécessité la caractérisation biochimique des molécules identifiées (efficacité / spécificité / mode d'action), leur évaluation en système cellulaire (réplicon-dengue / cellules infectées) puis l'étude des interactions molécule/cible par des méthodes biophysiques (analyse rayons X 3D, RPS). La mise au point des systèmes réplicons a permis d'approcher la découverte de molécules actives directement sur modèles cellulaires, et le travail de biologie structurale et fonctionnelle des enzymes permet maintenant une détermination facilitée des cibles et des mécanismes d'actions, deux prérequis à des évaluations précliniques.

La synthèse d'analogues (hit-to-lead optimisation) a ensuite été réalisée dans le but d'améliorer l'efficacité, la solubilité et la spécificité tout en diminuant la toxicité. Leur évaluation biologique a permis l'établissement de données de relations structure-activité.

PHOTO-CHANNELS / Polymères photosensibles pour la perméabilisation de membranes cellulaires et de liposomes. Les complexes lipides-polymère peuvent jouer un rôle prépondérant sur l'organisation lipidique de membranes cellulaires ou de liposomes, vecteurs synthétiques de produits thérapeutiques. L'ancrage de polymères (non peptidiques) sur une membrane peut ainsi déclencher la rupture membranaire, ou l'ouverture de canaux transmembranaires.

Des polymères photo-stimulables, macromolécules dont l'hydrophobie bascule réversiblement sous exposition à la lumière UV-visible, ont été mis au point. Ils permettent l'ouverture de canaux

transmembranaires par activation par la lumière, ce qui assure un ciblage à la fois non toxique, réversible et aisément focalisé à l'échelle du micron. Ainsi, par exposition à la lumière de certaines zones, la fuite de marqueurs fluorescents (sondes colloïdales, dextrane et Q-dots, de 5nm-20nm de diamètre) a pu être déclenchée au travers de membranes de vésicules géantes modèles. Ces polymères agissent aussi sur les cellules mammifères en culture, en perméabilisant la membrane périplasmique sans la solubiliser. La viabilité est donc maintenue. Grâce à des flashes de lumière, il est ainsi possible d'orienter le lieu et l'instant (ciblage) de la fragilisation membranaire.

Cat H2 / Catalyseurs synthétiques et biosynthétiques pour la production d'hydrogène.

L'hydrogène pourrait être une des sources d'énergie du futur, sa combustion ne dégageant que de l'eau. La production d'hydrogène est actuellement essentiellement réalisée par vaporeformage du méthane, générateur de gaz à effet de serre, alors que l'électrolyse de l'eau, bien plus propre, est très peu utilisée. Ce dernier procédé nécessite de l'électricité et du platine dont le coût et les réserves terrestres en limitent l'usage. Le remplacement du platine et une source d'énergie renouvelable sont donc nécessaires pour le développement de la production propre d'hydrogène. Dans ce projet, de nouveaux catalyseurs inspirés d'enzymes de microorganismes produisant de l'hydrogène ont été synthétisés et étudiés. Peu stables et difficiles à produire, ces enzymes, les hydrogénases, contiennent du fer ou du nickel. Des complexes incorporant ces métaux et mimant le site actif de ces enzymes ont donc été créés, et certains se sont révélés actifs pour la production d'hydrogène à partir d'acides faibles comme source de protons. Certains catalyseurs ont pu être greffés sur des électrodes ou couplés avec des photosensibilisateurs et ils ont ainsi pu produire de l'hydrogène sous irradiation par la lumière visible.

Physique

SPINMASTER / Spin injection for magnetic spectroscopy and spin transport in single objects.

Les molécules fonctionnelles sont destinées à remplacer des interrupteurs, des diodes ou des transistors au sein de circuits hybrides organo-metalliques. Dans ce contexte, une des tâches les plus urgentes consiste à maîtriser le contact entre un conducteur métallique et une molécule, car ce contact peut modifier ses propriétés et *in fine* déterminera les fonctionnalités du dispositif. De plus, la possibilité de manipuler le spin de l'électron dans des matériaux organiques représente une alternative prometteuse vers une électronique de spin. L'originalité de l'approche réside dans l'utilisation d'un microscope à effet tunnel (STM) en mode tunnel/contact permettant de cartographier les propriétés de transport d'une molécule individuelle sur surface métallique. Le projet consiste à élaborer des jonctions magnétiques avec une pointe STM et à les caractériser *in situ* avec un champ magnétique vectoriel. Des études de spectroscopie en mode tunnel et en contact avec des pointes magnétiques sur des atomes isolés de Ni sur des îlots de Co montrent que la conductance en contact à travers l'atome est proche de $G_0/2$, ce qui est conforme à l'attente puisque dans le cas de contacts magnétiques on s'attend à une levée partielle ou totale de la dégénérescence de spin. Outre l'étude du filtrage de spin, il s'agit de modifier les structures existantes par des techniques de manipulation atomique. Les chercheurs impliqués ont récemment visualisé par SP-STM des états stationnaires de spin d'une molécule individuelle avec une résolution spatiale inégalée.

Image Femto / Femtosecond Photoelectron Diffraction Imaging. Les progrès en physique des lasers ultrabrefs ont ouvert la voie au contrôle de l'ionisation tunnel de molécules en phase gazeuse. L'objectif de ce projet était de développer les outils expérimentaux et conceptuels

correspondants à des fins d'imagerie moléculaire ultrarapide dont l'intérêt va croissant. La stratégie reposait sur la détermination des signatures de la recollision dans les spectres de photoélectron pour des molécules diatomiques et triatomiques.

La méthode expérimentale porte sur la détermination des conditions d'excitation associant laser et molécules, et sur la lecture de la structure moléculaire dans le spectre du photoélectron. La signature de la recollision est extraite du spectre du photoélectron dans la partie la plus énergétique. Côté théorie, la dynamique électronique est appréhendée numériquement sans approximation. Le spectre en énergie du photoélectron est balisé par l'énergie maximale sans recollision et l'énergie maximale des électrons issus de la collision élastique à 180°. A partir des spectres, la section efficace différentielle de collision élastique a pu être déterminée. A partir des calculs, il a été montré que l'on pouvait remonter aux coordonnées nucléaires dans une molécule polyatomique simple.

DIPOL / RMN non linéaire sur les liquides polarisés. En résonance magnétique nucléaire (RMN) conventionnelle, où les systèmes sont faiblement aimantés, les techniques faisant intervenir un « renversement du temps » au cours de l'évolution de l'aimantation sont largement utilisées et se trouvent à la base de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Les techniques usuelles ne conviennent pas pour les systèmes fortement aimantés où les couplages magnétiques intervenant entre les différentes parties de l'échantillon induisent une dynamique complexe. De faibles perturbations peuvent évoluer catastrophiquement vers un grand désordre ; l'aimantation, devenue instable, échappe à tout contrôle extérieur et le signal disparaît brutalement. Dans ce projet, divers effets remarquables ont pu être observés expérimentalement et modélisés numériquement. Citons la démonstration d'une possibilité de renversement du temps après une évolution tendant vers le chaos au moyen de séquences rf complexes qui permettent de stabiliser pendant des dizaines de secondes une précession qui disparaîtrait par instabilité en quelques millisecondes. Ces techniques permettent d'envisager d'étendre aux systèmes instables que sont les fluides très aimantés la vaste panoplie des mesures offertes par la RMN conventionnelle : diffusivité, relaxométrie, imagerie... Ces travaux ont conduit à développer des techniques particulières, telles qu'une efficace contre-réaction sur la détection qui a trouvé une application en IRM du poumon à bas champ magnétique, et une approche brevetée, pour accorder les sondes RMN de façon optimale et augmenter leur sensibilité en détection.

