AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

Proposition de programmation 2011 de l'Agence nationale de la recherche

Version validée par le Conseil d'administration du 28 octobre 2010

Les orientations de la programmation 2011 ..... **5**
Programmes Non thématiques **15**
Les programmes non thématiques de l'ANR **17**
Blanc 19
Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs 23
Chaires d'excellence 25
Retour Post-Doctorants 29
Blanc international 31
Energie durable **33**
Bio –Matières & Energies (Bio-ME) 39
PROGELEC - Production (renouvelable) et gestion de l'électricité 51
Systèmes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED) 63
Environnement **73**
Bâtiments et villes durables 75
ECOTECH - Production durable et technologies de l'environnement 85
Transports Terrestres Durables 95
Ecosystèmes et Développement durable **105**
AGROBIOSPHERE Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources aux changements globaux 109
Adaptation : des gènes aux populations.Génétique et biologie de l'adaptation aux stress et aux perturbations 119
Systèmes alimentaires durables 125
ERA-Net NetBiome 135
ERA-Net Biodiversa 2 137
Programme Multilatéral PLANT-KBBE 141
Programme bilatéral France-Brésil sur l'Amazonie 143
Biologie - Santé **145**
Recherches Partenariales et Innovation Biomédicale (RPIB) 151
Maladie d'Alzheimer (MALZ) 157
Santé mentale et addictions (SAMENTA) 161
Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan) 165
Appel à Projets transnational dans le cadre du programme de l'Art.169 « Ambient Assisted Living » (assistance à la vie autonome) — AAL169 173
Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net EMIDA (maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux) 175
Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net ERARE 2 (maladies rares) 177
Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net EuroNanoMed (Nanomédecine) 179
Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net NEURON (système nerveux central sain et malade) 181

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net SIINN (développement de nanotechnologies sécurisées et non toxiques) ... 183
Appel à projets transnational quadrilatéral Allemagne (BMBF), Canada (IRSC – FRSQ), Espagne (ISCIII) & France (ANR) : Recherches intégrées sur les maladies métaboliques ... 185
Sciences humaines et sociales ... **187**
Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales ... 191
Emotion(s) – cognition – comportement ... 197
Métamorphoses des sociétés Thèmes 2011 : « Inégalité – Inégalités » « Globalisation et gouvernance » ... 203
Ingénierie, Procédés, Sécurité ... **215**
Matériaux et Procédés pour des Produits Performants ... 221
Chimie durable – Industries – Innovation - CD2I ... 227
Concepts systèmes et outils pour la sécurité globale ... 235
Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication ... **245**
RTB : Recherche Technologique de Base ... 253
Infrastructures pour la société numérique ... 261
Ingénierie du Numérique et Sécurité (INS) ... 273
Contenus Numériques et Interactions (CONTINT) ... 281
Modèles Numériques (MN) ... 291
Long-term CHallenges in Information and Communication Sciences and Technologies (CHIST-ERA) ... 301
Nanosciences et Nanotechnologies ... **307**
Nanotechnologies et Nanosystèmes et multilatéral européen en NanoSciences ... 309
Partenariats et Compétitivité ... **321**
Chaires Industrielles ... 325
PICF - Programme Inter Carnot-Fraunhofer ... 329
Programmes transversaux ... **335**
Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité, Usages ... 337
CEP&S - Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés ... 345
Emergence de projets à fort potentiel de valorisation (EMERGENCE) ... 355
ASTRID – Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense ... 359
Sociétés Innovantes. Innovation, Nouvelle économie, Nouveaux modes de vie ... 367

Les orientations de la programmation 2011

Considérations générales sur la méthode

La programmation de l'ANR comprend pour l'essentiel des programmes non thématiques, les programmes thématiques, et des programmes spécifiques tel que le programme des Instituts Carnot. La programmation des crédits de l'ANR concerne avant tout le domaine des programmes thématiques. Néanmoins, pour avoir une vision complète, il est fait ici mention des programmes non thématiques qui, comme leur nom l'indique ne font pas l'objet de « fléchage » de priorités. Ils recouvrent différents instruments comme le programme « Jeunes chercheuses et Jeunes chercheurs » ou « Retour des post doctorants » qu'il est essentiel de présenter. L'ensemble des programmes et des actions est destiné à favoriser la créativité des chercheurs.

Pour ce qui concerne la programmation thématique, la méthode utilisée consiste à s'assurer que les idées de programmes proposés correspondent bien aux priorités nationales (besoins de la société, développement industriel…) et que les conditions nécessaires sont réunies pour que les appels à projets soient des succès (existence de communautés scientifiques de taille suffisante, maturité des thèmes dans la ou les communautés scientifiques concernées). Pour ces raisons, les choix de programmation font l'objet d'une consultation volontairement très étendue et d'une attention poussée qui prévoit de prendre en compte les avis de toutes les parties prenantes. Celles-ci sont consultées par voie épistolaire. Sont aussi pris en compte les avis détaillés des administrations, les avis des « alliances » de recherche, les avis issus des « Consultations internationales », les résultats des Ateliers de Réflexion Prospective et les suggestions du Conseil de Prospective. L'ambition est d'écouter l'ensemble des communautés scientifiques et de faciliter leur expression. Les propositions ont été synthétisées dans des documents de cadrage faits par les Comités scientifiques sectoriels. C'est sur ces bases qu'ont été cristallisées les idées de programmes et rédigées les fiches- programmes qui en ont résulté et qui sont présentées dans ce document. La méthode de programmation ici rapidement résumée a été certifiée ISO 9001.

Considérations sur les conditions de cadrage financier la programmation 2011

Le budget alloué à l'ANR n'est pas encore connu à l'heure où ce document est élaboré. Toutefois, le cadrage financier 2011 devra prendre en compte différents éléments :

- L'architecture générale des programmes par grands secteurs thématiques et scientifiques reste relativement stable et correspond aux grands choix nationaux. Elle ne saurait donc changer fondamentalement.
- Il convient par ailleurs de signaler que certains domaines thématiques seront pris en compte dans le cadre du financement assuré par les « Investissements d'avenir » du Commissariat général aux investissements (CGI), mais ces

financements ne devraient pas impacter beaucoup la programmation de l'ANR.

- Ensuite, la moitié des dépenses de l'ANR consacrées aux appels à projets restera destinée au domaine non thématique. Il est à constater que, contrairement aux attentes, les recherches du domaine non thématique ne s'affirment pas comme étant d'une nature très différente des recherches du domaine thématique ; elles ne sont en effet pas exclusivement orientées vers la recherche fondamentale. Symétriquement, les programmes thématiques ne sont pas uniquement orientés vers de la recherche « aval » et comprennent de manière importante des projets à orientation fondamentale. Au cours des deux dernières années, le passage du non thématique de la proportion de 25 % à 50 % s'est donc essentiellement traduit par des transferts de domaines thématiques entiers vers le domaine non thématique (vases communicants) sans changer significativement la proportion entre domaines et types de recherche.
- En parallèle, des demandes émanant principalement du secteur privé se sont manifestées pour consacrer plus de moyens aux domaines thématiques ; en effet, sans la désignation de domaines prioritaires (désignation qui est l'objet de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation), certaines recherches ne seraient pas entreprises, notamment lorsqu'il s'agit de sujets qui se situent aux interfaces entre domaines thématiques et aux interfaces entre domaines scientifiques. Ces interfaces n'attirent pas suffisamment les chercheurs, alors que ces domaines deviennent de plus en plus stratégiques, l'ANR apparaissant comme étant un moteur important de l'interdisciplinarité nationale.
- Enfin, la montée progressive du pourcentage des crédits consacrés au préciput aboutit à diminuer les montants alloués au financement direct des projets de recherche. Comme, par ailleurs, le montant moyen de ces projets continue à augmenter régulièrement, la combinaison des deux évolutions se traduit par une restriction du taux de succès aux appels à projets. Cette évolution tendancielle existe aussi dans d'autres pays ; elle est potentiellement dangereuse pour l'équilibre général du financement de la recherche sur projet.

Considérations sur les orientations de la programmation thématique

La programmation 2011 induit des choix qui engagent en partie les années 2012 et 2013. En effet, l'année 2010 termine un cycle de 3 années de programmation et en 2011 commence un autre cycle de 3 ans. L'ANR a donc consacré un temps particulièrement long de consultation et de maturation pour préparer les choix nécessaires pour les années qui viennent.

La programmation 2011 suit d'abord les priorités de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation (SNRI). Pour cette raison, les fiches sont présentées selon le plan de la SNRI. La recherche fondamentale qui y est privilégiée, peut se déployer

particulièrement dans les programmes non thématiques qui sont fortement dotés, mais aussi dans les programmes thématiques. La pluridisciplinarité qui est aussi souhaitée a toujours été et reste une priorité pour l'ANR. L' « ouverture à l'économie et à la société » fortement demandée dans la SNRI est très présente à travers les programmes thématiques qui répondent par définition aux demandes sociales : le thème de la sécurité fait l'objet d'un programme dédié ; les sciences humaines et sociales voient s'accentuer leur rôle dans une période où la compréhension des transformations sociales est indispensable pour faciliter la sortie de crise. L'axe prioritaire 1 de la SNRI - santé, bien-être, alimentation et biotechnologies - est représenté par de nombreux programmes : 6 programmes y sont consacrés ainsi que 8 ERA-Nets et programmes internationaux. Un programme spécifique est dédié à l'alimentation. Les biotechnologies médicales et bio-économiques sont présentes à titre principal dans 5 programmes. L'axe prioritaire 2 – urgence environnementale et écotechnologies – est représenté dans 11 programmes et les écotechnologies font l'objet d'un programme dédié. Enfin, l'axe prioritaire 3 – information, communication et nanotechnologies – fait l'objet de 6 programmes.
Plus généralement, l'inspiration de la programmation 2011 provient de la nécessité de faire en sorte que l'économie et la société sortent positivement différentes de la crise actuelle afin d'anticiper les adaptations nécessaires. Cette adaptation revêt de multiples formes : financière, économique, sociale et environnementale. Les recherches prioritaires doivent donc accompagner les choix publics dans leur volonté de réduire les déficits, d'améliorer la productivité des secteurs de production et des services, ainsi que leur compétitivité. Les orientations de recherche et les outils de structuration de la recherche qui sont proposés doivent notamment renforcer les universités et consolider les « écosystèmes d'innovation » (en particulier les entreprises) que la SNRI appelle de ses vœux. Les secteurs qui apparaissent prioritaires dans cette perspective sont ceux qui sont susceptibles d'accroître rapidement la productivité des entreprises, ceux qui sont ancrés dans la société et difficilement délocalisables, qui, de plus correspondent à des besoins fondamentaux (par exemple : vieillissement, « décarbonisation », raretés de matières premières…), et ceux qui peuvent en même temps faire l'objet d'exportations compétitives. Sont donc particulièrement concernés les secteurs de la « croissance verte », les secteurs de la santé et des STIC (voir « Infra »). Les transformations nécessaires pourraient aboutir à changer en profondeur les comportements des ménages et des agents économiques. C'est pourquoi tous les Comités scientifiques sectoriels ont souhaité que soit entreprise une recherche sur l'innovation technologique, les nouveaux comportements sociaux et les nouveaux modèles économiques.

Considérations sur les priorités scientifiques et technologiques

La dynamique des sciences et des technologies tend à s'accélérer. Elle conditionne en grande partie la capacité de notre société à ne pas décliner dans la compétition internationale, et même d'ambitionner à améliorer sa place. L'ANR se doit de

contribuer à ce mouvement d'accélération. La flexibilité raisonnée qu'elle permet dans l'adaptation permanente de la recherche doit donc être mise à profit. En théorie, les programmes non thématiques sont de nature à accueillir l'esprit de novation et de rupture dans les sciences et les technologies, en particulier les programmes « Jeunes chercheurs » et « Retour post doc » conçus pour faciliter un éthos de renouveau. La programmation thématique, par ailleurs, incite fortement à l'innovation scientifique par la convergence entre disciplines, particulièrement entre la physique, les STIC et la biologie, tant à l'échelle nano qu'à d'autres échelles (par exemple avec la bioinspiration). L'hybridation entre thèmes (comme par exemple dans le programme Contaminants, Ecosystèmes et Santé) invite, elle aussi, à l'invention de nouveaux espaces d'interdisciplinarité (en l'occurrence entre chimie, écologie et biologie) et d'inter-thématicité. Un effort particulier est proposé en matière d'instrumentation scientifique (à l'intérieur de certains programmes), domaine qui fait l'objet de demandes répétées et qui est à la fois un domaine d'application audacieuse de l'ingénierie, et un domaine d'innovation critique pour la productivité et l'efficacité des sciences et technologies. Enfin, la réflexion sur les priorités scientifiques et technologiques a conduit à explorer assez systématiquement les applications des disciplines d'amont, particulièrement, les applications des STIC et de la génomique, ce qui favorise aussi la créativité.

Par les choix qui sont proposés, l'ANR a donc cherché à exprimer la symbiose des orientations gouvernementales et des expressions des communautés scientifiques, en accompagnant et stimulant la dynamique des sciences et technologies par une problématique synthétique et argumentée de sortie de crise.

Octobre 2010.

En annexe à l'introduction :
Cinq lectures de la programmation 2011.

Les différents programmes peuvent être présentés dans différentes dimensions :

- selon les priorités économiques et sociales
- selon les disciplines scientifiques et les secteurs technologiques
- selon la dimension « entreprises » et partenariat public - privé
- selon la dimension « acteurs et fonctions » de la recherche et de l'innovation
- selon la dimension internationale.

1. La programmation 2011 et les priorités économiques

Pour définir les priorités scientifiques et technologiques à partir d'objectifs économiques et sociaux, on peut retenir les critères suivants :

- L'importance des besoins de la société (par exemple face au vieillissement),
- La nécessité de réindustrialiser et de créer des emplois non délocalisables,
- L'amélioration de la capacité à exporter et résister à la compétition internationale par les marges de compétitivité et de productivité dans les entreprises,
- et l'existence de marges de progrès scientifique et technologique.

Ces critères désignent différents secteurs - cibles. Face à ces priorités, les programmes qui leur correspondent dans la programmation 2011 ont été signalés.

1. Agriculture durable : productive, exportatrice, non polluante, économe en énergie fossile, diversifiée, saine pour le consommateur	Agrobiosphère Alimentation durable Contaminants et Environnement
2. Filière bois, ligneux : production, biomatériaux, bioraffineries, énergie, construction…	Bio-ME Bio- matières et énergie Agrobiosphère
3. Industries alimentaires : qualité environnementale, qualité sanitaire, innovation, compétitivité	Alimentation durable
4. Nouveau cadre urbain : Economie énergie, décarbonisation, réduction des coûts	Bâtiments et villes durables
5. Transports économes en énergie fossile et décarbonés	Transports terrestres durables

6. Energies alternatives	Bio-ME Bio-matières et énergie Systèmes énergétiques durables et décarbonés Production et gestion d'électricité
7. Process économes en énergie et en atomes, environnementalement acceptables	ECOTECH Matériaux et procédés performants Chimie durable, industrie, innovation
8. Process : accroissement de la productivité	Programmes du secteur STIC
9. Avionique et espace	Matériaux et procédés performants Financement par FNRAE de projets du programme blanc
10. Santé : médecine personnalisée, nouvelles technologies, productivité et qualité	Tout le secteur de la santé, particulièrement TECSAN
11. Vieillissement, assistance à la personne	Ambient assisted living Alzheimer
12. Education, apprentissage	ARP TIC et service éducatif (en cours)
13. Tourisme international en France	ARP TIC Tourisme Méditerranée (en cours)
14. Production culturelle exportable	STIC CONTINT
15. Autres	Programmes non thématiques

Les domaines 1 à 7 participent à la « croissance verte ».

2. La programmation et les priorités scientifiques et technologiques

Les principaux domaines scientifiques et technologiques sont représentés directement ou indirectement.

Toutes disciplines scientifiques et technologiques	Programmes non thématiques
Mathématiques, modélisation	Programmes non thématiques, tous programmes en particulier STIC
Physique (dont photonique)	Programmes non thématiques Matériaux et procédés
Chimie	Chimie durable
Biologie humaine Sciences de la santé	Tous les programmes du secteur santé
Ecologie Agronomie	Programmes du secteur Ecosystèmes Contaminants, environnement
Génétique	Tous les programmes du secteur santé et du secteur Ecosystèmes

Sciences de la terre	Programmes non thématiques
Sciences humaines et sociales (dont, sociologie, économie, sciences cognitives, du comportement et de l'éducation)	Programmes du secteur SHS Présence dans beaucoup de programmes thématiques Programmes non thématiques

3. La dimension « entreprises » et partenariat public privé

Les entreprises peuvent participer aux recherches financées par l'ANR de différentes manières :

Par les appels à projets partenariaux : obligation de partenariat	Bâtiments et villes durables Transports terrestres durables Systèmes alimentaires durables Biologie appliquée Technologies pour la santé TECSAN Matériaux et procédés produits performants Chimie durable, Industries, Innovation Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale Recherche technologique de base (TIC) Infrastructure pour la société numérique Ingénierie numérique et sécurité Contenus numériques et interactions Nanotechnologies et nanosystèmes Chaires industrielles Accompagnement spécifique de travaux de recherche innovation défense Changements environnementaux planétaires
Par les appels à projets « ouverts » (possibilité de répondre en partenariat public – privé)	La plupart des programmes 2011
Par des programmes liés à une finalité entrepreneuriale sans pour autant demander une participation d'entreprises	Programme Carnot Programme Emergence de projets à fort potentiel de valorisation

4. La dimension « acteurs et fonctions »

L'ANR finance des fonctions qui assurent une meilleure efficacité du système français de recherche et d'innovation (SFRI) et des actions destinées à renforcer des acteurs (autres que les entreprises). Ces fonctions sont les suivantes :

Soutien aux initiatives audacieuses de recherche par des catégories jeunes	Programme jeunes chercheurs Retour post-doc
Lancement d'enseignements couplés à des recherches sur des domaines nouveaux, en vue de stabiliser des entités nouvelles (équipes, laboratoires…)	Chaires d'excellence Chaires industrielles Retour post-doc
Soutien à l'essor des universités	Chaires d'excellence et industrielles Emergence (valorisation) Retour post-doc Programmes non thématiques
Faciliter l'émergence de concepts nouveaux	Programmes non thématiques
Cibler des objectifs urgents et importants	Programmes « défis » ou « phares » ; Ex : Amazonie.
Faciliter les liens recherche - innovation	Programme Emergence Programme Carnot
Flexibilité dans l'allocation des moyens	Financement du preciput

5. La dimension internationale

Les formes de collaboration internationales sur projets sont diverses :

- Tout projet peut rassembler dans un consortium des équipes de divers pays, chaque équipe disposant de ses propres financements nationaux
- Les équipes de pays en développement peuvent être financées par l'AIRD ou l'ANR dans le cadre de prestations de services
- Le programme non thématique « blanc » peut ouvrir des fenêtres de collaboration bilatérale sur une base thématique ou de discipline ; chaque pays finançant ses propres équipes
- Des accords bilatéraux ou pluri-latéraux entre agences de financement peuvent permettre de lancer des appels à projets conjoints
- Des ERA-Nets peuvent permettre aussi de lancer des appels à projets communs.