Mathématiques et interactions

AHPI / Analyse Harmonique et Problèmes Inverses. Ce projet porte sur l'étude des problèmes inverses-frontières pour l'équation de Beltrami conjuguée et de leur application au contrôle de forme d'un plasma dans un tokamak (collaboration avec le CEA Cadarache). Des résultats généraux sur l'existence de solutions de classe Hardy et la densité de leurs traces dans les classes de Lebesgue du bord ont été obtenus et la recherche s'est concentrée sur les conductivités spécifiques rencontrées dans le cas du Tokamak. Des formules de représentation ont été développées et une base complète de solutions en géométrie annulaire, formée de produits d'exponentielles et de fonctions de Legendre, a été dégagée. Concernant les problèmes inverses de sources, des progrès importants ont été accomplis pour l'approche « tranche à tranche » fondée sur les problèmes extrémaux analytiques (aspects théorique et algorithmique). Par ailleurs, d'autres problèmes inverses ont été étudiés tels que notamment la magnétisation inverse en géophysique, des problèmes de « compressed sensing » dans un contexte stochastique Gaussien, la structure de certains processus non-stationnaires en liaison avec l'analyse de Schur.

Parallèlement, des problèmes spectraux inverses pour les opérateurs de Hankel ont été résolus en les reliant à la formulation action-angle de l'équation de Szegö cubique qui se révèle complètement intégrable.

ANAR / Analyse Non Linéaire et Rythmes du Vivant. Le projet, initialement motivé par le rapprochement, par l'automatique et les systèmes dynamiques de la physiologie de la reproduction, de mathématiciens et spécialistes de la modélisation du métabolisme cérébral, de l'écologie et de la modélisation, a contribué à développer en France la physiologie et l'écologie mathématique. L'enjeu scientifique est d'adapter les techniques inspirées d'applications en chimie et en physiologie aux dynamiques de populations et à l'écologie.

Le développement des approches théoriques aux oscillations en salves avec les techniques de la théorie des bifurcations et des systèmes lents-rapides (théorème de Takens, variétés lentes, etc.) s'est poursuivi avec d'autres méthodes (systèmes multifréquences, dynamiques impulsionnelles, théorie du contrôle).

L'étude des dynamiques lentes-rapides, limitées initialement aux oscillations en salves, s'est étendue aux oscillations multimodales donnant ainsi une vision plus continue incorporant oscillations en salves, MMOs, oscillations pulsativité-décharge, travaux précurseurs de E. Benoît et travaux classiques de Cartwright-Littlewood.

Plus concrètement, les travaux de modélisation mathématique de l'homéostasie des lactates mettant en place une théorie du contrôle (de type viabilité) ont débouché sur une aide à la décision médicale concernant l'évolution des tumeurs gliales de bas grade. Ces travaux doivent être testés en milieu hospitalier avec des protocoles d'acquisition de données par imagerie cérébrale (Pitié Salpêtrière).

GEODYCOS / Géométrie et dynamique cosmologique. Les premiers modèles de l'univers à l'origine de l'idée du Big-Bang, dans le cadre de la Relativité Générale, ont, malgré leur grande simplicité, un comportement dynamique non trivial. Les phases d'expansion et contraction alternent dans ces espaces-temps d'une manière chaotique et imprévisible. Les espaces-temps à courbure constante, bien qu'excluant l'existence d'ondes gravitationnelles, sont des modèles simplifiés dans lesquels les liens entre relativité générale et physique quantique peuvent être mieux compris. GEODYCOS s'intéresse à l'étude, d'un point de vue théorique, de la géométrie possible de la singularité initiale (le «Big Bang»), dans les cadres d'espaces-temps de dimension 2+1, de cosmologies de Bianchi, d'espaces-temps de dimension quelconque mais de courbure constante. Ces situations simplifiées révèlent des possibilités théoriques plus riches et subtiles que celles sous-jacentes aux approches traditionnelles.

Le projet a eu pour résultats majeurs :

- la résolution totale du problème de Minkowski dans les espaces-temps localement plats,
- que la géométrie des niveaux d'une fonction temps dégénère indépendamment de la fonction temps, si celle-ci correspond à un modèle d'espace-temps en expansion,
- qu'une grande classe de trajectoires du billard de Kasner non périodiques est effectivement réalisée dans certains espaces-temps de Bianchi (ceci confirme le caractère hautement chaotique de ces espaces-temps).

Sciences de l'Univers et Géo-environnement

GHYRAF / Etude du cycle de l'eau en Afrique de l'Ouest- Une expérience pilote du Sahara à la zone de mousson à partir de mesures de gravimétrie sol et satellite. Le but de ce projet est la

quantification et la compréhension des variations saisonnières des réserves en eau en Afrique, du Sahara à la zone des moussons au Nord de l'Equateur. Il est basé sur la confrontation originale entre modèles hydrologiques et observations multidisciplinaires : gravimétrie sol et satellite, géodésie, hydrologie, météorologie...

Localement, le déploiement de 7 stations GPS AMMA-GHYRAF au sol a permis ainsi de suivre l'effet de surcharge des sols par l'eau (affaissement de l'ordre du cm) lors de la saison des pluies en été, et ce en bon accord avec les simulations. Régionalement, les mesures gravimétriques de terrain, corrigées des variations à longue distance (voir ci-dessous GRACE), ont permis de déterminer les contenus en eau des sols et de les confronter aux estimations de modèle de nappe.

Les résultats montrent un bon accord lorsque la porosité de drainage est comprise entre 4 et 7 %, en accord avec les valeurs de porosité déduites des sondages RMP.. Enfin, des nouvelles solutions localisées (mascons) de la gravimétrie spatiale réalisée par la mission GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) ont été développées, permettant d'augmenter fortement la résolution, de 500 à 200km et de 1 mois à 10 jours. Les études montrent notamment, pour l'Afrique, l'amplitude estimée de variations saisonnières en cm d'eau.