Par grand secteur, les collaborations possibles en 2011 sont les suivantes :

Non thématique	Ouvertures internationales nombreuses dans différents programmes Programme blanc international
Energie	Electromobility (dans le programme Transports)
Environnement	ECOINNOVERA (dans le programme Ecotech)
Ecosystèmes, développement durable	Quadrilatéral KBBE en génomique – FR-DE- PO-SP Bilateral FR-BR Amazonie ERA-Nets: NetBiome, Biodiversa, SEAS-ERA, ICT Agri
Biologie Santé	Ambient assisted living(Art 169) Quadriennal : Integrated research on metabolic deseases. CA-DE-ES-FR ERA-Nets: EMIDA, ERARE2, EURONANOMED, NEURON, SIINN
Sciences Humaines et Sociales	Programme bilatéral franco-allemand (DFG) Programme quadrilatéral ANR DFG ESRC NWO Programme bilatéral Franco Taïwanais Accord ANR – JSPS Accord ANR – NSF Economie et sciences de l'éducation
Ingénierie, Procédés, Sécurité	NSF : Materials world network
Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication	CHISTERA
Nanosciences et nanotechnologies	Rien en 2011
Entreprises et compétitivité	Programme Carnot -Fraunhofer

Programmes Non thématiques

Les programmes non thématiques de l'ANR

Le département non thématique reconduira en 2011 les cinq programmes qui ont structuré son action en 2010 et qui rencontrent un vif intérêt auprès de la communauté scientifique : « Blanc », « Blanc international », « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs », « Chaires d'excellence », ainsi que le programme « Retour post-doctorants » lancé en 2009. Les programmes non thématiques ont connu une forte croissance, passant de 35 % du budget d'intervention de l'ANR en 2009 à 50 % en 2010. Cette augmentation considérable associée au caractère non thématique des programmes a conduit à un accroissement très sensible du nombre de projets déposés. Toute la créativité de la communauté scientifique a pu s'exprimer pleinement à travers ces programmes, depuis les recherches les plus fondamentales jusqu'aux aux recherches appliquées ou partenariales. Ces programmes sont devenus un facteur important pour stimuler les coopérations entre équipes de différents laboratoires, en particulier à l'international, ainsi qu'éventuellement avec des partenaires du monde socio-économique.

Les programmes « Blanc » et « Chaires d'excellence » ont pour objectif de reconnaître l'excellence et de renforcer notre potentiel de recherches novatrices alors que le programme « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » favorise la prise de responsabilité scientifique sur des sujets innovants. Le programme « Chaires d'excellence » continuera de proposer en 2011 trois types de chaires : junior, senior longue durée et senior courte durée. Le programme « Retour post-doctorants » complète le dispositif en favorisant le retour et l'intégration en France de jeunes scientifiques de haut niveau ayant effectué, après leur thèse en France, un séjour post-doctoral à l'étranger. Le programme « Blanc international » se poursuivra dans le cadre d'accords bilatéraux avec des agences étrangères de financement de la recherche. Il participe à la consolidation de la réputation internationale de la recherche française.

Depuis sa création en 2005, le programme « Blanc » a constitué une véritable opportunité pour les chercheurs de soumettre des projets évalués sur les seuls critères d'originalité et d'excellence scientifique. Une attention particulière est portée aux projets « en rupture ». D'autre part, un budget sera à nouveau dédié aux projets véritablement interdisciplinaires, faisant progresser les connaissances et les méthodes d'étude dans plusieurs champs disciplinaires en interaction pour la résolution du problème scientifique posé. Enfin, le volet international du programme « Blanc », après avoir été ouvert pour la première fois en 2007 avec Taïwan, concerne désormais dix pays dans le cadre d'accords bilatéraux avec des agences de financement de la recherche. Cette extension sera poursuivie dans le cadre d'un appel à projets spécifique « Blanc international ».

Programme :

Blanc

Résumé :
Le programme « Blanc » couvre l'ensemble des domaines de la recherche. Il a pour objectif de reconnaître et valoriser l'excellence et d'encourager les démarches novatrices, mono ou interdisciplinaires. Il est ouvert à tous les champs scientifiques sans distinction : mathématiques et interactions, physique, chimie, sciences pour l'ingénieur, sciences et techniques de l'information et de la communication, sciences de l'univers et géo-environnement, sciences agronomiques et écologiques, biologie-santé, sciences humaines et sociales. Les projets peuvent concerner des recherches très fondamentales, mais aussi des travaux menant à des innovations, y compris en lien avec des partenaires socio-économiques.

7ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national / ouvert à l'international : le programme Blanc est ouvert à des projets en partenariat avec des équipes de tout pays, sous réserve que celles-ci fassent la preuve de leur financement par une agence ou un organisme national.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** Le programme Blanc existe depuis la création de l'ANR. Il connaît une extension rapide.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Sélectionner et financer des projets de recherche en rupture avec les itinéraires de recherche les plus classiques. Favoriser l'audace scientifique. Encourager l'interdisciplinarité. Favoriser le développement de thématiques émergentes, de percées disciplinaires, de nouveaux modèles, nouvelles méthodes, avancées théoriques. Inciter à la conception et à la réalisation de projets réellement interdisciplinaires, à la production de connaissances dont certaines sont potentiellement fécondes en termes d'innovation.
Améliorer la position des projets français dans les programmes européens du PCRD, à l'ERC et dans les programmes internationaux.

Comme les années précédentes seront accueillis au titre du programme « Blanc » 2010 tous les projets de recherche quel que soit leur domaine. Les projets peuvent aller de recherches purement fondamentales jusqu'à des recherches innovantes en partenariat avec des entreprises. Une attention particulière sera portée à nouveau en 2011 aux projets réellement interdisciplinaires ou nécessitant une prise de risque scientifique.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Tous les enjeux sociétaux majeurs, qu'ils soient de production et diffusion de connaissances nouvelles au bénéfice de l'humanité, de compétitivité scientifique, culturelle, économique dans une économie mondialisée de la connaissance, mais aussi les enjeux environnementaux, de santé publique, de bien-être social, de défense et sécurité, sont susceptibles de recevoir un impact des recherches menées dans le cadre du programme Blanc.

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

Axes et thèmes des recherches

Tous domaines scientifiques, tous thèmes mono ou interdisciplinaires.

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Production de connaissances aux frontières scientifiques. Développement de concepts, de modèles, d'instrumentations innovants.

- **Type de recherche**

Fondamentale ou appliquée, y compris finalisée et partenariale - monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

Le programme Blanc est ouvert à des équipes d'organismes publics, mais aussi aux entreprises, PMEs et grands groupes. Le label par les pôles de compétitivité des projets retenus est valorisé via un abondement.

Positionnement international

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en Europe**

Le programme Blanc de l'ANR peut être comparé aux appels à projets « Advanced Grants » de l'European Research Council (ERC), ouverts à toutes les disciplines de recherche. Le programme « Blanc » constitue souvent un tremplin pour les chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, peuvent déposer un projet à l'ERC avec de meilleures chances de succès.

Programme :
Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs

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

7ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** Ce programme « jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » existe depuis l'année de création de l'ANR. Ce programme a des objectifs bien spécifiques qui le distinguent à la fois du programme « Blanc » et des programmes thématiques de l'ANR.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Il s'agit de favoriser la prise de responsabilités scientifiques, de donner à un jeune chercheur la possibilité de mener à bien un de ses premiers projets de recherche en autonomie, et lui permettre de créer sa thématique propre et reconnue.

Résultats attendus

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

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Préparer la nouvelle génération de jeunes chercheuses et jeunes chercheurs de talent appelés à devenir les futurs leaders et dirigeants de la recherche scientifique dans notre pays, dans les universités, les organismes de recherche et les entreprises.

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

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il est essentiel d'aider à la constitution du « terreau » de jeunes chercheurs de qualité, de les placer en bonne position dans les compétitions internationales, tant du point de vue de l'équipement à leur disposition, que de la culture de projets qu'ils doivent maîtriser. De même, il s'agit de favoriser la prise de risque pour des jeunes chercheurs en s'attaquant à des verrous scientifiques ou technologiques avec des approches originales.

- **Type de recherche**

Fondamentale, principalement, monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

Positionnement international

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

Le programme « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » peut être considéré comme un tremplin pour les jeunes chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, peuvent déposer un projet à l'ERC avec de meilleures chances de succès.

Programme :

Chaires d'excellence

Résumé :
L'accueil de chercheurs de haut niveau venant de l'étranger dans les laboratoires de notre pays témoigne de son attractivité au plan international. Le programme « Chaires d'excellence » vise à favoriser cet accueil en offrant aux meilleurs de ces scientifiques, des moyens importants pour les aider à réaliser rapidement leur projet de recherche. Trois types de chaires sont proposés en 2010 : les chaires « seniors » de courte durée (SCD) (18 à 24 mois), les chaires « juniors » (JLD) et les chaires « seniors » de longue durée (SLD) (36 à 48 mois).

7ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 –-2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Programme national**

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

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

Résultats attendus

La présence dans les établissements de recherche en France de chercheurs de talent, reconnus internationalement dans leur domaine et pouvant donner une impulsion décisive pour développer de nouvelles voies en recherche fondamentale ou appliquée, constitue un ingrédient principal pour renforcer la compétitivité internationale de la recherche scientifique française. Ce programme vise à accueillir, à différents stades de leurs carrières et pour une durée déterminée, des chercheurs confirmés ayant une notoriété certaine pour mener à bien des projets d'envergure. Les trois types de chaires autorisent une flexibilité et des conditions avantageuses pour l'accueil de chercheurs étrangers avec une dotation pouvant atteindre 500k€ pour les chaires juniors et 1000k€ pour les chaires seniors. En accord avec l'établissement d'accueil, un titulaire de chaire pourrait développer une thématique nouvelle, constituer une équipe dans un domaine compétitif, mener des recherches originales en complémentarité avec des équipes sur place ou lancer des thématiques novatrices permettant d'installer les établissements français dans le peloton de tête de la compétition internationale.
En 2010, le nombre de projets déposés reste stable par rapport à 2009 (62 projets recevables en 2010). L'effort de communication auprès des chercheurs étrangers via le relais des représentants du CNRS et des ambassades de France sera poursuivi en association à un travail d'information auprès des établissements français.

Impact espéré

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

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

Le programme « Chaires d'excellence » contribue à l'accroissement de la compétitivité de la France dans le domaine de la recherche scientifique, de son rayonnement culturel et de son attractivité. Il complète un ensemble cohérent autorisant notre pays à attirer des chercheurs

de talents dont le séjour et le travail sur le territoire national devraient permettre un franchissement de cap pour des établissements ou des équipes françaises.

Axes et thèmes des recherches

En 2010, toutes les thématiques sont représentées avec toutefois des disparités : prépondérance de projets soumis en « Biologie santé » (18), puis « Physique » et « SDU » (16), « STIC » et « SHS » avec chacun 8 projets déposés. Des propositions en « Mathématiques » ont été absentes pour la première fois en 2010. Les autres thématiques ont recueilli respectivement : 5 projets en Chimie, 4 en Agronomie et 4 en SPI. Une très grande richesse caractérise les thèmes de recherche proposés.

Programme :
Retour Post-Doctorants

Résumé :
Le séjour post-doctoral que les jeunes chercheurs français, mais aussi les jeunes chercheurs étrangers ayant soutenu leur thèse en France, ont la possibilité de faire hors de France représente un atout majeur dans leur parcours scientifique. Le retour de certains parmi les meilleurs de ces jeunes chercheurs, après l'acquisition d'une expérience significative à l'étranger, est essentiel au développement d'une recherche d'excellence dans notre pays. Le programme « Retour post-doctorants » vise précisément à faciliter ce retour. Il a également pour ambition de favoriser un recrutement futur de ces jeunes talents dans un établissement de recherche ou dans une entreprise suite au développement de projets d'excellence définis et menés par les lauréats sur le territoire national.

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Programme national**
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :
  Ce programme a été ouvert en 2009. Il complète le dispositif du programme « Chaires d'excellence ». Il s'agit ici de promouvoir l'excellence chez les tous jeunes chercheurs revenant dans des laboratoires du territoire national.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme « Retour post-doctorants » a pour objectif de faciliter le retour en France de jeunes chercheurs de très haut niveau, ayant effectué un séjour post-doctoral à l'étranger. Il a également pour ambition de favoriser, grâce à l'acquisition d'une expérience de recherche complémentaire, un recrutement futur dans un établissement de recherche ou une entreprise. Le programme fonctionne par appels à projets ouverts à toutes les disciplines de recherche. Les lauréats se voient offrir, pendant une durée maximale de trois ans, les moyens appropriés pour poursuivre leur projet de recherche sur le territoire national.

Résultats attendus

La seconde édition du programme a vu une nette augmentation du nombre de projets déposés (de 105 en 2009 à 132 en 2010). La durée entre la soutenance de thèse et la candidature au programme a été portée à 5 ans pour mieux répondre à la demande des jeunes chercheurs, principalement dans les domaines de la biologie et des sciences humaines et sociales. L'intérêt principal du programme est d'offrir à des jeunes chercheurs, après avoir acquis une expérience complémentaire en recherche à l'étranger, l'occasion de définir un programme de recherche personnel, avec les objectifs à atteindre et les moyens pour y parvenir. Il n'est pas recommandé aux candidats de postuler dans le laboratoire où ils ont effectué leurs travaux de thèse afin de les encourager à avancer en toute autonomie grâce aux moyens mis à leur disposition par ce programme. Il est attendu que les lauréats développent de nouvelles voies de recherche, de constituer de petites équipes de haut niveau et d'être reconnu et identifié dans leur domaine suite à la réalisation de leur projet. Toutes ces conditions devraient les mener à intégrer un poste dans le monde académique ou dans les services de recherche des entreprises.

Impact espéré

L'impact espéré concerne la carrière des jeunes chercheurs les plus prometteurs, que ce soient des Français ayant soutenu leur thèse en France ou à l'étranger ou des étrangers ayant soutenu leur thèse en France. Il s'agit de les inciter à effectuer un post-doctorat à l'étranger puis à revenir en France pour y construire leur carrière, que ce soit dans le monde académique ou dans le monde de l'entreprise. L'impact attendu concerne autant la qualité de la recherche en France que l'intégration dans le monde de l'entreprise des jeunes chercheurs les plus brillants et qui ne souhaitent pas poursuivre une carrière de recherche académique.

Programme :

Blanc international

Résumé :
Inspiré du programme Blanc, le programme Blanc international s'appuie sur des accords de coopération spécifiques avec des agences de financement de la recherche à l'étranger. Le programme Blanc international couvre l'ensemble des domaines de la recherche, mais selon les pays, une priorité est donnée à certains thèmes. Il a pour objectif de favoriser la collaboration entre des équipes françaises et étrangères autour de projets ambitieux, d'apporter une plus value à la recherche en France grâce à la contribution des équipes étrangères et à mieux faire connaître la qualité de la recherche française dans le monde. Les projets peuvent concerner des recherches très fondamentales, mais aussi des travaux menant à des innovations, y compris en lien avec des partenaires socio-économiques.

5ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** bilatéral en collaboration avec d'autres agences de financement de la recherche. En 2010, l'ANR a mis en place des accords de coopération spécifiques avec des agences de financement de la recherche de dix pays : Taïwan, Chine, Japon, Singapour, Canada, Mexique, Chili, Autriche, Hongrie, Etats-Unis (NSF).
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** Le programme Blanc international a eu un succès immédiat et rapide depuis son lancement en 2007. Il représente le volet international du programme Blanc.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Favoriser l'insertion des équipes de recherche françaises dans des projets internationaux d'excellence. Renforcer la collaboration scientifique avec des pays développés, mais également avec les pays émergents. Aider à la constitution de consortium européen avec des équipes françaises pour prétendre à des financements au niveau communautaire. Accroître la visibilité de la recherche française. Améliorer la position des projets français dans les programmes européens du PCRD, à l'ERC et dans les programmes internationaux.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

La recherche étant une activité internationale, il est indispensable de favoriser les échanges entre des équipes de haut niveau scientifique. Profiter de l'expérience et de l'expertise des équipes étrangères et développer une recherche de pointe concernent tous les enjeux sociétaux majeurs. Au-delà de la coopération scientifique, une meilleure communication et compréhension entre des équipes internationales permettent d'appréhender les problèmes scientifiques avec une vision différente au bénéfice de l'humanité.

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

Axes et thèmes des recherches

Tous domaines scientifiques, tous thèmes mono ou interdisciplinaires. Selon les accords avec les pays, une priorité peut être donnée à certains thèmes scientifiques pendant une durée déterminée.

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Production de connaissances en commun entre équipes françaises et étrangères aux frontières scientifiques. Développement de concepts, de modèles, d'instrumentations innovants.

- **Type de recherche**

Fondamentale ou appliquée, y compris finalisée et partenariale - monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

Le programme Blanc international est ouvert à des équipes d'organismes publics, mais aussi aux entreprises, PMEs et grands groupes.

Energie durable

Energie Durable et Environnement

Les politiques énergétiques et environnementales, européenne et mondiale, sont désormais dominées par la question du changement global. Cela influe très fortement sur l'établissement des feuilles de route technologiques et sur les orientations stratégiques de la recherche à moyen et long terme. L'investissement dans les technologies à bas carbone, sobres en matières premières et peu polluantes, est devenu un des enjeux majeur pour favoriser de nouveaux processus de croissance économique et adapter nos sociétés aux changements en cours. Il s'agit d'inventer et de développer de nouveaux modes de production industrielle, d'organisation urbaine et de transports permettant de modifier les sources d'énergie et de réduire massivement les émissions de gaz à effet de serre et de polluants. Il s'agit également de mieux contrôler la qualité de l'environnement et de son évolution.

Sur un plan plus académique, le changement global devient une problématique scientifique à part entière et il nous faut développer des outils et des modèles pour appréhender les interconnexions entre les grands systèmes naturels et anthropiques.

La programmation de l'ANR sur l'énergie et l'environnement est en phase avec les priorités thématiques exprimées récemment dans le cadre de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation. Elle s'appuie notamment sur les priorités de recherche exprimées par le Grenelle de l'Environnement.

Les enjeux scientifiques et technologiques de la programmation thématique du département Energie Durable et Environnement peuvent se décliner comme suit :
- la nécessité de réaliser des sauts technologiques, mais également organisationnels, en matière d'efficacité énergétique et environnementale pour atteindre notamment les objectifs de réduction des émissions de GES (bâtiment, transports et industrie).
- la montée en puissance des énergies renouvelables dans le mix-énergétique et plus particulièrement le photovoltaïque et les bioénergies,
- l'émergence de modes décentralisés de distribution et le stockage de l'énergie,
- la gestion de la ville sur un mode plus durable,
- le besoin de mieux gérer les ressources naturelles et découpler croissance économique et production de déchets en instaurant des systèmes de production industrielle durable,
- la nécessité de mieux contrôler la qualité de l'environnement et de réduire le niveau de pollution,
- la nécessité de mieux modéliser le changement global et d'identifier les voies d'adaptation et de mitigation à l'échelle régionale.

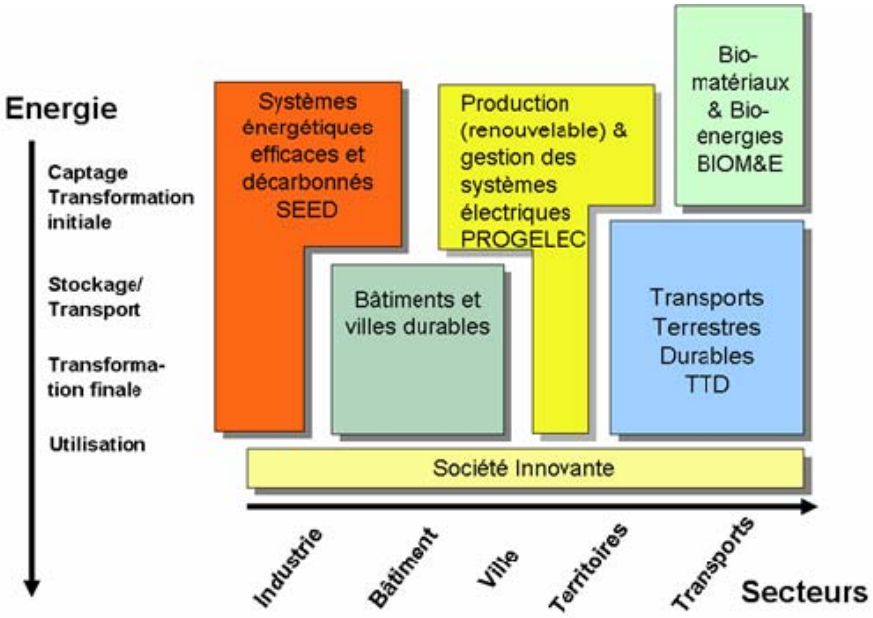
Le Grenelle de l'environnement a permis la mise en place de différents instruments de financement, notamment le Fonds Démonstrateur géré par l'ADEME, ou encore le plan ECOTECH 2012 du MEIE et du MEDDM. A partir de 2011, les initiatives du Grand Emprunt et notamment les Instituts d'Excellence pour les Energies Décarbonnées, ou encore les plates-formes technologiques vont durablement modifier le paysage de la recherche français sur la thématique des écotechnologies.

C'est pourquoi, la programmation de l'ANR a été revue à la fois en terme de positionnement stratégique dans le dispositif national de recherche et d'innovation et en terme d'orientations thématiques au vu du bilan des programmes antérieurs. **La programmation sur l'énergie a été entièrement revisitée** pour la période 2011-2013. Pour les thématiques environnementales, la proposition de programmation 2011 est en continuité des exercices 2009 et 2010. Un cycle de nouveaux programmes thématiques sera initié pour 2012..

La nouvelle programmation sur l'énergie croise des logiques de dynamiques scientifiques (notamment dans le domaine des applications de la science des matériaux pour l'énergie ou dans celui des STIC) et des approches privilégiant le couple vecteur énergétique/usages. Ce nouveau cadre de programmation doit favoriser l'attractivité et la lisibilité scientifique des appels à projets vis-à-vis des disciplines plus fondamentales (nano-matériaux et nano-procédés, mathématique, chimie…) tout en permettant d'explorer les frontières et de favoriser la recherche de synergies entre domaines (par exemple, dans le domaine électrochimique, entre les accumulateurs et les piles à combustible, dans le domaine électrique, entre l'électronique de puissance et les réseaux intelligents…).

Cette programmation se décompose en :

- trois grands **programmes « verticaux »**, principalement centrés sur les trois grands vecteurs énergétiques que sont les carburants carbonés (**BioME- Bioénergies & Biomatériaux**), la chaleur (**SEED - Systèmes énergétiques efficaces et décarbonés**) et l'électricité (**PROGELEC - Production (renouvelable) et gestion de l'électricité**),
- deux **programmes « horizontaux »**, « **Transports Terrestres Durables** » et « **Bâtiments et Villes Durables** », dont les champs dépassent la seule problématique de l'énergie. Ces deux programmes ont pour ambition de favoriser les approches systémiques et les projets intégrés pluridisciplinaires, notamment entre sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales. Ils incluent également le développement des briques technologiques associées.



Enfin les problématiques socio-économiques de l'énergie et de l'environnement seront intégrées dans un **programme transversal** « **Société Innovante** » s'intéressant aux questions de mobilité, de consommation et d'intégration des nouvelles technologies. Ce programme vise notamment à intéresser les chercheurs en sociologie, en économie, en anthropologie, en histoire… au problème de la transition vers une société qui concilie les trois dimensions du développement durable. Il s'agit, d'une part, d'examiner la question de la transformation des modes de vie (usages, comportements, aspirations, valeurs, acceptabilité sociale des innovations ou des contraintes, effets générationnels ou démographiques...). Il s'agit d'autre part de rechercher des modèles économiques viables (financement des filières vertes, économie de fonctionnalité…).

Le programme « **BioME – Bioénergies et Biomatériaux**» s'inscrit dans la continuité du programme « Bioénergies 2008-2010 », la principale différence résidant autour du concept de bioraffinerie et de synthèse de molécules « plates-formes ». En effet, l'émergence d'une production économiquement viable de biocarburants de seconde génération ne semble pouvoir se faire que si les coproduits à plus forte valeur ajoutée sont bien valorisés dans les procédés de transformation de la biomasse.

Le programme « **SEED – Systèmes Energétiques Efficaces et Décarbonés** » vise à développer des technologies et des procédés permettant de réduire le rapport « émissions de CO_2/kWh », dans tous les compartiments de la société où ce type d'action est significatif (industrie, équipements pour le bâtiment et les services). La conversion, la récupération et la valorisation de la chaleur, ainsi que son stockage et son transport sur de longues distances figurent aussi parmi les enjeux du programme. Il s'agit également de développer des procédés innovants de capture du CO_2, d'explorer des voies de valorisation du CO_2. La pérennité du stockage géologique doit toutefois continuer à être étudiée.

Le programme « **PROGELEC – Production (renouvelable) et Gestion de l'Electricité** » est centré sur la problématique du développement des énergies renouvelables, notamment photovoltaïque, de leur intégration dans les réseaux, du stockage et des usages finaux de l'électricité. Cette gestion peut aussi passer par la production d'hydrogène (par électrolyse de l'eau) puis son usage dans des piles à combustibles.

Le programme « **Transports Terrestres Durables** » privilégie trois approches : le groupe motopropulseur hybride ou électrique, la conception d'un véhicule plus sûr, plus facile d'utilisation et moins polluant ; enfin, une approche sur les systèmes de transport centrées sur les questions d'intermodalité ou multimodalité et d'interfaces de communication entre véhicules et infrastructures (notamment pour la régulation des trafics).

Le programme « **Bâtiments et Villes Durables** » vise à favoriser l'éco-conception et la gestion durable des bâtiments, des quartiers et des villes. Sa spécificité est d'intégrer les différentes échelles urbaines, depuis le bâtiment jusqu'à la région urbaine, en passant par l'îlot et le quartier et de permettre d'explorer les liens et les synergies possibles entre ces échelles spatiales pour une meilleure optimisation globale. Il s'agit, d'une part, de développer des outils de simulation et de méthodes de conception des bâtiments et des infrastructures urbaines, et, d'autre part, de concevoir les techniques et les technologies

nécessaires à la réalisation, la rénovation, la maintenance et la gestion de ces bâtiments et quartiers durables.

Dans le domaine de l'environnement, il est proposé de reconduire les appels à projets du programme ECOTECH et du programme transversal Changement Environnementaux Planétaires & Sociétés (CEP&S).

Le contenu du programme « **Production Durable et Technologies de l'Environnement** » **(ECOTECH)** reste focalisé sur les systèmes de production industrielle durable et les technologies de l'environnement. L'appel à projets 2011 visera notamment à amplifier les transferts de technologies issues de technologies diffusantes comme les STIC, les nanotechnologies et les biotechnologies, les technologies de recyclage et les systèmes de métrologie de l'environnement. Le nouvel **ERA-Net ECO-INNOVERA** sera initié fin 2010. Il porte sur la thématique des éco-innovations. Un appel à projets est susceptible d'être publié vers la fin 2011.

Le programme **« Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés » (CEP&S)** est transversal aux grandes thématiques de l'ANR et couvre les domaines de l'environnement, des écosystèmes, de la santé et des sciences humaines et sociales. Ce programme a pour vocation de soutenir à la fois des projets de recherche académiques et des projets plus finalisés, destinés à terme à éclairer les politiques publiques ou l'élaboration des outils et services mis en œuvre par les acteurs privés et publics. Un des enjeux de CEP&S est de mobiliser de nouvelles disciplines sur ces défis, et de faire émerger des approches impliquant deux ou plusieurs disciplines des Sciences Humaines et Sociales, des Sciences de la Vie et de la Planète autour d'objets communs.

Programme :
Bio –Matières & Energies (Bio-ME)

Résumé :
La biomasse constitue un des potentiels les plus importants parmi les énergies renouvelables. L'utilisation de la **biomasse à des fins énergétiques**, passe cependant par la viabilité économique des filières retenues qui devra être assurée par valorisation conjointe, matières et énergies, en particulier par le développement d'applications en chimie du végétal, dans le concept des **bioraffineries**.
La transformation de la biomasse, par voie thermochimique ou par voie biologique, permet d'envisager, non seulement la mise à disposition de biogaz et gaz combustibles de synthèse, utilisables, en substitution du gaz naturel, dans des installations de cogénération, mais aussi le développement de biocarburants (de 2nde et 3ème génération), utilisables en mélange avec les essences ou du gazole, dans les moteurs à combustion interne, en particulier pour le secteur du transport. La production de bio-hydrogène et les possibilités de valorisations du CO_2 fossile capturé, par métabolisation par des micro-organismes, sont également envisagées.
Pour atteindre cet objectif ambitieux, il est nécessaire de :

- réduire les coûts, améliorer l'efficacité énergétique, la productivité et l'économie des filières actuelles, notamment en valorisant mieux leurs coproduits ;
- élargir la palette des biocombustibles (gazeux ou liquides) qui peuvent être employés directement en substitution aux énergies fossiles, diminuant ainsi les émissions de CO_2 à l'atmosphère.

Le Programme Bio-ME ambitionne également de soutenir des actions scientifiques et techniques en appui aux démonstrateurs mis en place pour le développement industriel des filières de 2nde génération, en renforçant, en particulier, les initiatives des PMIs –PMEs dans ce domaine.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert

Les filières de 2nde génération doivent être envisagées exclusivement au sein de consortia partenariaux. Par contre, les développements en 3ème génération peuvent être ouverts à des consortia publics.

- **Dimension internationale du programme** : ouvert à l'international

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

Le programme Bio-ME fait suite aux programmes PNRB (2005-2007) et au programme Bio-E (2008-2010). Il a également été conçu en lien avec le programme Chimie Durable-Industrie-Innovation (CD2I).
Le périmètre du programme Bio-E s'est élargi au champ des ressources en biomasses non conventionnelles c'est-à-dire aux déchets urbains et boues de station d'épuration, ainsi qu'à la ressource algale (macro-algues, micro-algues). Le développement de filières d'importation de biomasse pré-conditionnée, prenant en compte les aspects de durabilité, a fait partie des incitations thématiques du programme 2008. En 2009, la priorité a porté sur le développement de recherches finalisées, allant jusqu'à l'échelle pilote dans le domaine des filières de 2nde génération. Parallèlement, l'ouverture d'un nouvel axe thématique « Briques Technologiques », a permis à des PMIs-PMEs d'intégrer plus largement le Programme Bio-E, et de créer ainsi, des outils technologiques nouveaux dédiés au développement des filières de 2nde génération. L'ensemble de ces travaux a largement contribué à la conception et à la préparation des pilotes de démonstration soutenus dans le cadre du Fonds Démonstrateur géré par l'ADEME.

Enfin, des travaux à caractères plus fondamentaux ont été sollicités, de façon à pouvoir réaliser les ruptures nécessaires au développement des filières de 3ème génération. Le Programme Bio-E a, en particulier, permis de structurer une communauté scientifique d'excellence dans le domaine des utilisations des micro-algues.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les conversions thermochimique ou biologique de la biomasse permettent de produire des vecteurs énergétiques et des molécules plateformes pour l'industrie chimique en substitution de la pétrochimie. Les procédés développés génèrent des vecteurs :

- gazeux, utilisables en substitution du gaz naturel en cogénération, par exemple, ou pour leur remise sur réseau de distribution de gaz,
- liquides, capables de se substituer aux combustibles et carburants d'origine fossile et aux substances destinées à la pétrochimie.

Les filières pour la conversion industrielle de la biomasse ligno-cellulosique ne sont pas suffisamment maîtrisées, en particulier pour la fabrication de gaz naturel synthétique (SNG) ou de biocarburants de 2nde génération, à la fois sur le plan technologique, mais également économique.
Le principal objectif du futur Programme Bio-ME est le développement de filières de valorisation de la biomasse technologiquement et économiquement performantes et durables. La viabilité économique des filières biomasse-énergie et biocarburants repose en grande partie sur la possibilité d'associer le développement de ces filières à des co-valorisations matières des co et sous-produits de la biomasse. Cela passe notamment par l'accélération des recherches autour du concept de « bioraffinerie ». Pour cela, les questions de valorisation conjointe matière-énergie des filières seront mises en priorité, avec

notamment le développement des filières intégrées en chimie du végétal, en particulier pour l'élaboration de « molécules plateformes ».

Les travaux concernant la deuxième transformation de ces molécules plateformes en molécules à forte valeur ajoutée sont intégrés dans le programme ANR CD2I (Chimie Durable-Industrie-Innovation). Enfin, les possibilités de co-valorisation matière, offertes par la mise en œuvre de biomatériaux (fibres, composites naturels, …) et bio-polymères, seront prises en charge dans le cadre du programme ANR Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants.

L'exploration de voies de valorisation du CO_2 intégré aux procédés biotechnologiques est également un nouvel objectif du programme Bio-ME, afin d'offrir, à terme, une alternative industrielle à la filière au stockage géologique.

Le programme Bio-ME cherchera donc à développer des approches intégrées, en particulier, par la mise en place d'actions de recherche visant à l'élaboration de molécules dépolymérisées, à valeur intermédiaire (molécules plateformes), leur transformation ultérieure en molécules à forte valeur ajoutée (chimie de spécialités), étant du ressort du programme ANR CD2I. Des travaux de génomique, visant à l'adaptation du végétal aux filières et produits (sur-lignification, sous-lignification) pourront être soutenus dans le programme. Les projets impliquant plus spécifiquement la génomique végétale en vue de l'amélioration des propriétés intrinsèques des plantes, relèvent plus spécifiquement des appels à projets proposés par le département EDD et du programme non-thématique.

Les travaux concernant la valorisation des coproduits sous forme de biomatériaux (agro-matériaux, fibres, bio-polymères, composites naturels, …), seront pris en charge par le programme ANR Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants.

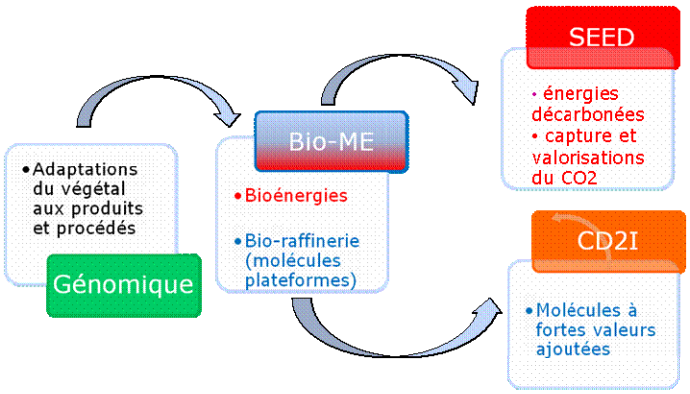


Figure 1 : Positionnement du programme Bio-ME par rapport aux autres programmes de l'ANR

Résultats attendus

Le programme Bio-ME vise à promouvoir des projets principalement partenariaux organismes de recherche/entreprises et amplifier la visibilité de la communauté scientifique française sur ce domaine. Il doit aboutir à des voies de ruptures technologiques en matière de valorisation de la biomasse. Les résultats attendus du programme « Bio-Matières & Energies » sont :

- l'amélioration de la disponibilité et la réduction des coûts de mise à disposition de la biomasse,
- l'amélioration des formes de biomasse mobilisables à des fins de valorisation énergétique et chimique,
- le développement de technologies performantes et durables de conversion industrielles de la biomasse ligno-cellulosique,
- l'amélioration des performances technico-économiques des filières, par co-valorisation intégrée matière-énergie,
- l'exploration de nouvelles voies en rupture technologique notamment pour la production de biolipides et autres substances par l'action de microorganismes.

Impact espéré

Les impacts espérés du programme « Bio-Matières & Energies » sont :

- l'élargissement de la palette des matières premières mobilisées et diminution les coûts de mise à disposition,
- le développement de filières intégrant les co-valorisations matière-énergie des biomasses (Bioraffineries), dans le but d'en améliorer les performances technico-économiques,
- la contribution à la mise en place de savoir-faire et de technologies de 2nde génération, pour la production, à partir de la biomasse lignocellulosique, de gaz combustibles, utilisables pour la génération de chaleur ou d'électricité, et pour l'élaboration de biocarburants de 2nde génération (bio-alcools et bio-gazoles),
- l'émergence de filières énergétiques et/ou chimiques en rupture, par le développement de procédés de transformation biologique des biomasses à partir de microorganismes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux socio-économiques

L'Union Européenne ambitionne d'augmenter, d'ici 2020, la part des énergies renouvelables de 6 à 20 %, ce qui nécessitera un important accroissement de la contribution de la biomasse, nécessitant, en France la mobilisation supplémentaire de près de 10 MTep de biomasse. Le scénario proposé pour l'Europe par le BiofRAC (Biofuels Research Advisory Council) à l'horizon 2030, vise une proportion de 25 % de substitution par des biocarburants dans les transports. Les enjeux nationaux de développement de filières bioénergétiques sont considérables car ils permettront une réduction massive des émissions de gaz à effet de serre

dans l'industrie et les transports, la limitation de notre dépendance énergétique et la création de nouvelles activités économiques.

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

La France dispose à cet égard de plusieurs atouts, d'une part d'importantes ressources sylvicoles et agricoles, couplé à un important tissu économique agricole et sylvicole. Un effort de mobilisation et de diversification de la ressource en biomasse est toutefois nécessaire pour une exploitation durable de la filière. Cela nécessite un accroissement de la mobilisation de la biomasse, son adaptation, sa diversification et l'accomplissement de progrès technologiques, en particulier concernant la logistique, le machinisme et le pré-conditionnement. Ces progrès sont nécessaires pour permettre la réduction des coûts de mise à disposition de la biomasse. Ces actions devront être conduites dans un contexte de tensions probables sur les agro-ressources, tout en assurant un impact environnemental le plus faible possible.

La viabilité économique de la filière repose sur le concept de « bioraffineries » permettant l'élaboration conjointe de molécules plateformes, en co-valorisation matière & énergie avec notamment pour objectif de substituer à terme bon nombre de produits intermédiaires d'origine pétrochimique.

- **Enjeux industriels**

Le développement de filières de valorisation énergétique et chimique de la biomasse permettra, à moyen terme, la substitution de segments industriels actuellement liés au carbone fossile. C'est un enjeu majeur de production pour les filières vertes sur le plan économique. Il permettra la création de nouveaux débouchés pour l'agriculture et la sylviculture avec une part croissante de valorisation énergétique et l'émergence d'une agro-chimie.

Le développement d'une filière française de valorisation intégrée de la biomasse suppose le développement de nouveaux savoir-faire agronomiques et industriels, source de propriétés industrielles, valorisables à l'exportation. Le développement de cette filière s'inscrit dans le cadre de la politique gouvernementale en appui aux filières vertes. Elle nécessite un important renforcement normatif, en particulier, en ce qui concerne les émissions de GES et le développement de nouveaux modèles économiques.