ADN 2007 / Variability of the subduction process and seismic potential along the Northern Andes margin. La genèse des très grands séismes, susceptibles de former aussi des tsunamis, restent encore mal connus le long de la chaîne andine. Si la subduction rapide de la plaque océanique Nazca sous le continent sud-Américain est identifiée pour produire de grands séismes avec un temps de récurrence caractéristique de l'ordre de un à deux siècles, aucune information n'était encore disponible sur un segment entre Lima au Pérou et Guayaquil en Equateur. Dans cette zone, aucun grand séisme n'a été mis en évidence depuis au moins trois siècles, suggérant une accumulation de très fortes contraintes. Dans ce cadre, le projet a mis en place une approche pluridisciplinaire incluant géodésie, sismologie, tectonique, géophysique marine et modélisation. En particulier, un réseau dense d'observation GPS et sismologique a été déployé sur le terrain. Un résultat marquant est la reconnaissance d'une faille majeure et rapide (7-8 mm/an) traversant l'Equateur. Celle-ci a été identifiée de manière indépendante par les résultats géodésiques, l'analyse tectonique et l'analyse des séismes historiques. Son régime est confirmé par les premiers mécanismes au foyer réalisés à partir des enregistrements sismologiques du projet. Parallèlement aux mesures, un modèle du fonctionnement de la subduction sous les Andes, intégrant les aspects inter-, co- et post-sismiques, a été développé et appliqué dans la zone de Pisco (Pérou Central, séisme 8 en 2007) conduisant à un article dans la revue Nature (Perfettini et al., 2010).

PYGMALION / Paléo-hydrologie and Interactions Homme-Climat-Environnement dans les Alpes. Le projet PYGMALION a pour objectif de reconstituer conjointement l'évolution du climat et de l'emprise de l'Homme sur son environnement, sur un territoire restreint à l'extrémité septentrionale des Alpes françaises et à son avant-pays. Les questions sous-jacentes touchent à une meilleure compréhension de la variabilité climatique naturelle en contexte interglaciaire, sur le continent, mais également à la façon dont cette variabilité a été perçue par les populations alpines, ainsi qu'aux adaptations culturelles qu'elle a impliquées. Le fil conducteur de l'étude est représenté par le réseau hydrographique de l'Arve, puis du Rhône, du Mont Blanc à l'Isle Crémieu.

L'étude porte sur 4 secteurs, avec des sites où sont prélevées, après sélection, les principales carottes sédimentaires.

L'analyse des différents paramètres et des différentes carottes a permis à ce jour d'établir l'évolution suivante :

- Une augmentation de la fréquence d'évènements torrentiels extrêmes en montagne au cours des périodes chaudes de l'Holocène ;
- Une augmentation, depuis 3000 ans, des flux détritiques en provenance des zones d'altitude, suggérant une tendance à l'humidification du climat alpin, stoppée par le réchauffement actuel ;
- Une apparition de la culture du millet sur les rives du Bourget vers 1600 av. J.-C., accompagnée d'un changement de pratiques agricoles qui a favorisé l'érosion des horizons superficiels des sols ;
- Un impact anthropique généralisé sur la stabilité des versants au cours de la période romaine (aux premiers siècles de notre ère), des zones de montagne (> 2500m) aux bassins versant de l'avant-pays alpin.

Sciences agronomiques et écologiques

Rare / Reactivity of an arsenic-rich ecosystem: an integrated genomics approach. D'origine naturelle ou anthropique, l'arsenic est un métalloïde toxique largement répandu dans l'environnement. Susceptible de provoquer diverses maladies, y compris des cancers, sa présence peut conduire à une contamination des eaux de distribution, notamment en France. Les eaux de drainages miniers représentent les principaux fluides contaminés par l'arsenic. Malgré une importante réduction de biodiversité observée au sein de ces écosystèmes toxiques, des microorganismes ayant développés des mécanismes d'adaptation y prolifèrent. Le projet Rare a consisté par une approche pluridisciplinaire à mieux comprendre le fonctionnement d'un site minier désaffecté du Sud de la France. Le taux d'arsenic soluble y est supérieur d'environ 30 000 fois au seuil de potabilité, mais diminue d'environ 90% sur une distance de 2 à 3 km.

Les prélèvements de la microflore ont permis d'identifier 25 espèces différentes résistantes à ce type d'environnement. Certaines (*Euglena mutabilis* ou *E. gracilis*) ont été caractérisées vis-à-vis de leur résistance à l'arsenic et de leur capacité à le métaboliser. Des approches de métagénomique, fonctionnelle et les analyses associées ont mis en évidence 7 génomes majoritaires et des caractéristiques métaboliques originales de certaines souches. La meilleure compréhension du fonctionnement de ces environnements a permis d'identifier des processus potentiellement exploitables à des fins de remédiation d'autres écosystèmes contaminés.

COPATH / Unraveling crossover pathways with *Arabidopsis thaliana* and crop relatives. La méiose permet de produire des gamètes mâles (pollen chez les plantes et spermatozoïdes chez les animaux) et des gamètes femelles (ovules). Lors de la méiose, on observe des échanges de portions chromosomiques entre les paires de chromosomes homologues. Ces échanges se font au niveau de points de recombinaison appelés crossing-overs (COs). Ainsi, chaque chromosome issu de la méiose est une « mosaïque » d'une paire de chromosomes homologues. Les COs sont donc des éléments capitaux du brassage génétique. Le projet Copath a affiné la compréhension de la formation des COs en mettant en évidence de nouveaux gènes impliqués dans la régulation des COs et en montrant que ces mécanismes de régulation agissent avec une force variable engendrant un espacement variable des COs le long des chromosomes. Toutefois, le résultat le plus étonnant de ce projet est qu'au sein d'une même espèce de plante, *Arabidopsis thaliana*, la régulation des COs est différente dans les méioses du gamète mâle de celles du gamète femelle : en méiose mâle les COs s'observent majoritairement aux extrémités des chromosomes et

sont deux fois plus nombreux qu'en méiose femelle où les COs sont plutôt observés au centre des chromosomes et sont régulés par la composition en acides nucléiques de l'ADN chromosomique. Ces résultats fondamentaux ont été produits en combinant des approches moléculaires, mathématiques et cytologiques. Ils pourraient participer, à terme, à un pilotage plus fin de l'amélioration variétale.

Biologie Santé

DEINOCOCCUS / Structure of the nucleoid and radioresistance of *Deinococcus radiodurans* and *Dionococcus deserti*. L'exceptionnelle radiorésistance des bactéries *Deinococcus radiodurans* et *Deinococcus deserti* est liée à leur capacité de reconstruire un génome intact à partir de centaines de fragments engendrés par les radiations ionisantes. Les gènes « de réparation » trouvés habituellement chez les bactéries ont été identifiés dans leur génome, mais les mécanismes moléculaires responsables de leur radiorésistance ne sont toujours pas élucidés. Des mécanismes actifs (réparation de l'ADN) et passifs (structure du nucléoïde, protection des protéines contre l'oxydation) pourraient agir de concert pour assurer leur survie à des stress variés. Différents mécanismes de réparation ont été proposés pour assurer la reconstruction d'un génome intact à partir d'un génome fragmenté : appariement simple-brin dépendant d'une synthèse active d'ADN (ESDSA), recombinaison homologue (HR) et recollement des extrémités (NHEJ). La structure très compacte du nucléoïde de *D. radiodurans* pourrait jouer un rôle important dans ces processus en évitant la dispersion des fragments d'ADN et en maintenant les extrémités des fragments à proximité les unes des autres. Cette structure compacte demeure inchangée après exposition à de fortes doses de radiations. Différentes stratégies ont été mises en place dans le cadre de ce projet ANR pour mieux comprendre le rôle des mécanismes actifs et passifs dans la résistance des *Deinococcaceae* aux agents qui endommagent l'ADN. L'ensemble des résultats a déjà permis de mettre en évidence de nombreuses originalités chez les bactéries *D. radiodurans* et *D. deserti* ainsi que la mise en évidence de nouvelles protéines impliquées dans la radiorésistance.

arrest&chemotax / Mechanisms and physiopathology of receptor and β -arrestin controlled chemotaxis. Le mouvement chimiquement contrôlé des cellules, a une grande importance physiologique au cours du développement et de la croissance pour la mise en place et l'organisation des tissus d'un individu. A l'âge adulte il intervient dans les défenses contre les pathogènes, la mise en place de la réponse immunitaire, dans les phénomènes de réparation tissulaire ainsi que dans les phénomènes inflammatoires ou la dissémination des cellules cancéreuses. Le résultat le plus inattendu de ce projet est la découverte du rôle des β -arrestines (une famille de protéines) lors de l'infection des méninges par le méningocoque (bactérie). La bactérie active un récepteur présent à la surface de cellules endothéliales des capillaires du cerveau, le récepteur β_2 -adrénergique induisant alors le recrutement des β -arrestines ce qui provoque une diminution progressive de l'étanchéité de la paroi des capillaires permettant ainsi à la bactérie de pénétrer dans les méninges. Des agents pharmacologiques masquant le récepteur β -adrénergique inhibe quasiment complètement ce phénomène ce qui ouvre des perspectives en terme de traitement de ce type de méningite.

AutoApo / Self-eating and self-killing : molecular links between the autophagic and apoptotic pathways .L'autophagie est un mécanisme de dégradation des cellules essentiel à leur survie et à leur développement. Il joue un rôle très important dans la protection des organismes contre diverses pathologies, par exemple la défense contre les agents infectieux, les maladies neuro-

dégénératives ou encore certains cancers. Le projet AutoApo a comme objectif d'étudier les relations au niveau moléculaires entre l'autophagie et l'apoptose (mort cellulaire programmée) un autre mécanisme de réponse de la cellule à toute altération non réparable de son homéostasie. Un des résultats marquants de ce projet a été la mise en évidence du rôle central du suppresseur de tumeur p53 dans le contrôle de l'autophagie. L'inhibition ou la délétion du gène codant pour p53 ou encore la dégradation de la protéine conduit à une augmentation de l'autophagie. Cela conforte l'existence de relations entre autophagie et la cancérisation des cellules liées au dysfonctionnement de p53. Un autre aspect de ce projet porte sur l'implication des mécanismes de dégradation cellulaires sur le vieillissement des cellules et des organismes. La spermidine, une polyamine naturelle, a une action protectrice à l'égard des stress oxydatifs très nocifs pour les cellules. La concentration en spermidine diminue malheureusement avec l'âge. L'autophagie apparaît comme un phénomène crucial au niveau de la régulation de ces polyamines en augmentant la longévité des cellules.

Sciences Humaines et Sociales

ARTIFEX / L'apport de Pompéi à l'histoire des techniques artisanales antiques. L'objectif du projet ARTIFEX était d'identifier et de caractériser les vestiges laissés par les artisans du secteur de l'alimentation, de la parfumerie, de l'habillement, de la tannerie et de la fabrication d'instruments divers. A partir d'un site très bien préservé, il est possible de décrire avec précision les techniques antiques pour mieux interpréter les vestiges dégagés dans d'autres sites de fouilles. Plusieurs techniques complémentaires ont été mobilisées pour décrire en détail les procédés utilisés. Les résultats obtenus permettent de décrire avec précision le fonctionnement des boulangeries de Pompéi : le mode d'alimentation en eau, les combustibles employés, les appareils servant à préparer la pâte. Dans le cas de la parfumerie, des parfums antiques ont été recréés et pourrons faire l'objet d'une déclinaison industrielle.

Graderepetition / Econométrie des redoublements. Le redoublement scolaire est très répandu dans certains pays mais pas dans d'autres, et son bien fondé est fortement discuté. Permet-il vraiment aux élèves d'améliorer leurs performances scolaires, alors que son coût économique pour la collectivité et psychologique, pour l'élève, sont élevés ? La recherche menée s'appuie notamment sur la base de données de Direction de l'évaluation et de la prospective du Ministère de l'Education Nationale pour tester des modèles économétriques à plusieurs variables. Ceux-ci mettent en lumière, dans le cas du collège, l'efficacité décroissante du redoublement entre classes : mieux vaut redoubler la sixième qu'une année ultérieure. D'autre part, au niveau du supérieur, il apparaît que les gains obtenus par l'allongement de la durée des études, par exemple pour terminer un diplôme, ne sont pas « récompensés » par une rémunération supérieure sur le marché du travail. Ces résultats donnent des arguments pour limiter les redoublements en privilégiant d'autres formes de soutien pour les élèves en difficulté.

TRAVDUC / Le travail du care : familles, institutions, situations de crise. Le projet TRAVDUC a procédé à une approche théorique et empirique, sur la base d'enquêtes ethnographiques, du travail du *care*, autrement dit des soins apportés aux proches, à la famille et plus largement aux personnes vulnérables. Ce point d'observation aboutit à revisiter la notion de justice à partir des individus et de leurs besoins différenciés, et non pas seulement à partir d'une notion abstraite d'égalité. D'autre part, l'enquête ethnographique montre la complexité des relations d'échange entre employées et employeuses dans les situations de délégation du travail domestique. La

recherche a permis d’animer en France des débats sur la notion de care en rendant possible des points de vue alternatifs au libéralisme économique et à l’individualisme moral.

PUBLICATIONS ET BREVETS

	Nombre de publications	Nombre de brevets
Sciences et technologies de l’information et de la communication	519	4
Sciences pour l’ingénieur	327	8
Chimie	352	3
Physique	650	2
Mathématiques et interactions	579	0
Sciences de l’univers et géo-environnement	330	0
Sciences agronomiques et écologiques	247	2
Biologie santé	437	8
Sciences humaines et sociales	136	0
Total	3 577	27

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

On peut constater une diminution relative du nombre de projets déposés (1407 en 2007 contre 1674 en 2006). La physique et la chimie restent à peu près stables pour le nombre de dossiers soumis. STIC, SPI, Maths, SDU et Biologie-Santé diminue d’environ 18%, alors que le seul domaine en augmentation est celui des sciences agronomiques qui augmente de 22% (principalement dans le domaine de la génomique des plantes). En sciences humaines et sociales, la diminution est beaucoup plus importante mais ceci s’explique par l’ouverture d’un appel à projets « blanc » lancé dans le cadre d’un accord franco-allemand (ANR-DFG) qui a reçu 93 réponses. Si l’on ajoute ce nombre au nombre de projets soumis au programme « blanc », le nombre total des projets « blanc » soumis à l’évaluation de l’ANR en sciences humaines et sociales est alors quasi identique à celui de 2006.