Le développement d'une filière agro-industrielle permet l'introduction de nouvelles composantes d'aménagement du territoire, notamment dans les zones rurales, associée notamment au développement des bio-raffineries. Ceci concerne également les pays émergents et les pays du sud dans le domaine de la transformation de la biomasse permettant d'assurer la fourniture d'énergie nécessaire au développement de ces pays, tout

en facilitant leur contribution à une amélioration du bilan global en CO_2 et en favorisant les échanges nord-sud.

Enjeux sociaux et pour la société

- Création d'une filière sylvicole et agricole, dédiée aux biocombustibles et la chimie verte. Les perspectives d'emploi dans le secteur agricole, sylvicole… Création d'emplois techniques et scientifiques dans les biotechnologies, la thermochimie, la chimie.
- Gestion optimisée des sous-produits et déchets pour la production conjointe d'énergies renouvelables et de matières premières secondaires pour le développement de la filière chimie verte, en France.
- Adaptation des filières de production et de distribution des carburants.

Enjeux écologiques et environnementaux

La combustion de biomasse est considérée comme une source d'énergie non émettrice de CO_2. En pratique, les biocarburants, biocombustibles et biomatériaux produits à échelle industrielle nécessitent une consommation d'énergie pour leur production, récolte, transport et conversion : en fonction des itinéraires culturaux des filières de production de bio ressources et des procédés de conversion, la réduction d'émission de gaz à effet de serre, par rapport à un usage équivalent à partir d'énergie fossile, peut varier considérablement. Il est donc essentiel d'identifier et de favoriser le développement des filières présentant de hauts potentiels, en matière de rendement énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.
L'enjeu écologique des filières agro-industrielles pour les biomatériaux et les bioénergies de 2nde, voire de 3ème génération est toutefois susceptible de permettre un saut d'échelle en matière d'impact sur les écosystèmes et les émissions de GES par rapport aux filières existantes.
D'autre part, le concept de bioraffinerie permet également d'entrevoir une possibilité de consommation de CO_2 d'origine industrielle dans le process industriel de production de biocarburants de 3ème génération.

La mise en place de nouvelles filières industrielles intégrées, dédiée aux bioénergies ou agro-industrie, est cependant susceptible d'induire des impacts environnementaux nouveaux qu'il convient d'identifier et d'anticiper.

- **Ressources naturelles**

Le potentiel supplémentaire de biomasse végétale mobilisable pour la production de bioénergies (biocarburants, chaleur, électricité, hydrogène) et de bioproduits industriels ("chimie végétale") est estimé à plus de 30 millions de Tep, ce qui correspond à environ 10 % de la consommation d'énergie primaire de la France, essentiellement basée sur l'utilisation de ressources fossiles importées.
La fabrication de bioénergies de 2nde génération (en particulier de biocarburants, bio méthane carburant ou combustible, bio-alcools et bio-gazoles, issus de la biomasse lignocellulosique) et de 3ème génération (biohydrogène, biolipides (triglycérides, acides gras) produits par l'action de micro-organismes, algues, etc.) permettra de limiter l'utilisation des surfaces agricoles.

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

Le contenu du programme vise plus spécifiquement les co-valorisations matière-énergies de la biomasse, par des transformations primaires, dans le contexte des bioraffineries, et conduisant à l'élaboration de molécules plateformes, considérées comme les molécules de démarrage des voies de synthèse de la chimie verte. Les recherches sont essentiellement centrées sur les filières de 2nde génération, utilisant des matières ligno-cellulosiques, et les filières de 3ème génération.

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

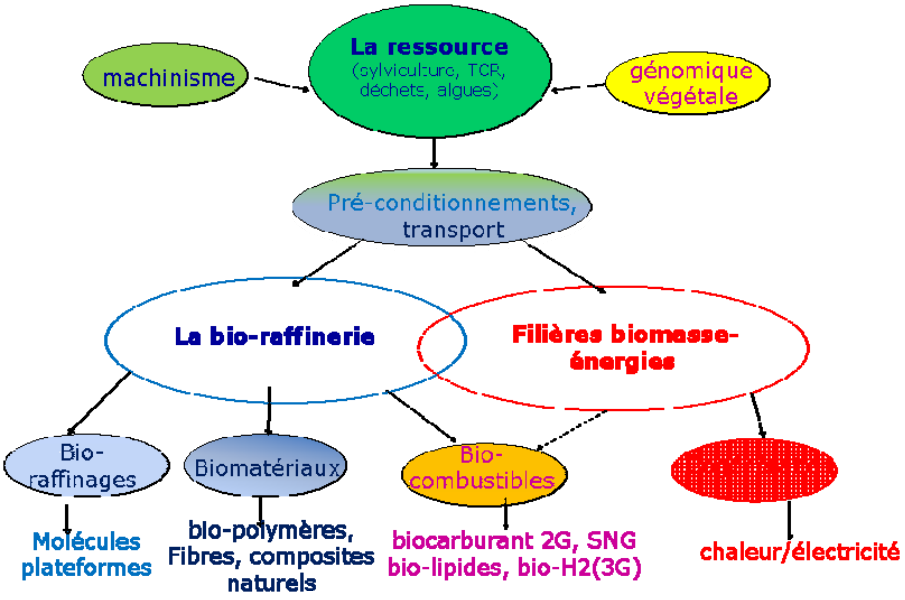


Figure 2 : thèmes de recherche privilégiés dans le programme Bio-ME

Axes et thèmes des recherches

Le programme « Bio-ME 2011» est organisé en quatre axes thématiques.

- **Axe thématique 1 : La ressource : mobilisation, pré-conditionnements, filières et soutenabilité**
  - développement et diversification de la ressource en biomasses non-alimentaires. Analyse multicritères du développement durable des filières et de leur économie, des jeux de substitution et de concurrence, des formes de contractualisation de l'approvisionnement,

- développement de modèles et indicateurs. Evaluation de la durabilité des filières bioénergies et biocombustibles, dans une approche intégrée (bio-raffinerie),
- optimisation de la productivité à l'hectare, sélection de nouvelles espèces dédiées à fort rendement. Potentiel d'accroissement et d'adaptation de la biomasse aux procédés et produits, par des approches agronomique, de génomique végétale ou de biotechnologie des plantes et des algues,
- logistique, machinisme et management des économies agricoles et forestières, vis-à-vis de la mise en place de filières de biomasse-énergie, structuration et compétitivité des filières dans une optique de valorisation croisée,
- pré-conditionnements de la biomasse végétale en relation avec les coûts de transport et de l'utilisation finale. Cas spécifique des biomasses d'importation,
- filières d'élaboration de combustibles solides de récupération (CSR) à partir de déchets en mélange : tri, extrusion, séparation. Procédés et équipements associés,
- développement de nouveaux procédés de déconstruction de la biomasse et d'extraction de fractions valorisables pour l'élaboration de molécules plateformes pour l'agrochimie,
- potentiel technico-économique et scénarios d'ACV de la filière de 3ème génération.

- **Axe thématique 2 : Développement de filières intégrées de transformation thermochimique de la biomasse**
  - procédés visant à la production de gaz combustibles (chaleur, électricité) et de gaz de synthèse :
    - dispositifs performants d'alimentation en continu ou discontinu répétitif d'enceintes réactives, pressurisées, en atmosphère réductrice (solides divisés, CSR, pâtes, …),
    - optimisation fonctionnelle des procédés de co-combustion (biomasse-charbon, biomasse-déchets, …),
    - développement de procédés de gazéification performants (pyro-gazéification intégrée, oxy-vapo-gazéification,…), ou émergeants, pour la fourniture de gaz combustibles, utilisables en cogénération ou en substitution de combustibles gazeux fossiles, dans des installations de chauffe industrielle (fours de séchage, cuisson, …),
    - procédés d'épuration poussée des gaz produits (suies, composés minéraux, goudrons, composés alcalins, …), fonction de leur utilisation en moteurs, turbine ou synthèse catalytique. Développement de nouveaux procédés de traitement aval des syngaz produits (craquage thermique des goudrons, dépoussiérage HT, capture thermo- phorétique des aérosols, …). Méthodes d'analyse en continu,
    - procédés de conversion catalytique en gaz naturel synthétique (Bio-SNG, …) et conditions de remise sur réseau,
    - utilisations optimisées des gaz de synthèse épurés en moteurs thermiques et turbines. Cycles directs. Développements visant à l'utilisation du syngaz non épuré en cycles moteurs indirects.

- procédés intégrés d'élaboration de combustibles liquides (2nde génération) :
    - huiles de pyrolyse flash de la biomasse, valorisation des co-produits en pyrolyse lente (charbons actifs, jus pyroligneux,…),
    - procédés de liquéfaction directe de la biomasse (désoxy-liquéfaction, …),
    - élaboration optimisée de combustibles liquides BTL (bioéthanol de 2nde génération, essence de synthèse par conversion catalytique Fisher-Tropsch, bio-DME, …),
    - valorisations matières de la lignine et des carbo-hydrates. Procédés d'extraction, de séparation et de fractionnement. Procédés de co-valorisations matière des co et sous-produits dépolymérisés, en vue de l'élaboration de molécules plateformes (carbo-hydrates, aromatiques, furfural,…).

- procédés thermochimiques pour la production d'hydrogène :
    - optimisation des procédés de conversion déplacée à la vapeur d'eau pour la production d'hydrogène à partir d'huiles de pyrolyse flash ou des gaz de synthèse issus d'une vapo-gazéification,
    - production d'hydrogène par gazéification de biomasse en eau supercritique,
    - épuration et utilisations optimisées de l'hydrogène produit,
    - co-valorisations matière des co et sous-produits.

- **Axe thématique 3 : Développement de filières intégrées de transformation biologique :**
    - développement de souches spécifiques, d'enzymes ou de consortium microbiologiques dédiés à la transformation biologique performante des biomasses,
    - optimisation fonctionnelle et économique de l'hydrolyse enzymatique de la cellulose et de l'hémicellulose,
    - développement de technologies de conversion des sucres fermentescibles en C5 et C6 en acides gras et/ou alcools lourds,
    - optimisation paramétrique et fonctionnelle de la production de biogaz- méthane à partir de biomasses primaires (coproduits agricoles, marins ou forestiers,…) et secondaires (déchets agro-industriels, boues,…). Epuration du biogaz (injection sur réseau, production de bio GNV, …). Caractérisation, transformation et valorisation des sous-produits, en particulier pour les résidus de digestion anaérobie,
    - transformations biologiques des syngaz,
    - développements de procédés visant à la production biologique d'hydrogène par micro-algues et cyanobactéries (procédés directs et indirects de bio-photolyse, conversion biologique déplacée, photo-fermentation, fermentation thermophile, couplage séquentiel avec photo-fermentation). Elaboration de substrats à faible coût (effluents agricoles et agro-industriels, eaux usées, …). Développement de biotechnologies réactionnelles,

- développement de procédés visant à la production de bio-lipides par voie microbiologique :
    - production optimisée de triglycérides à partir de micro-algues, levures,
    - procédés de séparation/purification/transformation en combustibles liquides de type bio-huile,
    - co-valorisations matière, par extraction de molécules d'intérêt,
- biologique enzymatique ou microbienne de la matière organique (Bio-FC, …),
- recherches visant à la métabolisation optimisée de CO_2 d'origine fossile, en photo-bioréacteurs, ouverts ou fermés,
- recherches exploratoires visant à la production directe d'électricité par dégradation.

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

Cet axe est dédié à la mise en place de technologies connexes, ayant déjà fait l'objet de travaux de recherche suffisants, pour pouvoir envisager leur intégration à échelle pilote, en tant que brique technologique, dans une filière technologique complète. C'est le cas, en particulier, d'un grand nombre de technologies connexes, nécessaires pour le développement de la filière thermochimique de production de BTL de 2nde génération.
Les travaux devront s'appuyer sur des consortiums impliquant des entreprises et notamment des PMIs-PMEs. Ils pourront, le cas échéant, utiliser les problématiques et les infrastructures des futures unités pilotes financées par le « **Fonds Démonstrateur** » géré par l'ADEME, comme par exemple :

- le développement de métrologies spécifiques, visant au contrôle commande des opérations de transformation, et permettant l'intégration de données « expert »,
- le développement de technologies auxiliaires clefs (manutention, préparation, conditionnement, extraction, dépoussiérage, érosion-corrosion-dépôts, catalyseurs, épuration haute température, séparation de gaz, substrats spécifiques….).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

  Ce programme visera au soutien scientifique et technique, indispensable pour la mise en place d'unités de démonstration industrielle et d'acquisition d'un savoir faire français sur cette filière technologique. Un effort particulier doit être consenti afin de combler le retard technologique de la France dans cette filière.

  Le renforcement des travaux dans les filières de 3ème génération devrait permettre de développer un avantage compétitif national dans ces filières émergentes où les enjeux de propriété intellectuelle et d'acquisition de savoir faire restent encore très ouverts. La possibilité d'utiliser cette filière pour la métabolisation du CO_2, provenant de procédés de capture, constitue également un enjeu important, pour la mise en place d'une alternative au stockage profond du CO_2.

- **Type de recherche**

Recherche finalisée
Recherche industrielle

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**
  Financement ANR seul / co-financement (collaboratif).

- **Type de partenariat de recherche**
  Le programme est ouvert, mais orienté principalement vers la recherche partenariale organisme de recherche/entreprise.

Positionnement international

- Le programme couvre essentiellement des activités nationales, mais est ouvert à des collaborations internationales.

Programme :
PROGELEC - Production (renouvelable) et gestion de l'électricité

Résumé :
Ce programme a pour vocation de promouvoir des recherches en rupture sur la production, le stockage et la gestion de l'électricité. Il couvre les problématiques de la production renouvelable de l'électricité, de la pile à combustible et de l'électrolyse de l'eau, du stockage d'électricité dans les accumulateurs et les supercondensateurs, du stockage tampon à grande échelle, de la gestion des composants et de l'hybridation des systèmes, de la gestion locale de l'électricité et des réseaux électriques intelligents.
Le programme adopte une approche système et se structure autour de 7 axes thématiques :
Axe 1 - Production photovoltaïque d'électricité
Axe 2 - Conversion et stockage par le vecteur hydrogène
Axe 3 - Production d'électricité par effet Seebeck
Axe 4 - Stockage de l'électricité dans les accumulateurs et les supercondensateurs
Axe 5 - Stockage à grande échelle de l'électricité
Axe 6 - Gestion des composants et hybridation des systèmes de production/conversion et de stockage
Axe 7 - Gestion locale de l'énergie, smart-grids et intégration des moyens de production/conversion et de stockage

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national, ouvert à des consortiums internationaux
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme s'inscrit dans la lignée de travaux initiés par trois programmes antérieurs de l'ANR touchant au domaine de l'énergie électrique, Stock-E, PAN-H / H-PAC, HABISOL. Il a pour **ambition de maintenir l'effort de recherche pour la production photovoltaïque de l'électricité, le stockage électrochimique, la production électrolytique de l'hydrogène et sa conversion électrochimique dans les piles à combustible. Il accentue l'effort de recherche sur le stockage de l'électricité à grande échelle, la gestion et l'hybridation des composants, avec objectif principal d'optimiser la gestion de l'électricité et de mieux piloter son usage**.

Le programme PROGELEC aborde aussi la problématique générique de l'efficacité énergétique pour les systèmes électriques. PROGELEC ambitionne notamment de produire les composants et systèmes (accumulateurs, supercondensateurs, piles à combustible) qui seront intégrés dans les futurs véhicules électriques, la problématique de l'intégration étant traitée dans le programme Transports Terrestres Durables - TTD.

PROGELEC se situe également en aval des programmes Mat & Pro et PNANO, plus génériques, dont l'objectif est d'améliorer les performances ou de synthétiser des matériaux spécifiques entrant dans la composition des systèmes de production, de conversion et de stockage de l'électricité.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme PROGELEC a pour objectif de favoriser le développement massif des énergies renouvelables et l'intégration de systèmes innovants permettant une **gestion optimisée de l'électricité**, notamment dans les secteurs des transports et du bâtiment, tout en renforçant le partenariat entre les communautés scientifiques et industrielles, et en améliorant la compétitivité des technologies françaises.

En effet, la gestion de l'électricité est un défi majeur du 21ème siècle, dans un contexte où **le mix énergétique va fortement évoluer**, où la production d'énergie décentralisée va se développer et où les énergies renouvelables, par essence intermittentes, devraient représenter au moins 20 % du mix électrique à l'horizon 2020. La gestion de l'électricité devient une composante fondamentale pour :

- diminuer significativement la consommation de carburants fossiles et les émissions de CO_2 dans les transports par une électrification croissante du parc automobile ;
- améliorer l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels, le tertiaire et l'habitat ;
- assurer une meilleure qualité de l'énergie électrique distribuée et contribuer à la sécurité des réseaux ;
- intégrer les énergies renouvelables dans le mix-énergétique.

Résultats attendus

Des résultats sont attendus principalement sur des solutions innovantes de production renouvelable, de stockage et de gestion de l'électricité, mais aussi sur l'amélioration des performances de systèmes existants. Il est attendu que des solutions novatrices, économiquement compétitives, soient proposées pour :

- développer des systèmes optimisés de production d'électricité à partir des énergies renouvelables, notamment solaire photovoltaïque ;
- gérer les intermittences de la production par le développement de dispositifs de stockage tampon ;
- développer des systèmes embarqués performants de stockage et/ou de production ;

- piloter les usages domestiques et mobiles de l'électricité.

Impacts espérés

Le **Grenelle de l'environnement** recommande un effort de recherche substantiel pour le développement et l'intégration d'énergies renouvelables, avec une fiabilité et une durée de vie suffisantes, et à un coût compétitif. Le développement de moyens de stockage tampon et de l'électronique de puissance doit permettre de gérer les intermittences de la production et de la consommation, et ainsi d'atteindre l'objectif de 20 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2020, tout en réduisant de 20 % la consommation de combustibles fossiles et les émissions de GES.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les analyses de marché au niveau européen et international dans les CleanTech montrent que les technologies portant sur l'efficacité énergétique vont représenter plus de 50 % du marché à l'horizon 2020 (estimation à 1100 Mds $) avec une croissance annuelle de +6 %[1]. Parmi ces filières, les technologies photovoltaïques, le stockage électrochimique Li-ion et les smart grids sont identifiés comme les marchés principaux et sont très fortement soutenues par le Japon, l'Allemagne et les USA.

Une introduction massive des énergies renouvelables et une gestion efficace de l'électricité devraient également avoir un impact sur le consommateur par l'intermédiaire du coût de l'énergie. L'utilisation d'une énergie stockée par exemple peut se révéler être un moyen de réduction de coûts dans le cadre d'un stockage nocturne, de l'utilisation d'énergies renouvelables ou d'énergie mécanique (récupération d'énergie au freinage). De plus, ce consommateur pourra également devenir producteur et choisir de revendre, de stocker ou d'utiliser immédiatement l'énergie qu'il produit, en fonction de critères économiques et écologiques.