Première ouverture bi-latérale du programme Blanc de l’ANR

L’année 2007 marque également la signature d’un accord de coopération avec le National Science Council de Taiwan, en vue de faciliter le montage et la mise en œuvre de projets scientifiques de qualité proposés par des équipes françaises et taiwanaises. Dans le cadre de cet accord, 17 projets ont été soumis. L’évaluation de ces projets a été conduite par le comité d’évaluation du programme Blanc avec la même grille d’expertise. Ensuite l’évaluation et le classement définitif ANR-NSC ont eu lieu à Taiwan et 4 projets ont ainsi été retenus et financés.

Jeunes chercheuses, jeunes chercheurs

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme « jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » a pour but de soutenir les projets des jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs de façon à favoriser leur prise de responsabilités, leur permettre de développer de manière autonome une thématique propre et leur donner la possibilité d'exprimer rapidement leur capacité d'innovation. Ce programme concerne l'ensemble des champs de la recherche, toutes disciplines confondues, y compris celles pour lesquelles existent des appels à projets thématiques, puisque que l'objectif de cet appel - prise d'autonomie plus rapide avec originalité du sujet - ne se retrouve pas dans les appels à projets thématiques.

AXES THEMATIQUES

Ce programme non thématique est ouvert à tout champ disciplinaire et à tout type de recherche, fondamentale ou industrielle.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sciences et technologies de l'information et de la communication	16	2 280
Sciences pour l'ingénieur	13	1 952
Chimie	25	3 683
Physique	12	1 626
Mathématiques et interactions	8	775
Sciences de l'univers et géo-environnement	12	1 819
Sciences agronomiques et écologiques	13	2 440
Biologie santé	34	5 769
Sciences humaines et sociales	25	2 811
Total	158	23 158

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	169	23 158
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Sciences et techniques de l'information et de la communication

ARS / Automatic Reformulation Search. Les problèmes d'optimisation sont omniprésents : en production industrielle, dans l'organisation des services et même dans la vie personnelle, l'obtention des solutions optimales parmi toutes les solutions offertes est fréquemment recherchée. Or, la plupart des problèmes d'optimisation peuvent être traduits sous la forme de programmes mathématiques pour lesquels on peut créer des "solveurs génériques". Cependant, pour chaque problème, il existe plusieurs formulations par des programmes mathématiques et l'efficacité des solveurs génériques dépend davantage de la formulation que du problème lui-même. L'objet du projet ARS était l'automatisme de l'obtention d'une *bonne formulation*.

Les deux effets majeurs de la recherche effectuée dans le projet ARS sont : premièrement, l'obtention en 2009 par le responsable de ce projet du second prix du prix triennal "Robert Faure" de la Société française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF) pour ce travail et, deuxièmement ; la publication du logiciel ("Reformulation/Optimization Software Engine" (ROSE)) dans COIN-OR, plateforme logicielle d'archivage réputée pour les logiciels d'optimisation. Enfin, ces résultats ont généré un grand intérêt industriel.

TurboSpeech / Physical modelling of turbulent flow in the human upper airways. Les sons de parole sont générés par les perturbations de l'écoulement d'air provenant des poumons. Ainsi le projet TurboSpeech a donné lieu au développement des méthodologies permettant, sur la base d'un modèle établi à partir d'une analyse approfondie des phénomènes, de prédire les caractéristiques d'écoulements turbulents produits dans le conduit vocal. Cette approche novatrice permet non seulement de valider les données obtenues par simulations numériques, mais aussi d'obtenir une estimation du champ de vitesse dans des endroits pour lesquels des mesures sont difficiles voire impossibles à réaliser. Ce projet de recherche fondamentale et transdisciplinaire est coordonné par le Gipsa-lab. Il associe aussi les deux laboratoires PPRIME de Poitiers et IJLRA à Paris 6. Les modèles numériques élaborés dans ce projet ouvrent de nouvelles perspectives dans la compréhension de la génération des sons de parole.

Sciences pour l'ingénieur

TEMMSA / Techniques de Mesures Multiphysiques en Soudage à l'Arc. Le soudage à l'arc est un procédé d'assemblage assurant la continuité de la matière entre deux pièces. Produit entre une électrode et les pièces à assembler, l'arc électrique entraîne la fusion des matériaux créant une liaison permanente. Les applications concernent notamment le secteur de l'énergie lors de l'assemblage des conduites pour le transport des fluides sous pression.

Prédire la qualité d'une jonction réalisée par arc est l'enjeu de ce projet. Cette prédiction est obtenue par le développement d'outils numériques adaptés, sachant que l'instrumentation se trouve soumise à des perturbations (forts courants électriques, hautes températures, forts rayonnements) modifiant tout signal ou visualisation optique.

Permettant de détecter les gouttes, les contours de bords et cela même au voisinage de l'arc, des logiciels ont été programmés en C++ sous une licence Open Source et font l'objet d'un dépôt auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes. S'appuyant sur la mise en place de moyens expérimentaux pour appréhender les efforts de bridage et les phénomènes de fissuration,

le travail engagé a repoussé les limites d'utilisation des procédés d'assemblage par arc en dépassant les vitesses de soudage généralement utilisées.

DyBuMelt / Dynamics of Bubbles in Melted solids. La présence de bulles pose de nombreux problèmes pratiques lors de la production de verre ou d'acier (qualité optique, fragilisation du matériau). L'enjeu de ce projet est d'élaborer des modèles pour prédire l'évolution d'une population de bulles et son interaction avec le fluide environnant. Preuve d'une originalité scientifique sans précédent et avec de fortes implications industrielles, une étude de l'ascension de bulles de gaz dans un solide fondu (verre ou acier) est entreprise en partenariat avec des chercheurs en mécanique des fluides (simulation en milieu diphasique de la formation des bulles), des chercheurs en génie chimique (modèle de transfert réactif) et des partenaires industriels tel que Saint-Gobain Recherches et Arcelor-Mittal.

L'interaction de solides fondus avec les gaz constitutifs de la bulle conduit à des phénomènes physiques encore mal compris voire inattendus. Alliant des expériences de laboratoire sur une maquette froide, des simulations numériques tridimensionnelles et instationnaires, ainsi que des essais en conditions industrielles, un modèle numérique a été élaboré en tenant compte de la chimie en four verrier. Il conduit à la prédiction de l'évolution du comportement de bulles lors d'affinage du verre.

Chimie

ArBoCo / Improvement of conservation methods for archaeological bone materials (bone, ivory, antler). Les matériaux osseux (os, ivoire, bois de cervidé) constituent une famille de vestiges préhistoriques très répandus, souvent utilisés pour la réalisation d'œuvres d'art. Les matériaux osseux sont des témoins clés dans le domaine de l'archéologie, de la paléontologie, de la préhistoire, de l'histoire de l'art, de l'ethnologie et de la muséologie.

ArBoCo a permis d'établir une méthodologie analytique complexe combinant différentes techniques élémentaires, structurales et morphologiques à différentes échelles. Cette stratégie expérimentale a permis d'identifier les phénomènes d'altération des vestiges osseux archéologiques et d'aborder les questions de conservation – restauration des vestiges archéologiques et des objets des musées d'une manière plus systématique.

Elle a conduit à mettre au point de nouveaux indicateurs d'identification et de différenciation des matériaux osseux anciens basés sur leur composition chimique à l'échelle des éléments mineurs et traces, ainsi qu'au niveau des différences micro-morphologiques. Des traces de polychromie sur divers supports osseux ont pu être ainsi identifiées, entre autres sur des ivoires provenant du site *d'Arslan Tash*, dans la Syrie actuelle, datant du 8^e s. av. J.C. conservés au département des Antiquités Orientales (DAO) du Musée du Louvre.

KOCA / Kit de terrain pour l'identification sélective de la cocaïne. Obtenue à partir de la feuille de coca et se présentant sous forme de poudre blanche, la cocaïne est la substance illicite la plus expérimentée si on excepte le cannabis. Sa diffusion ne cesse de s'élargir depuis 10 ans, que ce soit dans l'espace festif ou dans l'espace urbain, et dans tous les milieux sociaux. Le trafic de cocaïne vers le marché européen porte désormais sur des quantités telles que l'addiction à cette substance est devenue un problème mondial de santé publique. La cocaïne est souvent frelatée, coupée ou mélangée à d'autres substances par les trafiquants, chaque intermédiaire du trafic pouvant ajouter un produit de coupage dont les plus courants sont les sucres et les alcaloïdes. La demande de tests

de "terrain" d'identification fiable est en conséquence considérable. Un nouveau kit de "terrain" peu onéreux, fiable et sélectif à la cocaïne a pu être mis au point se basant sur une étape initiale de séparation suivie d'une révélation colorimétrique. Développé en collaboration avec le Laboratoire de la Police Scientifique de Marseille, ce test est en phase d'incubation pour la création d'une entreprise.

Physique

NATALIE / Nuclear Activation Techniques for Analysis of Laser Induced Energetic particles.

Des progrès considérables ont été récemment réalisés concernant l'accélération d'électrons et d'ions par des lasers de haute intensité lors de leur interaction avec des cibles solides ou gazeuses. Pour toutes les applications de ces faisceaux, une connaissance précise des caractéristiques du faisceau de haute intensité est indispensable. Cette caractérisation est difficile du fait de la distribution continue en énergie et des très grandes intensités. Les détecteurs généralement utilisés ne permettent pas de tenir compte de ces problèmes. L'équipe a travaillé sur une méthode alternative de caractérisation en utilisant les réactions nucléaires induites par ces particules.

La méthode utilisée consiste à faire traverser par les particules un empilement de feuilles d'échantillon d'activation, et de mesurer la radioactivité induite dans chacune de ses feuilles. Il est alors possible de reconstruire la distribution en énergie du faisceau incident. Les réactions nucléaires utilisées actuellement sont celles produisant des radionucléides émetteurs. Ce dispositif est facilement transportable sur le site des grands instruments. Il est devenu un outil incontournable pour la mesure simultanée de plusieurs échantillons d'activation.

Autonomes / AUTO-oscillations de Nano-Objets Mécaniques. Les composants nano-électromécaniques (NEMS) sont des composants qui allient une partie mécanique et une partie électrique, que l'on trouve déjà présentes à l'échelle micrométrique dans la vie quotidienne. Si la miniaturisation de tels composants à l'échelle nanométrique peut permettre d'obtenir une intégration plus élevée ou une baisse de la consommation énergétique, elle se heurte cependant à un certain nombre de verrous liés à l'excitation ou à la détection à l'échelle nanométrique. Ce projet vise à étudier plusieurs nouveaux phénomènes pouvant permettre l'émergence de stratégies originales pour la conception de NEMS qui contourneraient ces obstacles. Deux thématiques ont été étudiées : (i) les phénomènes d'auto-oscillation, par le biais de dispositifs résonants constitués de nanotubes ou de nanofils, et (ii) les phénomènes non-linéaires, dont la caractérisation s'est faite à partir d'une testeuse sous pointe UHV avec microscopie intégrée, réalisée dans le cadre de ce projet. Un des résultats majeurs a été la démonstration d'un récepteur radio composé d'un seul nanotube de carbone. Bien que la démodulation d'un signal FM par un nanotube ait déjà été réalisée auparavant, elle ne l'avait jamais été avec une géométrie aussi simple. Un brevet concernant les auto-oscillations a notamment été établi.

BACHELOR / Building ArCHitectures towards Electrically-pumped Lasers based on ORganic materials.

Les lasers organiques à base de couches minces sont des sources laser importantes pour de nombreuses applications où leur capacité à émettre une lumière cohérente sur une vaste plage du spectre visible, couplée à des techniques de fabrication simple et un coût très faible, fait merveille. Les lasers organiques pompés optiquement souffrent aujourd'hui de plusieurs défauts qui limitent leur utilisation pratique : la faible durée de vie des composants, et leur faible efficacité

de conversion optique-optique, couplée à la qualité du faisceau produit, divergent et asymétrique, qui n'est pas facilement utilisable.

C'est à ce second problème que cette équipe s'est attaquée, en travaillant sur les matériaux, et sur l'architecture laser.

Ce projet constitue une avancée intéressante dans le domaine des lasers organiques. En effet, une architecture VECSOL a permis de surmonter de façon simple deux des problèmes majeurs de ces dispositifs : la mauvaise qualité de faisceau et la faible efficacité de conversion optique-optique. Les principaux résultats sont l'obtention d'un record d'efficacité (50% de rendement optique-optique) pour ce type de laser, et la démonstration du premier laser organique accordable dans l'ultraviolet lointain.

Mathématiques et interactions

PROSSDAG/ Probing new sequential schemes for retrospective data assimilation in geophysics. La qualité des prévisions météorologiques (atmosphère, océans) repose sur la connaissance du système à un instant donné. Les modèles numériques étant mis en œuvre sur des grilles de plus en plus fines, le nombre d'inconnues dépasse le milliard et il est crucial de développer des méthodes d'assimilation de données rapides et efficaces. Ces méthodes consistent à combiner de façon optimale plusieurs sources d'information, généralement un modèle et des observations, pour estimer l'état du système. PROSSDAG a permis de développer le nudging direct et rétrograde, nouvelle méthode d'assimilation de données à l'interface des méthodes variationnelles et séquentielles, qui consiste en un filtrage alternatif des observations passées et futures. Cette méthode repose sur la possibilité de remonter le cours du temps en utilisant le modèle en mode rétrograde. La prise en compte des observations dans ce processus permet d'améliorer l'estimation de l'état du système à un instant passé en utilisant les observations futures.