La France, qui dispose d'un bon gisement solaire (de 1000 kWh/m^2/an à Lille à 1900 kWh/m^2/an sur la Côte d'Azur ou en Corse), a choisi une politique de développement du photovoltaïque originale par rapport aux pays les plus avancés (Allemagne et Japon) : considérer que le photovoltaïque est avant tout un matériau de construction qui produit de l'électricité. Si les entreprises leaders mondiaux dans la production de cellules et de modules sont japonaises, chinoises, allemandes et américaines, les jeux sont encore loin d'être totalement faits, notamment sur les technologies en rupture où les équipes académiques françaises sont du meilleur niveau mondial et sur quelques éléments clé de la chaîne de valeur du photovoltaïque. Sur le plan technologique, les deux filières principales sont fortement soutenues par les pouvoirs publics :

- silicium très haut rendement (PV Alliance, association entre EDF-EN, le CEA et PhotoWatt),
- couches minces (projets NEXCIS et SOLSIA).

[1] Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

Dans le domaine du stockage électrochimique, la France dispose d'un grand nombre de brevets ainsi que d'une communauté de chercheurs du plus haut niveau. Les acteurs industriels ont une visibilité internationale qui vient d'être renforcée. La joint venture Johnson Controls-Saft a installé en 2008 à Nersac (France) la première usine dans le monde dédiée à la production de batteries lithium-ion pour véhicules hybrides et électriques. BatScap, du Groupe Bolloré, a inauguré en 2008 sa première unité de production industrielle de supercondensateurs en France. Bolloré et Pininfarina ont signé une joint venture pour produire la Blue Car équipée d'une batterie lithium-polymère et de supercondensateur. Le groupe PSA Peugeot Citroën développe deux types d'hybridation, associant un moteur électrique au moteur thermique de la voiture. En novembre 2009, l'Alliance Renault-Nissan, le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) et le Fonds Stratégique d'Investissement (F.S.I.) ont signé une lettre d'intention en vue de créer une joint-venture qui développera et produira des batteries pour véhicules électriques. On notera également la mise en place en 2010 d'une plateforme technologique dédiée aux véhicules électriques : « Movéo Tech » à Satory, conduite par le pole de compétitivité MOVEO.

Enjeux environnementaux

Au-delà des enjeux de compétitivité économique des entreprises de l'énergie, l'enjeu essentiel se situe dans le domaine environnemental, et plus spécifiquement dans la perspective de réduction des émissions de CO_2 dans l'atmosphère. Si l'on considère que cela permettra également de réduire la dépendance des transports au pétrole par une électrification importante du parc automobile, il s'agit également d'un enjeu stratégique.

Une récente étude de Price Water House Coopers a estimé le gisement potentiel des sites photovoltaïques en France à 12 GW pour des parcs solaires sur des surfaces non agricoles et 40 à 80 GW sur le résidentiel à l'horizon 2050. De tels niveaux de puissance installée impacteront directement la production en base nécessitant de mettre en place des moyens de stockage appropriés, au moins journaliers, pour mieux faire coïncider les besoins et cette production.

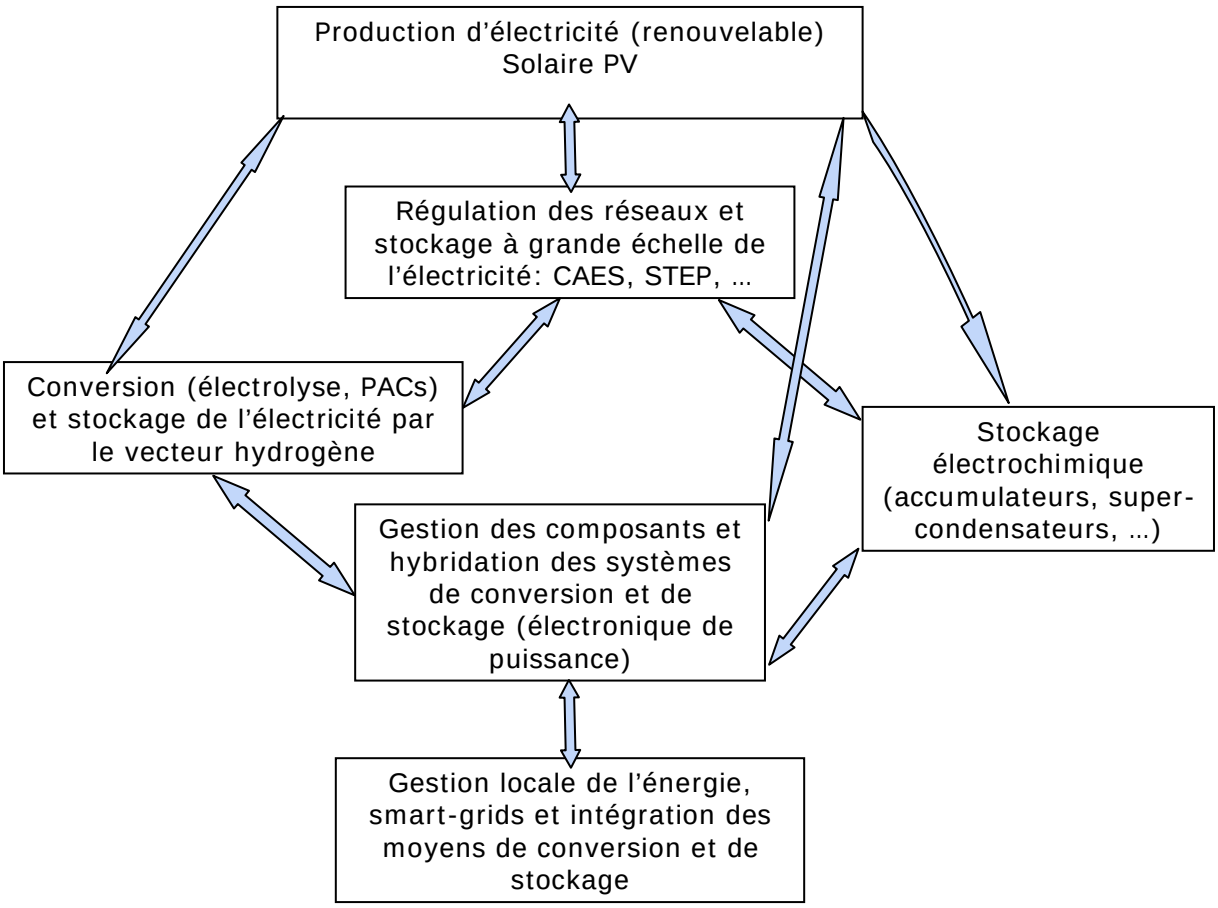
Cette perspective exige le développement et la mise au point de systèmes de stockage tampon à différentes échelles et de réseaux intelligents pour une gestion optimale de l'électricité.

La problématique est bien prise en compte au niveau régional par des pôles de compétitivité très actifs (TENNERDIS, DERBI, CAPENERGIES, MOVEO, S2E2, Advancity

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

Axes et thèmes des recherches

Le programme PROGELEC entend traiter des verrous scientifiques et technologiques liés à la production renouvelable et à la gestion de l'électricité. Le programme est structuré autour de la production photovoltaïque, le stockage tampon de l'électricité, la pile à combustible, la gestion et l'intégration des composants, la gestion locale de l'électricité et les « smarts grids ».



Axe 1 – Production photovoltaïque d'électricité

Dans un contexte de très forte compétition entre l'Europe et l'Asie, pour le développement du photovoltaïque, il est nécessaire de lever les verrous scientifiques et technico-économiques sur les matériaux et les procédés. Le couple de critères « rendement » et « prix de revient par Watt » reste primordial pour les acteurs de cette filière, tout en respectant les exigences de fiabilité, de facilité de mise en œuvre et de maintenance, de durée de vie et de recyclabilité.

Sous-thème 1.1 : Filière du silicium cristallin massif

Les défis pour la technologie silicium sont principalement liés aux procédés de fabrication et à la filière d'approvisionnement en produits intermédiaires. Pour répondre à ces défis, des recherches sont nécessaires sur :

- les procédés d'utilisation du silicium de qualité métallurgique améliorée, de type p ou n ; cela nécessite de mettre au point des techniques industrielles de gestion des impuretés pour maintenir des rendements élevés ainsi qu'une stabilité des performances sous éclairement ;
- les procédés d'élaboration de cellules photovoltaïques en silicium cristallin permettant d'augmenter les rendements de conversion énergétique de façon significative (supérieure à 20 %), transférables au secteur industriel à un coût compétitif. Il s'agit là de faciliter notamment la transition vers les cellules minces (réduction de l'épaisseur de 180μm vers les 100μm).

Sous-thème 1.2 : Filière des couches minces

L'ambition de ce thème est d'aider au développement à moyen terme des filières photovoltaïques à base de couches minces qui pourront étendre la panoplie des solutions photovoltaïques. Les enjeux scientifiques dans ce domaine sont de développer des procédés à haut débit sur de grande surface, avec des rendements de 12-15 % sur module et assurer sa stabilité opérationnelle sur 20 à 30 ans avec une réduction du rendement inférieure à 10 %.

Sous-thème 1.3 : Concepts et procédés innovants

Ce thème concerne plus particulièrement les recherches amont qui conjuguent travaux fondamentaux, travaux de modélisation et validation expérimentale. Certaines voies sont à privilégier :

- la caractérisation et la compréhension des mécanismes d'élaboration des matériaux (cristallisation, croissance) et de leurs interfaces ;
- le développement de structures innovantes améliorant les caractéristiques opto-électroniques des dispositifs ;
- l'utilisation de nanostructures afin d'améliorer les performances des dispositifs (nano objets de type nanocristaux ou de nanofils de silicium, nanotubes de carbone ou graphènes dopés...) ;
- les recherches en optique pour améliorer les performances des cellules, sur les nouveaux procédés adaptés à la réalisation d'architectures complexes multicouches ;
- les procédés innovants, éventuellement génériques à plusieurs technologies, pour la réalisation d'une des étapes des cellules : dépôt de matériaux transparents conducteurs, texturation, métallisation, etc.

Pour progresser dans le développement de la filière des matériaux organiques (éventuellement combinés à des matériaux inorganiques) les efforts de recherche devront porter sur la stabilité des cellules photovoltaïques organiques, sur l'encapsulation, sur l'amélioration du rendement et sur le remplacement des électrodes en oxyde d'indium et d'étain. La fiabilité et l'efficacité de la connectique constituent un enjeu important (durée de vie, résistance à la corrosion…).

Axe 2 – Conversion et stockage par le vecteur hydrogène

A moyen terme, l'un des objectifs du programme PROGELEC est de contribuer à l'introduction de l'hydrogène et de la pile à combustible dans le bouquet énergétique. L'hydrogène obtenu par électrolyse peut jouer le rôle d'un élément de stockage des énergies renouvelables intermittentes et d'un vecteur d'énergie propre dans la pile à combustible (PAC). A plus long terme (horizon 2020 à 2030), la PAC, après avoir montré son efficacité dans les systèmes stationnaires, pourrait prendre sa place dans les groupes électrogènes embarqués à bord de véhicules pour recharger la batterie. Le programme se focalise sur les thèmes à forte marge de progression technologique comme la production d'hydrogène et la pile à combustible.

Sous-thème 2.1 : Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau
Ce thème vise à optimiser la conversion d'électricité en hydrogène par :

- électrolyse de l'eau à haute température à membrane céramique pour la production centralisée à bas coût. Ces recherches sont en synergie avec les travaux sur les matériaux des cœurs de piles à combustible céramiques SOFC) ;
- électrolyse à basse température et haute pression à membrane polymère pour la production décentralisée, permettant des options de couplage avec les énergies renouvelables dans les sites isolés ;
- photo-électrolyse de l'eau à basse température par éclairement solaire direct d'une solution aqueuse, au moyen de cellules photo-électrochimiques (PEC) en présence de catalyseurs aujourd'hui encore complexes et coûteux (catalyseurs nano-particulaires d'oxydes de métaux de transition et de terres rares, métaux nobles, etc.).

Sous-thème 2.2 : Stockage de l'hydrogène
Ce thème porte sur le stockage étanche de l'hydrogène dans les réservoirs de grande taille (cavités naturelles notamment) pour des applications stationnaires lié notamment à la gestion des réseaux électriques. Les projets portant sur le stockage d'hydrogène par absorption/adsorption et la fourniture d'hydrogène par hydrolyse ou décomposition d'hydrures nécessitent des ruptures conceptuelles qui relèvent essentiellement du programme non-thématique.

Sous-thème 2.3 : Piles à combustible
Pour les PEMFC, les actions doivent porter plus particulièrement sur le développement de prototypes de piles s'adressant à des marchés spécialisés plus précoces, en mettant l'accent sur la conception des « stacks », l'intégration des systèmes et leur optimisation ;

Les piles céramiques haute température à oxydes solides (SOFC) restent un objectif pour les applications stationnaires, les Groupes Auxiliaires de Puissance (GAP) et pour les centrales électriques à haut rendement. Des recherches au niveau des composants de cœur de piles sont essentielles pour améliorer les performances et augmenter la durabilité mais aussi au niveau du système qu'il convient d'optimiser en fonction de l'utilisation.

Axe 3 - Production d'électricité par effet Seebeck

La thermoélectricité représente de nos jours une des solutions alternatives pour produire de l'électricité en limitant l'impact environnemental. L'effet Seebeck offre la possibilité de convertir l'énergie thermique en énergie électrique que l'on pourra exploiter pour alimenter une charge extérieure. Les systèmes thermoélectriques présentent un intérêt lié à leur simplicité, leur fiabilité et à l'absence de pièces mobiles et de pollution par émission de gaz à effet de serre. Ces avantages contrebalancent les coûts de fabrication encore relativement élevés - dus à l'absence de production de masse - et la faible efficacité énergétique (typiquement inférieure à 5 %) de ces matériaux. La nanostructuration des matériaux a permis au cours des dernières années d'accroître fortement leur figure de mérite thermoélectrique (ZT) de 1 à plus de 1,5 et par conséquence leur efficacité.

Les domaines de recherche à développer concernent : i) la nanostructuration de matériaux (ou de nouveaux matériaux ou nanocomposites) "p" et "n" dans le but d'accroître fortement

leur figure de mérite thermoélectrique autour de la température ambiante ; ii) les techniques de mise en forme favorisant une forte densité de ces matériaux ; iii) la réduction de la résistivité électrique et de la conductivité thermique des dispositifs.

Axe 4 – Stockage de l'électricité dans les accumulateurs et les super-condensateurs

Comme cela a été formulé précédemment, le stockage est un élément clé dans la chaîne de production – gestion – utilisation de l'électricité. Les ambitions essentielles dans ce domaine sont de réduire le coût du kWh restitué par le stockage de 0,4 €/kWh à 0,1 €/kWh et multiplier par 4 la durée de vie des systèmes, en la faisant passer de 5 ans à 20 ans, notamment pour le cas du stationnaire.

Sous-thème 4.1 : Accumulateurs

Des projets d'optimisation d'accumulateurs « traditionnels » au plomb ou nickel-métal hydrure, pour lesquels un tissu industriel existe en France, sont vivement souhaitables. De nouvelles solutions améliorant la durée de vie ou la puissance (accumulateur Plomb/carbone) doivent être explorées. Dans le cas des technologies lithium-ion et lithium-métal polymère, des solutions innovantes doivent être proposées.

Les recherches sur les nouveaux couples (lithium-air ou oxygène, par exemple) doivent être amplifiées, notamment pour préciser leurs potentialités. Des recherches sur les couples à forte potentialité pour la gestion de l'électricité (Redox flow cells, NaS, …) sont également nécessaires.

Sous-thème 4.2 : Supercondensateurs

Cette technologie présente de fortes potentialités pour la stabilisation des réseaux et devrait faire rapidement son apparition dans les systèmes Stop & Start et dans la récupération d'énergie fatale. Une part importante de l'effort de recherche doit porter sur l'amélioration de la densité d'énergie de manière à élargir le champ d'application de ces systèmes. Les recherches sur les super-condensateurs symétriques ou asymétriques en milieu protique (électrolyte aqueux ou liquides ioniques) doivent être amplifiées, en raison du fort potentiel d'innovation qui existe autour de ces systèmes, mais également de leur intérêt économique, environnemental et sécuritaire.

Axe 5 - Stockage à grande échelle de l'électricité

Sous-thème 5.1 : Stockage magnétique supraconducteur

Le stockage magnétique supraconducteur (Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES) est particulièrement intéressant pour les applications nécessitant une forte puissance dans un délai très court.

Les domaines de recherche devraient porter :

- sur l'élaboration de conducteurs adaptés au SMES et opérant à très forts courants et haute température critique ;
- sur la compréhension des sources de dégradation de performance des supraconducteurs à haute température critique après transition, mais aussi sur les aspects thermiques et les amenées de courant.

Sous-thème 5.2 : Stockage de l'énergie mécanique

L'utilisation de volants d'inertie peut être très prometteuse dans les applications embarquées (tramways, trains, …). Ils peuvent également être utilisés pour la stabilisation dynamique production-consommation dans les systèmes insulaires, notamment afin de limiter les excursions de la fréquence induites par une arrivée massive d'EnR fluctuantes. En effet, la substitution de moyens de production conventionnels par des productions EnR via des systèmes à électronique de puissance a pour conséquences de diminuer l'inertie de ces systèmes électriques, les rendant plus sensibles aux perturbations de l'équilibre production-consommation.

Sous-thème 5.3 : Stockage pneumatique

L'énergie stockée sous forme d'air comprimé (Compressed Air Energy Storage - CAES) peut permettre une régulation à grande échelle journalière, voire hebdomadaire, de la production électrique, notamment avec les systèmes de production d'énergie éoliennes, voire marines. Les concepts existants utilisent des cavernes salines à proximité des lieux de production, et un ensemble moteur, générateur et turbine nécessitant le recours à des combustibles fossiles pour réchauffer l'air stocké. Il s'agirait d'améliorer le rendement énergétique d'ensemble par récupération de chaleur (CAES adiabatique) et d'étendre ce type de stockage aux aquifères ou autres. Des applications de CAES de plus faibles puissances, utilisant du stockage en surface, peuvent également être envisagées. Des recherches en rupture sur la mise au point de compresseurs opérant à haute température sont nécessaires, tout comme sur la mise au point de systèmes de stockage de chaleur efficaces et à coût limité.

Sous-thème 5.4 : Stockage Hydraulique

Les STEP (Stations de Transfert d'Energie par Pompage) sont actuellement de loin le plus répandu des systèmes de stockage d'énergie stationnaires. Bien que mature, le concept est toutefois revu pour de nouvelles applications, comme les STEP en mer ou des réservoirs décentralisés utilisant de plus petites différences de niveau artificielles. Il est donc opportun d'évaluer les nouveaux potentiels de cette technologie à un stade amont de recherche industrielle.

Axe 6 - Gestion des composants et hybridation des systèmes de production/conversion et de stockage

Différentes sources d'énergie répondant chacune à des besoins différents devront être intégrées dans des vecteurs ou plateformes. Cette association de sources conduit à y associer un « cœur » chargé des fonctions de gestion et de distribution de l'énergie, du contrôle des charges et décharges et des aspects de fiabilité et de sécurité.

Sous-thème 6.1 : Gestion du composant

La fiabilité et la gestion thermique sont deux paramètres très importants dans le fonctionnement des éléments de production, de conversion et de stockage de l'énergie. Des méthodologies de vieillissement accéléré doivent être élaborées et mises au point avec l'objectif de comprendre les mécanismes physiques et les modes de dégradation de ces éléments et de déterminer des indicateurs de défaillance, véritables signatures de l'état de santé des dispositifs.

Sous-thème 6.2 : Hybridation des systèmes

Dans les systèmes embarqués ou stationnaires, l'évolution porte vers l'hybridation de sources multiples, différentes en nature. Cette solution hybride est particulièrement intéressante dans les applications embarquées, l'industrie, l'habitat et le tertiaire, puisqu'elle

permet de jouer sur leur complémentarité en termes d'énergie et de puissance et d'en tirer certains avantages sur le plan des performances.