PROSSDAG vise à développer des méthodes de filtrage ou lissage alternant modes direct et rétrograde en temps. La conception de ces algorithmes est possible grâce à l'obtention de résultats théoriques (sur le filtrage, le contrôle et la stabilisation d'un système physique) conjointement à la réalisation de nombreuses simulations numériques.

MACADAM / Multiscale Asymptotics and Computational Approximation for surface Defects and Applications in Mechanics. Dans de nombreuses situations physiques, les objets présentent naturellement une géométrie à plusieurs échelles allant de la description macroscopique au niveau de détail microscopique. La modélisation mathématique dans le cas où les défauts sont peu nombreux, consiste le plus souvent en un système d'équations aux dérivées partielles posées dans un domaine représentant la géométrie réelle. La prise en compte des deux échelles dans un code de calcul impose un raffinement du maillage au voisinage des micro-défauts. MACADAM propose une approche numérique alternative prenant en compte les deux échelles, tout en conservant une efficacité en temps de calcul. Elle se base sur une analyse asymptotique de l'équation gouvernant le phénomène en fonction de la taille des micro-défauts et établit les développements asymptotiques à tout ordre pour l'équation de Laplace dans un domaine avec deux perturbations. Cela a expliqué l'influence de perturbations très petites et proches l'une de l'autre. L'application de ces résultats en mécanique a permis de prévoir le comportement à rupture d'un matériau présentant deux petits défauts localisés dans une même zone. La solution

numérique est obtenue en utilisant une méthode de partition de l'unité pour calculer directement la superposition de la solution du problème non perturbé et d'un profil.

Sciences de l'univers et géosciences

COS2 / Superconducting COmponents for Cosmic microwave background ObservationS. Le projet COS2 est un projet métrologique fortement innovant pour l'observation du rayonnement fossile, la première lumière de l'Univers.

Il consiste en la mise en place d'une équipe de recherche pour la réalisation de composants hyperfréquences supraconducteurs nécessaires à la réalisation des futurs instruments spatiaux. Ce projet novateur se situe à l'interface de plusieurs domaines scientifiques et techniques qui sont la physique du solide, l'électronique hyperfréquence, la physique des basses températures et l'instrumentation bas-bruit. Le projet se concentre sur un déphaseur contrôlable supraconducteur qui est certainement le système le plus difficile à réaliser dans la chaîne de détection bolométrique. En collaboration avec la centrale de technologie MINERVE de l'IEF, les premiers composants supraconducteurs à ligne micro ruban ont été réalisés. La nouvelle structure planaire de base est constituée d'une ligne micro ruban supraconductrice entre deux antennes faisant l'interface avec des guides d'ondes normalisés. Ce système a été testé avec succès à 5K dans un cryostat à immersion. Les performances sont excellentes, avec une transmission proche de 0dB dans la gamme 80GHz-100GHz. Ce système constitue la brique de base pour les tests du déphaseur et des systèmes d'architectures instrumentales évoluées : il permettra le couplage entre le système de mesure vectoriel et les composants planaires hyperfréquences.

TROPICE / Vapeur d'eau à la tropopause et nuages de glace. La connaissance du cycle de l'eau est cruciale pour la compréhension du mode de formation des nuages, sources majeures d'incertitude dans la prédiction du climat. La tropopause, zone de transition entre la troposphère et la stratosphère, reste particulièrement mal connue (variabilités et changements) en raison de ses faibles concentrations en eau. Le projet TropIce vise à comprendre le comportement de la vapeur d'eau proche de la tropopause, en s'appuyant sur l'analyse des rétro-trajectoires de transport de la vapeur d'eau et sur les nouvelles observations satellitaires des nuages de glace. En particulier, un algorithme de détection nuageuse adapté aux nuages subvisibles a été développé à partir des données du lidar spatial CALIOP, caractérisant aussi les cristaux par les rapports de dépolarisation et de couleur.

L'analyse de plusieurs années de données a mis en évidence que (1) les cirrus subvisibles partagent les mêmes propriétés optiques que les cirrus plus épais optiquement, et que (2) les propriétés optiques de ces nuages ne sont pas influencées par les processus dynamiques de grande échelle. Enfin, il est signalé que la chaîne rapide de traitement a permis de suivre des événements particuliers comme l'injection d'aérosols par le volcan islandais Eyjafjoll en 2010 et de suivre tant son devenir vers la basse troposphère Européenne que d'appréhender son impact potentiel sur les nuages de glace.

Sciences agronomiques et écologiques

ECTOCLIM / Impact of climate change on terrestrial ectotherms. Le projet ECTOCLIM a étudié l'impact des changements climatiques sur les vertébrés ectothermes (lézard, serpents...) en se concentrant sur un paramètre physiologique central : le métabolisme. Les résultats les plus

marquants concernent l'impact de perturbations climatiques chaudes (canicule) sur la thermorégulation des ectothermes. On observe une augmentation des coûts de maintenance (conservation de l'homéostasie générale de l'individu) du fait de température plus élevées dans les abris en phase nocturne. En phase diurne les ajustements comportementaux permettent aux individus d'éviter aisément les extrêmes thermiques létaux. Par ailleurs, les modélisations de niches démontrent clairement l'influence des conditions thermiques estivales dans la répartition des espèces.

Biologie Santé

Met Cleavages. Regulation of the Met receptor tyrosine kinase functions through proteolytic cleavages / Le récepteur tyrosine kinase Met joue un rôle important au cours de l'embryogénèse pour le développement des muscles et du cerveau et chez l'adulte dans les processus de cicatrisation des blessures. L'activation du récepteur par son ligand induit de nombreuses réponses biologiques parmi lesquelles la survie des cellules ou leur mobilité dans les processus de morphogénèse. Une expression anormale du récepteur Met conduit à de nombreux types de cancers, suggérant qu'un équilibre très finement contrôlé entre prolifération et survie doit être maintenu dans la cellule. Les auteurs ont montré que cette régulation s'effectue par le biais de coupures protéolytiques du récepteur entraînant sa relocalisation dans d'autres compartiments cellulaires et sa dégradation. En l'absence de ligand, les auteurs montrent également que le récepteur Met possède des fonctions pro-apoptotiques qui pourraient jouer un rôle important au cours du développement. De manière intéressante, l'inhibition des clivages protéolytiques provoque l'activation constitutive du récepteur, mimant ce qui est observé dans les processus de cancérogénèse. Ces résultats suggèrent que la dérégulation du processus de clivage protéolytique puisse être à l'origine de la tumorigénèse et ouvrent la voie à de nouvelles perspectives thérapeutique visant à forcer la dégradation du récepteur via l'induction des clivages.