Axe 7 - Gestion locale de l'énergie, smart-grids et intégration des moyens de production/conversion et de stockage

Sous-thème 7.1 : Gestion locale de l'énergie

Les recherches devraient porter notamment sur les futures architectures de contrôle et de gestion de portefeuilles de ressources de production/conversion et de stockage, de manière à permettre une intégration optimale des différents types de ressources dans les réseaux intelligents en prenant en compte l'échange de données en temps réel :

- avec les opérateurs de marché pour la gestion de l'énergie sur différents horizons temporels (marchés J-1, marchés infra journaliers et marchés de l'équilibre) ;
- avec les opérateurs de réseaux pour la gestion de services système très rapides (pilotage de fréquence, pilotage de tension, compensation d'harmoniques) ;
- avec les opérateurs des ressources de production/conversion et de stockage.

Ces architectures couvriront les différents éléments stratégiques de production/conversion de l'énergie, des systèmes d'électronique de puissance aux systèmes de gestion de batteries, en intégrant les outils permettant un positionnement optimal des capacités des batteries vis-à-vis de l'environnement « Smart Grids » externe.

Sous-thème 7.2 : Evaluation technico-économique dans le cadre des futurs réseaux électriques intelligents

Dans les systèmes électriques, la nécessité de maintenir à chaque instant l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité est un enjeu fondamental.

Trois grandes directions de recherche se dessinent :

- avec l'insertion d'énergies intermittentes, le stockage de masse permettrait d'éviter le transfert d'une partie de la production de base vers de la production de semi-base. Mais le stockage peut également être utilisé pour fournir des services système, offrir des capacités de réserve, gérer des contraintes de charge des réseaux électriques,… De nouveaux outils systémiques doivent donc être développés pour évaluer les impacts/bénéfices économiques et environnementaux de ce stockage. Il faut aussi développer des outils de commande multi-objectifs et/ou de reconfiguration afin de permettre une planification dynamique rationnelle de l'énergie électrique à stocker, en tenant compte des conditions économiques futures, notamment une hausse des coûts des énergies fossiles. A court terme les réseaux isolés, îles notamment, préfigurent les schémas futurs d'autonomie ou de semi-autonomie énergétique ;
- dans un système électrique avec pluralité d'acteurs économiques, il faut tenter de définir les modèles d'activités et les systèmes de stockage rentables pour certains acteurs (producteur, gestionnaire de réseau,…) face à différents enjeux (différer des investissements, optimiser la gestion du système électrique, fournir des capacités de réserve, fournir des services système,…) ;
- sachant que les technologies de stockage sont différentes pour passer les pointes de une à deux heures par jour, et pour des temps plus longs (autour de 2000 h et plus

par an), il faut donc définir sur quelles technologies il est nécessaire de porter les efforts de développement afin d'arriver à des bilans économiques rentables dans des conditions régulatoires existantes ou à faire évoluer.

Sous-thème 7.3 : Intégration des énergies renouvelables dans les systèmes électriques

Des recherches sont également nécessaires pour améliorer l'insertion des nouveaux modes de production d'énergie dans les systèmes électriques. Les volumes de production générés devenant conséquents et toujours appelés à croître, les challenges sont en particulier de garantir un niveau d'insensibilité de ces systèmes de production à base d'énergies renouvelables aux perturbations du système électrique (court-circuits, variations brutales de tension ou de fréquence,…), afin d'éviter leur déconnexion. Il s'agit aussi de faire participer ces moyens de production à la sûreté du système électrique, en particulier par la fourniture de services système : participation au réglage de la tension et au réglage de la fréquence du réseau.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les laboratoires français dans le domaine de la gestion des systèmes et des matériaux pour le photovoltaïque, le stockage électrochimique, la thermoélectricité sont très bien reconnus au niveau international. Cependant, il apparaît de plus en plus nécessaire de transférer les connaissances technologiques vers le privé, et/ou de soutenir le développement de start-up issues de la recherche publique. Ceci est particulièrement vrai dans le domaine des redox flow cells, NaS et SOFC où il n'y a pas d'ensembliers.

Un des autres enjeux forts de ce programme est de favoriser le transfert des travaux de recherche fondamentale issus notamment des nanomatériaux et des STIC, vers les applications photovoltaïques, stockage électrochimique, smart-grids…

- **Type de recherche**

Recherche interdisciplinaire, fondamentale, théorique et appliquée qui nécessite des expérimentations.

Il faut en même temps développer une recherche fondamentale multidisciplinaire au niveau des composants (en cherchant à valider les résultats sur des composants à une échelle représentative des applications visées) et une recherche industrielle et/ou pré-concurrentielle au niveau des systèmes complets.

Le soutien à des opérations de démonstration n'est pas inclus dans le programme PROGELEC et relève des propositions en cours d'instruction suite au Grenelle de l'environnement avec le soutien attendu de l'ADEME.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Co-financement DGA (à confirmer pour 2011)

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariats de type recherche publique et public-privé

Positionnement international

- **Caractère international du programme**

Ce programme s'inscrit naturellement dans une logique de complémentarité par rapport aux autres programmes nationaux et européens (Smart grid), qui visent à promouvoir de nouvelles technologies de l'énergie.
Le programme est national, ouvert à des projets transnationaux.
Dans le cadre de l'IPHE (Accord international sur l'hydrogène visant à favoriser les collaborations entre les pays et dont la France fait partie intégrante), les projets labellisés ou labellisables IPHE (International partnership on Hydrogen Economy) seront encouragés.

Programme :
Systèmes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED)

Résumé :
L'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie, les équipements pour le bâtiment et les services passe par une remise en cause des concepts de base, par des développements scientifiques et technologiques nouveaux, par des analyses exhaustives des principales filières.
L'enjeu du programme SEED est de développer de nouveaux systèmes et équipements énergétiques à empreinte écologique réduite, passant non seulement par l'amélioration de leur efficacité énergétique, mais également, par la réduction des émissions de GES et de leurs impacts environnementaux (eau, déchets…). L'intégration technologique poussée de composants performants, quelques soient les systèmes considérés de production-conversion-transport-utilisation d'énergie avec réduction simultanée des GES émis (passant éventuellement par le captage, le stockage, voire la valorisation du CO_2), doit permettre à la fois la réduction des coûts, à productivité constante, et la réduction des impacts environnementaux de ces secteurs.
Toutes les activités consommatrices d'énergies et fortement émettrices de CO_2 sont concernées par le programme SEED, hors transport.
Il est structuré autour de quatre axes :
Axe 1 : Identification et quantification des gisements d'énergies potentiellement récupérables et outils associés
Axe 2 : Production d'énergie et dé-carbonisation
Axe 3 : Transfert/transport/stockage et valorisation de l'énergie calorifique
Axe 4 : Stockage et valorisation du CO_2

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Si le programme SEED est nouveau, il se base sur les dynamiques engagées dans le cadre du programme EESI (Efficacité énergétique et réduction des émissions de CO_2 pour les systèmes industriels) initié en 2009, du programme Captage et Stockage du CO_2 qui a fait l'objet d'appels à projets de 2005 à 2008, du programme Stock-E (Stockage innovant de l'énergie) pour les aspects thermiques, du programme H-PAC pour la production d'hydrogène à partir

d'énergies fossiles et du programme HABISOL pour les équipements énergétiques des bâtiments.
Ce programme est centré sur l'amélioration de l'efficacité énergétique et sur la réduction des émissions de CO_2 des systèmes énergétiques (industrie, utilités pour les bâtiments, les services, l'agro-alimentaire, etc).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme SEED vise à améliorer l'efficacité énergétique globale des systèmes de production d'énergie primaire (hors électricité et bio-énergies) et de son utilisation tout en réduisant les émissions de CO_2 vers l'atmosphère, afin de contribuer aux objectifs européens de réduction d'un facteur quatre des émissions à l'horizon 2050.
Il s'agit de **réduire les consommations en énergies primaires de type fossile, par accroissement de l'efficacité énergétique des processus de conversion initiale, de stockage, de transport et d'utilisation finale de l'énergie**, tout en veillant à minimiser l'empreinte écologique globale des solutions retenues (minimisation des polluants et GES émis, des consommations d'eau, …).

Un des objectifs du programme est aussi de contribuer à développer les technologies qui permettront de passer sous le seuil des 20 euros par tonne de CO_2 évité, couramment cité par l'AIE comme objectif de pénétration sur le marché pour les technologies de captage et stockage de CO_2. Le programme est également ouvert aux problématiques émergentes de valorisation à terme du CO_2 d'origine industrielle notamment.

Il s'agit de développer des concepts innovants et les savoir-faire à différentes échelles, pour l'ensemble des systèmes où cela représente un enjeu économique et environnemental (industrie, utilités dans les bâtiments, services, agro-alimentaire…). Les travaux de recherche pourront porter soit sur des composants innovants (technologies et matériaux à haute performance), soit sur des approches systèmes intégrées (couplages, cogénération, etc.).

Ce programme se situe dans une perspective de soutien à des recherches fondamentales et industrielles portant sur des solutions très innovantes ou en rupture par rapport aux technologies quasi-matures, que ce soit pour réduire fortement leur coût, pour faciliter leur généralisation ou pour lever des verrous technologiques existants. Il est complémentaire des instruments de l'ADEME et d'OSEO, destinés plutôt au développement expérimental et à l'aide à la mise sur le marché de technologies innovantes.

Résultats attendus

Les résultats attendus concernent :

- L'amélioration des performances énergétiques de la conversion de l'énergie primaire, avec réduction des coûts de conversion de l'énergie fossile primaire, pour les producteurs d'électricité, les industries de raffinage…,

- Le développement de nouveaux composants et procédés pour le stockage, le transport, la transformation finale et la gestion de l'énergie,
- La valorisation d'énergies à bas niveau de température, ainsi que le développement de technologies de récupération d'énergie thermique en présence de faibles écarts de température,
- L'optimisation des procédés industriels et de leur conduite, en vue de l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés de transformation de la matière et de l'énergie en produits finis (agro-alimentaire, chimie, sidérurgie, verrerie, génie chimique…), particulièrement dans les installations de type chaudière, four, sécheur,…
- Le développement de l'intégration énergétique, par couplages entre différents utilisateurs industriels et/ou du secteur habitat/tertiaire, dans une approche intégrée des cascades exergétiques (développement des réseaux de chaleur…),
- L'exploration de voies de valorisation du CO_2 comme complément, voire alternative, au stockage géologique.

Impact espéré

Ce programme devrait contribuer à :

- minimiser les consommations en énergie fossile dans l'industrie et les bâtiments par le développement de nouveaux matériaux et composants de conversion, de transfert, de transport et d'utilisation d'énergies thermiques, et de thermo-transformation, à grandes efficacités énergétiques,
- permettre de réduire l'empreinte écologique des systèmes énergétiques (polluants, ressources en eau, …) avec réduction des émissions de CO_2 vers l'atmosphère,
- réduire les coûts, les consommations d'énergie et les impacts environnementaux des procédés de captage du CO_2,
- développer des outils et des méthodologies permettant un stockage du CO_2 efficace et sûr en formations géologiques profondes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux écologiques et environnementaux

Le paquet énergie-climat, adopté par l'Union Européenne, fixe comme objectif une amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique et de la réduction des émissions de CO_2 à l'horizon 2020. Les scénarios de l'Agence Internationale de l'Energie[2] montrent que l'essentiel du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 repose pour 29 % sur les actions à mener en matière d'efficacité énergétique sur la demande en électricité, et à 36 % sur les gains obtenus sur la combustion de carbone fossile.
La consommation en énergie finale de la France est voisine de 160 MTep/an. Le secteur industriel en consomme actuellement près de 23 %, dont 70 % sont destinés à couvrir des besoins de chaleur (chaudières, fours, séchage, chauffage,…). Le secteur du bâtiment en consomme, lui, de l'ordre de 43 %, dont 75 % pour le chauffage. Les émissions à

[2] International Energy Agency - World Energy Outlook 2007

l'atmosphère de CO_2 sont annuellement, en France, voisines de 380 Mt, dont 41 % par le secteur industriel et 24 % par le secteur habitat/tertiaire.

La dynamique « naturelle » va *a contrario* de la volonté politique européenne et des scénarios de l'AIE : la demande nationale en énergie finale est en augmentation constante, de l'ordre de 0,8 MTep/an, pour atteindre, si rien n'est fait, une consommation totale de 207 MTep/an en 2020. De même, les émissions de CO_2 à l'atmosphère croissent, en moyenne, en France, de 1,5 Mt/an. Ainsi, la demande en énergie primaire croît actuellement, en France, de 0,8 %/an. A cette demande croissante sont associées des émissions de CO_2, en augmentation de 1,3 % /an.
Dans ce contexte, le Grenelle de l'Environnement assigne des objectifs particulièrement ambitieux :

- ✓ D'accroître l'efficacité énergétique, afin de ramener la consommation nationale en énergie finale à 167 MTep/an, en 2020, avec notamment une réduction d'un facteur 2 à 4 de la consommation énergétique des bâtiments,
- ✓ De diviser par quatre les émissions de GES, d'ici 2050, en cohérence avec les recommandations du GIEC, soit une réduction de 31 $MtCO_2$/an pour le secteur industriel, et de 55 $MtCO_2$/an pour les secteurs résidentiel et tertiaire.

Ces objectifs amènent à reconcevoir l'efficacité énergétique, notamment à l'échelle de systèmes de production industrielle, des bâtiments et des systèmes urbains.

Enjeux économiques et stratégiques

Il s'agit aussi d'enjeux économiques et stratégiques forts pour la France afin de réduire sa dépendance énergétique, pour les entreprises qui vendent de l'énergie, pour les entreprises où l'énergie constitue une part importante des coûts de production et pour les utilisateurs des bâtiments.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre va devenir une contrainte importante dans les années à venir pour l'ensemble des secteurs économiques qui vont devoir en absorber les surcoûts, tout en améliorant leur compétitivité. L'intégration technologique poussée des composants et systèmes de production / conversion d'énergie, au captage simultané du CO_2, permettra à la fois la réduction des coûts à productivité constante et la réduction des impacts environnementaux liés à l'utilisation de l'énergie.

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

Le programme SEED vise notamment la réduction des coûts de production dans les industries fortement utilisatrices d'énergie, tels que les producteurs d'électricité, les transformateurs de matières premières en produits finis (agro-alimentaire, chimie, cimenteries, sidérurgie, verreries, génie chimique…). En effet, la perte énergétique globale, entre la mise à disposition d'énergies primaires, essentiellement fossiles, et leurs utilisations sous forme de chaleur et d'électricité, sont voisines de 41,3 %, essentiellement du fait des médiocres rendements de conversion, de transport et d'utilisation finale de l'énergie. De plus, la mise en place des marchés d'émissions de CO_2 est de nature à pénaliser certaines industries à forte consommation énergétique (verre, ciments, sidérurgie, agro-industrie, …), rendant urgent le passage à des modes de production de chaleur intégrant le captage simultané du CO_2 produit et son stockage.

Le programme aborde les concepts de l'écologie industrielle essentiellement sous l'angle énergétique, permettant d'optimiser la perte d'énergie (par exemple, chaleur fatale) et de limiter le recours massif aux ressources fossiles. Le développement de nouveaux modes de transport de l'énergie permettra l'intégration de systèmes producteurs/utilisateurs d'énergie, en particulier du secteur habitat et tertiaire, à grand rayon, compte tenu des distances croissantes qui séparent désormais les sites de production des sites d'utilisation de l'énergie, en particulier sous forme calorifique.

Le stockage du CO_2 permet d'envisager celui-ci comme une nouvelle réserve de carbone pour le futur dès lors que les procédés de valorisation seront opérationnels. Il favorisera l'intégration énergétique, par couplages entre différents producteurs / utilisateurs de l'énergie dans une approche intégrée des cascades exergétiques.

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

La croissance du marché des écotechnologies est estimée à +6 % par an, pour atteindre à l'échelle mondiale 2200 milliards d'euros en 2020[3], dont plus de 50 % concernant les marchés de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs (transport, habitat, industrie…). La France possède un tissu industriel important dans le domaine de la production énergétique avec des leaders industriels en matière de production et de distribution de l'énergie. Il existe également un important réseau de PMEs-PMIs, notamment dans le domaine des équipements et des systèmes de contrôle qu'il convient de soutenir. Il s'agit également de bien positionner les acteurs économiques nationaux sur des marchés porteurs et de promouvoir les savoir-faire et les technologies portés par ces acteurs dans les processus de normalisation européens et internationaux.

Enjeux sociaux et pour la société

Ce programme, en permettant le développement de nouvelles technologies et équipements, peut contribuer grandement à la création d'emplois basés sur de nouveaux savoir-faire industriels et de nouveaux équipements. Il peut favoriser l'émergence de nouveaux métiers, (par exemple, diagnostic d'installations en terme d'efficacité énergétique couplée aux émissions de GES, à l'intégration énergétique d'ensembles industriels ou encore émergence de sociétés de services dédiées aux sites de stockage de CO_2…).

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

Le programme SEED aborde les problématiques d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO_2 pour l'ensemble des systèmes énergétiques. Toutefois :

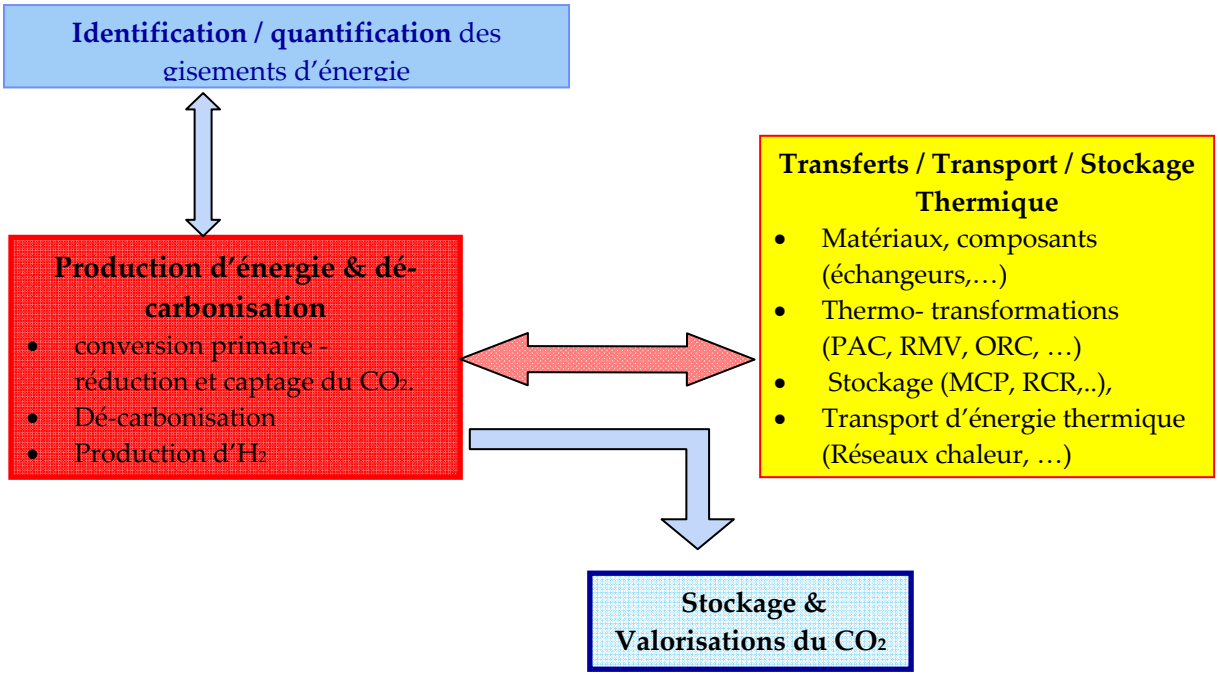
- la problématique des systèmes embarqués et notamment des groupes motopropulseurs est traitée dans le programme « Transports Terrestres Durables » ;
- l'optimisation globale des bâtiments et la gestion des systèmes urbains étant traitées par le programme « Bâtiments et Villes Durables », seul le développement des

[3] Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

équipements énergétiques pour le bâtiment est pris en compte par le programme SEED. ;

- la production directe d'électricité à partir des énergies renouvelables, les systèmes et composants électriques ainsi que le stockage de l'électricité sont couverts par le programme PROGELEC ;
- les questions relatives au développement de filières de production d'énergies décarbonées à partir de biomasses, ainsi qu'à la valorisation du CO_2 en photo-bioréacteur de croissance de biomasse sont rattachées au programme Bio-ME.