GPC3-POST-TRA / Comparative analysis of ARE functioning in vivo and implication in hepatocellular carcinoma: the GPC3 mRNA as model. Un nombre croissant de données dans la littérature montre que l'apparition de cancers ou de maladies génétiques n'est pas uniquement due à des mutations ou des délétions au niveau du génome mais aussi à une expression anormale des ARN messagers (ARNm) et d'une famille de petits ARN appelé microARN (miRNA). Dans la cellule les ARNm sont finement régulés par certaines séquences présentes dans leur partie non traduite qui est la cible de protéines et de miRNA. La famille des séquences AU riche encore appelé ARE et les facteurs qui leur sont associés joue un rôle important dans la régulation de l'expression des gènes. Dans le carcinome hépatocellulaire (CHC) (un cancer primitif du foie), de nombreux gènes ayant un rôle en carcinogénèse hépatique et contenant un ARE potentiel dans leur ARNm, sont surexprimés. Cependant, le lien entre l'expression anormale de ces ARNm et le dysfonctionnement de l'ARE n'a jamais été établi. C'est cette question qui est analysée dans ce projet. Le porteur a développé un ensemble de méthodes intégrées permettant d'analyser in vivo et in vitro l'expression des ARNm, des facteurs associés aux ARE et des miRNA dans les conditions normales et pathologiques. Cette stratégie a permis d'identifier de nouveaux facteurs et des miRNA dont l'expression est dérégulée dans le carcinome hépatocellulaire et dont les cibles sont des candidats intéressants pour la progression tumorale.

Sciences Humaines et Sociales

PROGECESA / Prospection et étude des centres urbains de Syrie Antique. Le projet Archéorient vise à combiner des méthodes archéologiques avec des méthodes de géophysique dans la prospection des sites urbains antiques de Syrie, mises en œuvre par une équipe pluridisciplinaires. Des outils de mesure géophysique (radar, magnétisme et électromagnétisme) ont été appliqués à trois sites et ont fait l'objet de différents traitements. Ces travaux soulignent l'apport de l'imagerie magnétique qui peut être traitée de façon semi automatique pour fournir un rendu du tracé urbain.

Euterpe/ La poésie scientifique de 1792 à 1939, disparition d'un genre et reconfiguration d'une frontière. De la fin des Lumières à celle de l'Empire triomphe un genre poétique aujourd'hui largement oublié : la poésie scientifique. Le genre disparaît progressivement, et cet étiolement se conjugue à un mouvement de différenciation entre Belles-Lettres et sciences, qui a fondé l'organisation moderne de ces pratiques. Le projet Euterpe a procédé à un inventaire aussi exhaustif que possible des poèmes scientifiques, jusqu'à atteindre un catalogue de 600 titres environ. Une base de données incluant des informations éditoriales, biographiques ou thématiques pour près de 400 titres a été réalisée, de manière à permettre une modélisation statistique de l'évolution du genre. Les textes repérés ont été numérisés et rendus accessibles par la BNF sur la plateforme Gallica.

Le projet a permis une remise en cause radicale des chronologies adoptées par la plupart des historiens, car il montre que le poème scientifique ne disparaît pas brusquement avec l'avènement du Romantisme, mais perdure jusqu'en 1900, en nourrissant tout au long du 19^e siècle un débat complexe associant savants et écrivains. Plus largement, il a mis au jour de nombreux documents inédits, qui permettront une meilleure compréhension des relations entre sciences et littérature.

PUBLICATIONS ET BREVETS

	Nombre de publications	Nombre de brevets
Sciences et technologies de l'information et de la communication	217	0
Sciences pour l'ingénieur	56	1
Chimie	101	1
Physique	41	2
Mathématiques et interactions	104	0
Sciences de l'univers et géo-environnement	81	0
Sciences agronomiques et écologiques	55	0
Biologie santé	158	10
Sciences humaines et sociales	126	0
Total	939	14

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

On peut constater une diminution du nombre de projets déposés (653 en 2007 contre 792 en 2006), cependant les projets scientifiques s'améliorent d'année en année. Le comité d'évaluation dans son ensemble a examiné de nombreux et excellents projets ayant une originalité thématique basés

sur l'autonomie future du candidat, si bien que le taux de succès moyen est passé de 20,6% en 2006 à 24,2% en 2007. On peut observer que les différences entre disciplines ne sont pas très importantes. Le plus faible taux de succès (21,1%) se trouve dans le secteur Biologie-santé, domaine où il existe d'autres aides du même type à la fois au CNRS (ATIPE) et à l'Inserm (Avenir), or les aides ne sont pas cumulables.

Chaires d'excellence

OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme Chaires d'excellence a pour objectif de renforcer l'attractivité du territoire national pour des scientifiques de haut niveau, qu'ils soient étrangers ou français expatriés depuis plusieurs années, en offrant un financement important sur 3 ou 4 ans, ciblé sur un projet de recherche original.

AXES THEMATIQUES

Ce programme non thématique est ouvert à tout champ disciplinaire et à tout type de recherche, fondamentale ou industrielle.

PROJETS FINANCES

	Nombre de projets	Aides (k€)
Sciences et technologies de l'information et de la communication	0	0
Sciences pour l'ingénieur	0	0
Chimie	1	400
Physique	5	2 183
Mathématiques et interactions	0	0
Sciences de l'univers et géo-environnement	0	0
Sciences agronomiques et écologiques	0	0
Biologie santé	3	1 334
Sciences humaines et sociales	1	799
Total	10	4 177

PARTENAIRES FINANCES

	Nombre de participations	Aides accordées (k€)
Tous partenaires	10	4 177
Entreprises	0	0

RESULTATS SCIENTIFIQUES MAJEURS

Ang. Momentum. La physique de la formation des galaxies: comment les galaxies acquièrent, conservent – ou perdent – leurs moments cinétiques. L'objectif ambitieux du projet est d'étudier l'origine et l'évolution du moment cinétique des galaxies. Il vient, dans le cadre d'une collaboration entre astronomes français et britanniques, de déterminer la distance de la galaxie la plus éloignée jamais observée à ce jour. Pour cela, ils ont utilisé le Very Large Telescope de l'ESO. En analysant soigneusement la lueur extrêmement faible provenant de la galaxie, ils ont constaté que l'Univers au moment de l'émission observée de la galaxie avait 600 millions d'années environ. C'est la première fois que des astronomes sont témoins du moment où, par réionisation, l'Univers

passé du stade d'« âge sombre » à celui d'Univers transparent, c'est-à-dire lumineux. Ces observations suggèrent que le rayonnement provenant de galaxies voisines a aidé à dissiper le brouillard d'hydrogène opaque environnant qui empêchait la lumière de s'échapper et de parvenir jusqu'à la Terre après un voyage de 13 milliards d'années. Ces travaux ont été publiés dans la revue Nature du 21 octobre 2010.

PUBLICATIONS ET BREVETS

Nombre de publications	46
Nombre de brevets	0

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le programme Chaires d'excellence a continué à jouer son rôle comme outil d'attractivité pour les chercheurs étrangers de haut niveau. Le comité d'évaluation a retenu, pour l'édition 2007, une majorité de Chaires juniors.

Un effort d'information vers les établissements d'accueil devra être mis en œuvre afin d'améliorer encore la visibilité de ce programme en particulier sur l'intérêt que peut avoir l'accueil, pour une courte durée, dans les laboratoires français de chercheurs seniors reconnus au niveau international.