Les axes de recherche privilégiés sont présentés dans la figure ci-dessous :



Axes et thèmes des recherches

Le programme est organisé en quatre axes thématiques.

Axe 1 : Quantification des gisements d'énergies potentiellement récupérables et outils associés

Cet axe regroupe les thématiques visant à l'évaluation des gisements valorisables d'énergie perdue, notamment dans les filières industrielles, ainsi qu'au développement d'outils méthodologiques et logiciels spécifiques permettant leur quantification.

- Analyses technico-économiques, socio-économiques et bilans environnementaux (eau, déchets…) par composant ou par système énergétique.
- Méthodes d'analyse exergétique. Méthodes de diagnostic énergétique intégré. Approches EMR (énergie minimale requise) par opération ou pour un ensemble d'opérations de transformation industrielle.

- Développement de méthodologies et d'outils intégrés, permettant de faire à la fois les analyses d'intégration thermique et exergétique et des impacts (polluants, GES, …) sur des systèmes énergétiques complexes.
- Optimisation, conduite et contrôle des systèmes (capteurs et mesures, nouveaux capteurs « intelligents », capteurs « globaux », élaboration de modèles génériques adaptés à la mesure et à la commande, en particulier en régime variable ou intermittent…).

Axe 2 : Production d'énergie et dé-carbonisation

Cet axe thématique vise au développement des technologies dédiées à l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de conversion de l'énergie primaire en chaleur et/ou en électricité, avec réduction de leurs impacts environnementaux, en particulier par captage amont (dé-carbonisation) ou aval du CO_2 produit.

Sous-thème 2.1 Procédés de conversion thermochimique de l'énergie pour une réduction des émissions de CO_2

- Nouveaux procédés de combustion adaptés à la réduction/captage aval des rejets de CO_2 et de leur impact sur l'environnement (oxydes d'azote, micro et nanoparticules).
- Transferts radiatifs dans des gaz à fortes teneurs en CO_2 et H_2O.
- Etudes des régimes de combustion (HTAC, combustion sans flamme, …), permettant la minimisation de production de NOx et polluants particulaires.
- Développement de procédés d'oxydation étagée (combustion étagée, pyro-gazéification intégrée, …). Procédés performants l'abattage des polluants particulaires et gazeux, en atmosphère oxydante.
- Conversions thermochimiques de combustibles solides en gaz combustibles substituables aux combustibles fossiles dans ses applications de production de chaleur ou d'électricité, en cogénération. Procédés performants d'abattage des polluants gazeux et particulaires en atmosphère réductrice.

Sous-thème 2.2 : Dé-carbonisation du combustible

Ce sous-thème couvre l'ensemble des projets visant au développement de technologies destinées à convertir les combustibles d'origine fossile et non fossile en gaz combustibles, non carbonés, principalement sous forme hydrogène, pour une utilisation finale sans émission carbone. Les technologies concernées sont, par exemple :

- Production de gaz de synthèse par gazéification et/ou d'oxydation partielle, avec reformage du gaz de synthèse.
- Séparation, purification et captage de CO_2 avec production séparée d'hydrogène.

Sous-thème 2.3 : Accroissement de l'efficacité de la production d'énergie

- Cycles et composants de conversion thermomécanique à haut rendement :
    - Moteurs de petite puissance (micro-génération, moteurs à vitesse variable, moteurs alternatifs à combustion externe, cycles de Rankine organiques, cycles Stirling, …),
    - Turbines à gaz, micro-turbines, cycles HT indirects,
    - Chaudières de petite puissance
    - Chaudières hypercritiques,
    - Machines à cycles tri-thermes, production de froid, …).
- Procédés de conversion électrothermique (induction, micro-ondes, …).

Axe 3 : Transfert/Transport/stockage et valorisation de l'énergie calorifique
Cet axe vise à l'amélioration des transferts thermiques, du transport et du stockage d'énergie calorifique, en vue de son utilisation finale. Il s'agit de favoriser des innovations de rupture dans la gestion thermique de systèmes (filières industrielles, thermique du bâtiment, des systèmes urbains…). La problématique de la conception de nouveaux matériaux (super-isolants, thermoélectriques, matériaux à changement de phase, etc.) relève plus spécifiquement du programme Matériaux & Procédés.

- Composants innovants de transfert thermique (micro- et nanothermique pour échangeurs compacts, transferts thermiques multiphasiques, nouveaux équipements de transferts thermiques…)
- Transport d'énergie calorifique (transport longue distance, réseaux intégrés donneurs et accepteurs d'énergie, couplage de réseaux industriels-tertiaire, instruments et équipements pour l'optimisation des réseaux de chaleur…)
- Stockage d'énergie calorifique (composants et dispositifs de stockage thermique, stockage inter-saisonnier souterrain…)
- Valorisation des énergies thermiques basse température (nouveaux concepts de pompes à chaleur, composants de thermo-transformation, technologies de compresseur industriel…)
- Approches transversales et couplages (source-conversion-stockage-transport-distribution-utilisation) par poly-génération, réseaux hybrides, cascades énergétiques, cascades exergétiques, conception optimisée de réseaux, « îlotage » énergétique avec poly-génération…

Axe 4 : Stockage et valorisation du CO_2
Cet axe est consacré à des travaux de R&D en appui aux démonstrateurs français et européens sur le captage et stockage géologique de CO_2 (CSC). Il doit également permettre de conduire dès maintenant les recherches nécessaires pour permettre un déploiement rapide du CSC dès 2020, une fois la phase de démonstration validée.

Les projets proposés dans ce thème devront prendre en compte non seulement les enjeux scientifiques et techniques du problème posé, mais également ses aspects économiques (volumes traités, coûts de transformation, …) et environnementaux.
Les principaux thèmes de recherche visés sont les suivants :

- appui aux développements méthodologiques destinés à l'élaboration de futurs normes et standards,
- méthodologies et outils de caractérisation pour l'évaluation des capacités de stockage et d'injectivité des niveaux réservoirs, et pour l'estimation de l'intégrité des couvertures,
- intégration du CSC (et Valorisation - CSCV) dans les différents secteurs industriels (production d'électricité, sidérurgie, cimenteries, raffineries, verres, usines de production de bio-carburants…),

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le développement de technologies dédiées de production d'énergie, couplées à un captage de CO_2 fait actuellement l'objet de recherches industrielles actives au niveau international,

compte tenu des forts enjeux de propriété industrielle sous-jacents et de protections normatives associées.

Le développement de nouveaux composants de conversion, de transfert et de transport de l'énergie nécessite des travaux à caractère plus scientifique et exploratoire, sources de rupture technologique.

Les communautés des thermiciens, des combustionistes, et du génie des procédés, actuellement bien structurées au plan national, sont susceptibles de pouvoir relever, dès à présent, les défis de l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels et urbains. Un fort tissu de grandes entreprises productrices d'énergie, et les équipementiers dans divers secteurs (bâtiment, agro-industries, sidérurgie, ciment, verre,…) permettront le développement de partenariats finalisés actifs.

Le développement de travaux originaux, sur de nouveaux composants ou procédés, permettra d'étendre les communautés scientifiques et techniques, traditionnellement impliquées dans le secteur de l'énergie, à d'autres communautés, notamment celles des matériaux, de la physique, de la chimie inorganique, etc.

- **Type de recherche**

La recherche visée est essentiellement de type finalisé et partenarial, souvent interdisciplinaire. Un certain nombre de travaux à caractère plus fondamentaux ou exploratoires seront néanmoins soutenus sur ces sujets ciblés, particulièrement dans le domaine des nouveaux matériaux et des composants.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera seule ce programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est ouvert, car il souhaite favoriser les interfaces avec des communautés académiques jusqu'à présent peu impliquées sur les questions d'efficacité énergétique ou de valorisation du CO_2. Toutefois une part importante des projets sera soutenue sur une base de partenariats public-privé.

Le programme entend également favoriser l'intégration de PMIs-PMEs dans les projets.

Positionnement international

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

Le programme SEED est conçu en complémentarité de certaines actions thématiques déjà soutenues dans le 7ème PCRD. Son volet énergie s'articule autour de 9 axes de recherche, dont un porte sur l'efficacité énergétique et les économies d'énergie et un autre sur le captage et le stockage du CO_2.

- **Caractère international du programme**

Le programme SEED est, à priori, à caractère national, mais n'exclut pas les collaborations européennes ou internationales. Des collaborations bi ou multilatérales sont par exemple encouragées sur le stockage géologique du CO_2.

Environnement

Programme :
Bâtiments et villes durables

Résumé :
Ce programme ambitionne de mobiliser la communauté scientifique conjointement aux professionnels autour des grands enjeux présents et à venir pour les bâtiments et les villes. Il s'agit d'aborder par l'angle de la recherche les problématiques de la conception, de la maintenance, de la rénovation et de la gestion des patrimoines bâtis et urbains sous l'angle du développement durable, et notamment dans la perspective du facteur 4 à l'horizon 2050. Le questionnement scientifique est articulé autour de la mesure, de la modélisation et de la mise en œuvre pratique des technologies et des méthodologies d'intervention.
Le programme se structure autour de trois axes :
- Axe 1 – Mesure, diagnostic, caractérisation de la durabilité
- Axe 2 – Conception, modélisation, simulation
- Axe 3 - Construction, réhabilitation et gestion durables

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : partenarial (dans le sens où les consortiums devront intégrer un « utilisateur » des résultats, entreprises, collectivités locales, instances publiques, etc.)
- **Dimension internationale du programme** : programme national, ouvert à des consortiums internationaux
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme vise à consolider et à rapprocher deux dynamiques initiées lors du précédent cycle de programmation de l'ANR :

- d'une part, les travaux de recherche centrés sur le développement de solutions techniques pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, financés dès 2005 dans le cadre du programme PREBAT puis dans la partie bâtiment du programme HABISOL ;
- d'autre part, des approches pluridisciplinaires et systémiques du développement durable à plus grande échelle, depuis l'îlot jusqu'à la région, initiées par le programme « Villes durables » à partir de 2008.

En effet, il existe de nombreux points de convergence et d'interaction entre les différentes échelles, depuis celle du bâtiment jusqu'à celle de la région urbaine, en passant par l'îlot, le quartier, l'agglomération…
De plus, on souhaite que les orientations de la recherche engagées dans le programme Villes durables, notamment à travers la mise en œuvre d'approches systémiques et multidisciplinaires, se poursuivent à ces différentes échelles.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les enjeux de société sont aujourd'hui bien cernés (paquet européen énergie-climat, lois Grenelle dans le domaine bâtiment-urbanisme,…), parfois bien quantifiés en termes de gisement d'économie d'énergie ou d'échéances par exemple, même si les modes d'action sont encore discutés.
L'étude « filières vertes » du MEEDDM présente le bâtiment à basse consommation énergétique comme ayant atteint le stade de la maturité de la R&D, la priorité étant maintenant le passage à l'action à grande échelle. Si la généralisation des BBC est un enjeu majeur, le positionnement en matière de besoins de recherche est discutable dans la mesure où cette recherche peut précisément apporter des réponses à de nombreuses questions encore ouvertes. Les réponses qu'elle peut apporter sont de trois ordres :

- de l'ordre du garde-fou, en permettant d'engager des travaux de recherche systémique, d'analyse et d'évaluation ; par exemple, il ne faudrait pas que les impératifs (et l'urgence) d'une réhabilitation énergétique ambitieuse du patrimoine existant se fassent au détriment d'autres enjeux environnementaux ou sociaux (transferts d'humidité dans les parois, moindre qualité de l'air intérieur, effets d'aubaine pour les entreprises engendrant des surcoûts…) ; la recherche doit permettre d'éclairer ces questions en développant des outils de mesure, d'évaluation, de modélisation de phénomènes complexes…
- de l'ordre de l'accélérateur, en proposant des solutions qui permettront aux professionnels d'atteindre plus rapidement les objectifs politiques. Côté bâtiment, on peut notamment penser au développement d'une offre industrielle pour la construction et la réhabilitation, qui permettrait d'accroître notablement la productivité du secteur tout en réduisant les risques de malfaçon lors de la mise en œuvre sur chantier.
- de l'ordre du catalyseur de « ruptures », en permettant d'explorer de nouveaux modes constructifs, de nouveaux dispositifs pour la gestion de l'énergie ou la réduction des impacts environnementaux, de proposer des services innovants qui permettront une rupture par rapport à la gestion et au fonctionnement traditionnels des villes…

Les recherches centrées sur l'analyse des modes de vie et la gouvernance durable seront préférentiellement traitées par le nouveau programme transversal de l'ANR « Société innovante ».

Ce programme ne vise pas le développement des « briques technologiques élémentaires » pour la production et la gestion de l'énergie, qui sont traitées par d'autres programmes (PROGELEC pour la production renouvelable et la gestion de l'électricité, SEED pour les équipements énergétiques comme les pompes à chaleur faisant appel à des transformations très performantes de l'énergie, Bio-M-E pour la production d'énergie à partir de déchets organiques notamment) ni pour la surveillance et la protection de l'environnement (programme ECOTECH). En revanche, il s'intéresse aux problématiques de l'optimisation des assemblages et des interactions entre ces briques technologiques. Il ne traite pas non plus des technologies pour la gestion des systèmes de transport, qui relèvent du programme TTD,

mais s'intéresse aux questions de mobilité urbaine en lien avec l'organisation territoriale des activités et des équipements.

Résultats attendus

On attend que les résultats de ce programme se déploient sur trois volets :

- Développer une offre méthodologique et technologique pour construire, réhabiliter et adapter aux nouvelles exigences (énergétiques et environnementales mais aussi d'usage) le patrimoine existant (bâtiments et infrastructures), et le gérer plus efficacement ;
- Constituer de nouveaux savoirs finalisés, concernant les interactions entre efficacité énergétique, impacts environnementaux et qualité d'usage (confort, qualité de l'air, bruit…), aux différentes échelles territoriales (bâtiment, quartier, ville, région urbaine), en s'intéressant également aux interactions entre ces échelles ;
- Développer de nouvelles méthodes de conception, d'aide à la décision et d'évaluation des performances adaptées à ces différentes échelles.

Impacts espérés

A moyen terme, les impacts espérés de ce programme concernent l'inflexion des méthodes de conception et de réalisation ou de réhabilitation des bâtiments et des infrastructures, la production de nouveaux services urbains et le développement d'une offre technologique adaptés aux exigences d'un développement urbain durable.
Il s'agit notamment d'amplifier l'intensité de R&D dans le secteur du BTP et de développer les transferts de résultats vers les praticiens et les milieux professionnels, ce programme devra contribuer :

- à une meilleure appréhension et optimisation des consommations énergétiques à l'échelle des bâtiments et à l'échelle urbaine ;
- à une meilleure gestion de la qualité environnementale ;
- à l'adaptation des bâtiments et des infrastructures urbaines (constructions, réseaux…) aux exigences du développement durable et aux évolutions à venir (démographiques et économiques notamment).

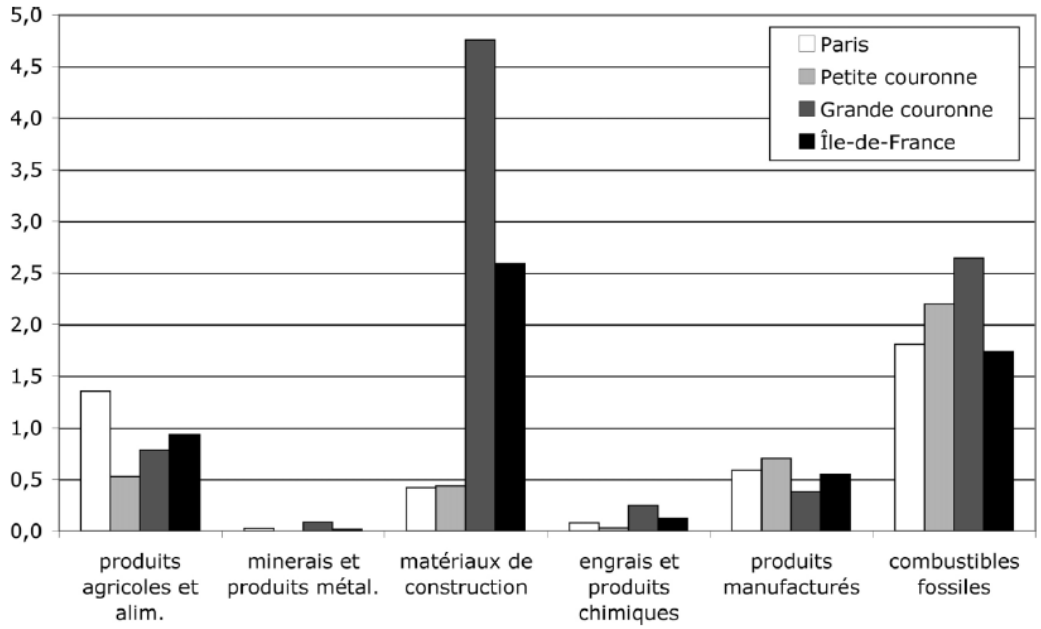
2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques, environnementaux et sociaux

Les économies d'énergie, ressources naturelles, la préservation des écosystèmes, la prévention des risques

Quelques chiffres permettent de cerner les enjeux énergétiques et environnementaux dans le domaine bâtiment-urbanisme. Tout d'abord, le fonctionnement des bâtiments représentait, en 2005, 43 % de la consommation énergétique nationale (dont les deux tiers dans l'habitat), et 23 % des émissions de CO_2. Plus globalement, les villes sont les points focaux de consommation énergétique : à l'échelle mondiale, les activités urbaines consomment environ 75 % de la production totale d'énergie fossile alors qu'elles ne concentrent que la moitié de la population. Elles sont également de grosses consommatrices d'autres ressources, avec

toutefois des disparités fortes selon leur densité. Par exemple, le péri-urbain francilien consomme deux fois plus de matériaux de construction par habitant que Paris intra-muros.



Consommation nette, Paris, petite couronne, grande couronne, Ile-de-France, 2003, t/hab.
NB : pour Paris, la petite couronne et la grande couronne les importations et exportations par voie ferrée sont exclues.

Les « consommations » du tissu urbain francilien (tiré des travaux de recherche de Sabine Barles)

Le Grenelle de l'environnement a bien pris la mesure de ces enjeux puisque ce domaine « bâtiment – urbanisme » correspond à un des six grands chantiers des lois Grenelle ; les premiers chapitres de ces lois assignent notamment des objectifs énergétiques quantitatifs précis au secteur du bâtiment. Toutes les constructions neuves devront être à énergie positive dès 2020. Côté parc existant, le secteur tertiaire sera, à compter de 2012, dans l'obligation de réaliser des travaux d'amélioration énergétique, dans un délai de 8 ans. Le parc résidentiel (soit 25 millions de logements) doit également se rénover à un rythme soutenu (objectif de 400 000 rénovations complètes de logements chaque année à compter de 2013). A l'échéance 2050, il s'agira d'avoir divisé par quatre les émissions de CO_2 du secteur par rapport à 1990.

Il est toutefois intéressant de noter que la législation Grenelle sur les bâtiments ne se limite pas à la seule performance énergétique au cours de leur fonctionnement. Il s'agit aussi de créer un label environnemental prenant en compte l'ensemble du *cycle de vie* du bâtiment et intégrant ses besoins en énergie, en eau, ses émissions de CO_2, de polluants, la qualité de l'air intérieur et la quantité de déchets produits.

Le Code de l'urbanisme n'est pas pour autant resté indemne, avec un renforcement des objectifs de développement durable : limitation de l'étalement urbain, réduction des gaz à effet de serre, préservation des ressources naturelles, de la biodiversité et des écosystèmes… seront désormais inscrits dans les documents d'urbanisme (schémas de cohérence territoriale, plans locaux d'urbanisme...). A cela s'ajoutent la création de schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie et l'obligation de produire un bilan carbone pour les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants.

La productivité et la compétitivité des entreprises, les métiers, les avancées techniques et normatives

Ce programme s'adresse à un ensemble d'activités qui sont d'importants pourvoyeurs d'emplois : il s'agit souvent de secteurs intensifs en main d'œuvre non délocalisable et fortement territorialisés : producteurs de services urbains dans le domaine de l'énergie, des déchets, du transport collectif…, gestionnaires de réseaux, monde du BTP.

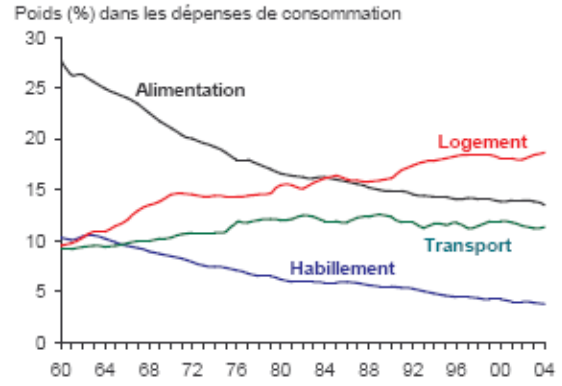
Par exemple, l'étude du MEEDDM sur les filières vertes indique que la filière « efficacité énergétique des bâtiments » représente 1,3 millions d'emplois, répartis dans plus de 300 000 entreprises. « Il s'agit d'un tissu industriel extrêmement diversifié, avec quelques grands groupes leaders internationaux sur toute la chaîne de valeur (Bouygues, Eiffage, Vinci) et une multitude de PMEs et de TPEs, qui souffrent souvent d'une forte fragmentation et d'une inertie dans les changements des pratiques ». Avec les objectifs fixés par le Grenelle, le chiffre d'affaires du secteur devrait atteindre 18 à 22 milliards d'euros par an, et générer 150 000 emplois supplémentaires à l'horizon 2020 par rapport à 2008. Il s'agit d'un véritable saut quantitatif, avec le besoin de multiplier par quatre le rythme annuel actuel des rénovations. Ce qui implique probablement, au-delà des aspects indispensables de formation, l'amélioration de la productivité de la filière réhabilitation (et peut-être des bouleversements dans les modes d'intervention, l'industrialisation du secteur…).

Dans le domaine urbain, les modes d'intervention sont également appelés à muter sous l'impulsion du Grenelle : meilleure évaluation des impacts énergétiques et environnementaux globaux et locaux des décisions d'aménagement, utilisation de techniques économes en ressources naturelles,…

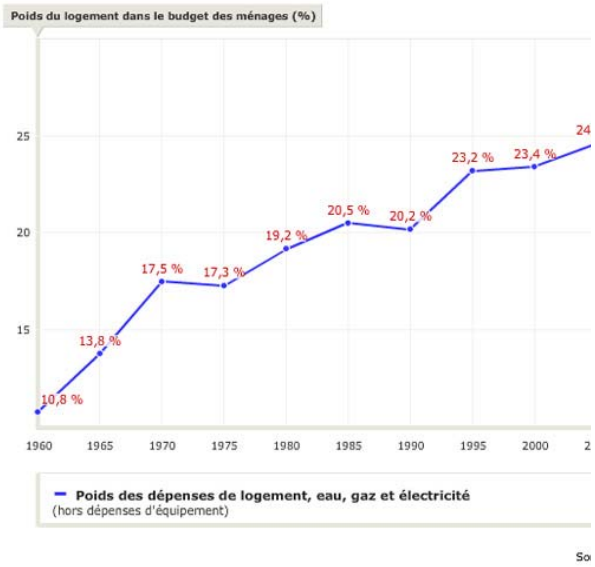
C'est un changement profond de culture pour des secteurs qui ont une très faible intensité de R&D par rapport à leurs chiffres d'affaires, et où les métiers s'appuyant souvent sur des savoir-faire traditionnels ; la recherche est quasi inexistante dans les PMEs, sauf dans quelques bureaux d'étude, un peu plus forte dans les entreprises d'ingénierie de taille intermédiaire et faible dans les grands groupes (de l'ordre de 0,1 % du chiffre d'affaires chez les majors du BTP, 0,3 % dans les grands groupes de réseaux).

***In fine*, le bien-être social, la santé et la qualité de vie**

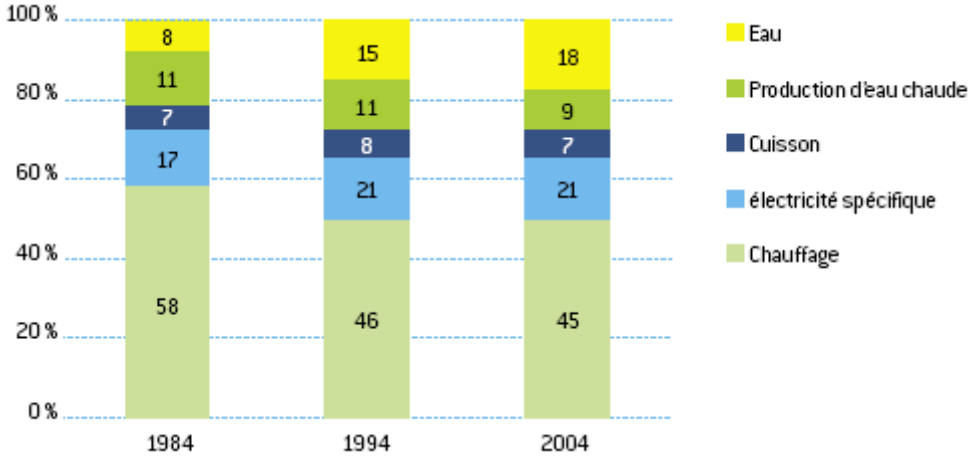
Le bénéficiaire final de ce programme doit, bien entendu, être l'utilisateur des bâtiments, des infrastructures et des services urbains. Il s'agit donc de penser les recherches pour satisfaire ses besoins tout en veillant à préserver l'environnement et à assurer le développement de l'économie. Il faut aussi se rappeler que les dépenses liées au logement sont en forte progression depuis quatre décennies, devenant au milieu des années 80 le premier poste dans les budgets des ménages, pour atteindre en moyenne 25 % de ce budget en 2008.



Source : *Insee, Comptabilité nationale*



Si la part consacrée au chauffage est globalement en régression, les dépenses liées à l'eau et aux usages spécifiques de l'électricité sont en forte croissance.



Evolution de la répartition des charges entre 1984 et 2004

Le développement durable des bâtiments et des villes représente un enjeu fort d'équité sociale si l'on remarque que les 10 % des ménages les plus pauvres consacrent 38,5 % de leurs revenus aux dépenses du logement, au détriment des autres postes.

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

Axes et thèmes des recherches

Il est proposé de composer le programme autour d'un triptyque d'enjeux de recherche complémentaires : mesure – modélisation – mise en œuvre afin de **favoriser l'exploration des interfaces et des interactions entre échelles spatiales (bâtiment – quartier - agglomération) et entre domaines (habitat – mobilité - réseaux techniques - services urbains) et les approches systémiques des enjeux de durabilité (économies d'énergie,**

réduction du métabolisme urbain et de l'empreinte écologique des villes, résilience des systèmes urbains…).

Les **axes thématiques du programme sont transversaux aux différents secteurs, échelles spatiales et enjeux environnementaux, énergétiques, économiques et sociaux**.

Axe 1 – Mesure, diagnostic, caractérisation de la durabilité

- Outils transversaux et méthodologies de caractérisation et mesure de la durabilité
- Systèmes et méthodologies de mesure (télédétection, GMES, capteurs, bases de données, enquêtes…) – systèmes d'acquisition et interprétation
- Stratégies de surveillance et de monitoring continus
- Analyses en cycles de vie *dynamiques* (intégration des impacts cumulatifs et des impacts retardés, des effets sur la santé…) – prise en compte des cinétiques des phénomènes de vieillissement/dégradation sur des échelles de temps variées
- Approches performancielles
- Outils d'évaluation intégrés
- Calcul économique en coût complet (monétarisation des externalités, prise en compte des interactions entre bâti et équipements collectifs…) – études de sensibilité

Axe 2 – Conception, modélisation, simulation

- Outils de modélisation et d'aide à la conception
- Simulation pour une conception très innovante (bâtiments, systèmes urbains, etc.)
- Modélisation multi-physique, ambiances, confort, qualité environnementale (acoustique, qualité de l'air…), modélisation dynamique, prise en compte des rétro-actions
- Modélisation des comportements des utilisateurs
- Interactions entre comportements des utilisateurs et modèles physiques
- Simulation des fonctionnements en mode dégradé

Axe 3 – Construction, réhabilitation et gestion durables

- Eco-construction – procédés constructifs innovants - systèmes constructifs plug&play - industrialisation des secteurs de la construction et de la réhabilitation - informatique de chantier - mutation des savoir-faire - ingénierie concourante
- Techniques et procédés pour une ré-ingénierie écologique (énergie, eau, environnement, ressources rares…) du patrimoine existant
- Adaptation des espaces bâtis aux changements (climatiques, sociétaux…) - flexibilité technique - réversibilité des aménagements
- Conception robuste des options techniques pour une garantie de performance minimale à la variabilité des comportements et des usages et un fonctionnement en mode dégradé
- Diagnostic - maintenance
- Gestion des systèmes techniques (efficacité énergétique et environnemental, adéquation aux besoins…). Pilotage et mesures correctives en temps-réel (STIC). Offre de services individualisés, sur-mesure
- Innovation ouverte ou par l'usage – co-production de services par les utilisateurs

Positionnement scientifique et technologique

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

Les enjeux scientifiques et technologiques du programme doivent être déclinés à différentes échelles spatiales, depuis les systèmes constitutifs des bâtiments et des infrastructures jusqu'aux grands territoires urbains.
A l'échelle du bâtiment, deux enjeux coexistent :

- d'une part, la généralisation des bâtiments à énergie positive appelle à un changement d'ordre de grandeur : il s'agit de passer du stade encore « artisanal » des pionniers à une production de masse (industrialisation de composants d'enveloppe…). Il s'agit aussi de considérer les impacts énergétiques et environnementaux du bâtiment non seulement pendant son exploitation mais sur tout son cycle de vie ; enfin les outils de modélisation doivent être revus pour ces nouveaux types de bâtiments ; on peut notamment penser qu'une approche d'optimisation basée sur la simulation permettra de concevoir et construire des bâtiments passifs (0-énergie) sans qu'il soit nécessaire de cumuler les technologies.
- d'autre part, la modernisation du parc existant appelle à des bouleversements d'ordre technique et méthodologique : développer des capacités de diagnostic fiables pour l'aide à la décision, définir des solutions de réhabilitation performantes en présence de fortes incertitudes sur l'état de l'existant et sur les conditions d'usage futures, assurer la pérennité des innovations technologiques utilisées, permettre d'intervenir dans des bâtiments occupés…

A l'échelle du quartier, il s'agit de contribuer à la définition des processus d'éco-conception, de réingénierie écologique (économe en énergie, en eau, en autres ressources rares…) et de réalisation des opérations d'aménagement et de rénovation, qui peuvent notamment optimiser l'intégration des énergies renouvelables. Il s'agit également d'assurer une bonne intégration des bâtiments (micro-climat urbain, rues canyon, impact de l'orientation des îlots…) et des infrastructures dans leur environnement proche. Il s'agit aussi de favoriser l'émergence d'un génie civil en accord avec les principes du développement durable.

Enfin, à l'échelle globale de la ville, l'enjeu est la mise en cohérence globale des actions dans les différents secteurs et aux différentes échelles. La mobilité (des personnes et des marchandises) joue à cette échelle un rôle majeur dans la durabilité urbaine. Ce programme est concentré sur les questions de mobilité « contrainte » par la répartition territoriale de l'habitat, des activités et des services. Un travail sur les indicateurs, la métrologie et la modélisation doit permettre d'avancer sur cette mise en cohérence globale.

Enfin, il s'agit d'accompagner par des travaux de recherche les futurs démonstrateurs de l'ADEME dans les domaines du bâtiment et des îlots à énergie positive et à faible impact carbone et de la mobilité urbaine durable.

- **Type de recherche**

Si ce programme n'exclut pas des travaux de recherche ciblés sur un verrou bien identifié et faisant appel à une discipline scientifique particulière, son ambition est de faire émerger des

projets véritablement pluridisciplinaires pour s'attaquer notamment à des enjeux systémiques et travailler sur les interactions entre systèmes techniques et usages/utilisateurs. Les projets centrés sur les opérations de démonstration ne relèvent pas de ce programme ; ils doivent trouver un soutien dans les programmes de démonstration de l'ADEME et/ou dans les actions en faveur de l'innovation d'OSEO.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Ce programme est exclusivement financé par l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme est réservé à des projets en recherche partenariale, que ce soit à des partenariats entre organisme(s) de recherche publique et entreprise(s) ou des partenariats entre organisme(s) de recherche publique et collectivité(s) territoriale(s).

Positionnement international

- **Caractère international du programme**

Le programme est national, ouvert à des projets transnationaux, en particulier avec des pays européens.

Programme :
ECOTECH - Production durable et technologies de l'environnement

Résumé :
Le programme ECOTECH est un **programme de recherche générique** visant à renforcer la recherche française sur les écotechnologies, **développer l'innovation dans les éco-industries** et réduire significativement l'impact environnemental des activités industrielles. Le programme est axé sur le développement de technologies, d'instruments et de services visant à développer l'innovation en matière de production industrielle durable et dans les éco-industries. Le programme est composé de 5 axes thématiques :

- Axe 1 : Changer de paradigme
- Axe 2 : Pour une production industrielle durable
- Axe 3 : Transformer : vers des matières premières secondaires ?
- Axe 4 : Réagir : mieux traiter les environnements pollués
- Axe 5 : Surveiller : mesurer plus et mieux la qualité de l'environnement

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : **Programme ouvert à l'international**

Le programme ECOTECH a pris le relai du programme PRECODD (2005-2008), sur un périmètre assez proche, mais avec une structuration du programme remaniée.

En complément du programme ECOTECH positionné sur la recherche fondamentale et industrielle, un programme co-financé par la DGCIS, l'Ademe et Oséo intitulé ECO-INDUSTRIE[4] a été également initié en 2009 pour trois appels consécutifs et vise à soutenir sur un périmètre identique au programme ECOTECH, des projets au stade du développement pré-compétitif.

[4] Fonds mis en place dans le cadre du plan Ecotech 2012 du MINEFE et du MEEDDAT

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les mesures adoptées en aval du **Grenelle de l'environnement**, soutiennent assez fortement le développement du marché des écotechnologies et favorisent l'émergence de nouvelles approches de gestion de l'environnement. Le programme ECOTECH a pour objectif d'accompagner certaines recommandations issues des comités opérationnels du Grenelle, notamment dans les domaines des déchets, de l'eau et du développement industriel durable.

Le programme ECOTECH est un programme de recherche générique visant à renforcer la recherche sur les écotechnologies[5] (hors énergie) en France et développer l'innovation dans les éco-industries[6]. Le programme a pour objectif de poursuivre la structuration d'une communauté scientifique publique et privée de niveau international et de renforcer les principaux pôles d'excellence français sur le domaine. L'insertion des PMEs dans le programme est recherchée.

En complément des approches technologiques, le programme vise à développer des concepts, des outils et des services pour une production industrielle durable en favorisant des approches socio-économiques sur l'organisation des systèmes industriels au regard des critères de développement durable.

Résultats attendus

Le programme ECOTECH vise à **amplifier les recherches nationales** sur l'amélioration environnementale des filières industrielles notamment en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de réduction des volumes de déchets et d'effluents, de consommation de ressources et de matières premières et de substitution des substances polluantes. Il vise à encourager les technologies de rupture pour favoriser la compétitivité des éco-industries pour le traitement des pollutions et la mesure de la qualité de l'environnement en favorisant notamment le transfert de technologies issues des technologies de l'information, des nanotechnologies et des biotechnologies.

Impact espéré

Le programme ECOTECH ambitionne de renforcer la capacité française d'innovation sur le secteur des écotechnologies et d'améliorer la compétitivité des entreprises du secteur (notamment les PMEs). Les impacts espérés des recherches se formulent en termes d'innovations technologiques, mais également de recherches plus académiques sur l'intégration des concepts de développement durable dans les systèmes industriels.

Sur un plan générique, les impacts espérés du programme peuvent se formuler ainsi :

- **réduction significative des émissions de gaz à effet de serre** dans certaines filières industrielles,

[5] Définition de l'OCDE : « *biens et services capables de mesurer, prévenir, limiter ou corriger les impacts environnementaux tels que la pollution de l'air, des eaux, des sols déchets bruit et écosystèmes* ».

[6] Éco-industries : secteur industriel fournisseur de biens, services et équipements dédiés à la protection de l'environnement

- **réduction des émissions polluantes** à la source par l'introduction de technologies de substitution,
- **réduction du volume de déchets** industriels et urbains produits,
- augmentation du taux de **recyclage des matières premières** et diminution de la consommation de ressources non renouvelables.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques et industriels

Le chiffre d'affaires des éco-industries en Europe (hors secteur énergétique) en 2004 représente environ 227 milliards d'euros (soit 2,2 % du PIB de l'Europe)[7]. La gestion de la pollution y représente environ 64 %. Le marché français des technologies de l'environnement est estimé à 23 milliards d'euros par an. La France occupe actuellement le 4ème rang mondial en chiffre d'affaires dans le domaine des éco-industries (et le second en Europe) et est particulièrement bien placée grâce à la présence de grands groupes, leaders mondiaux des services en environnement et d'un important réseau de PMEs.

L'analyse des tendances à l'échelle globale montre que les écotechnologies sont en forte croissance depuis quatre ans et sont devenues depuis 2007 le second poste d'investissement du capital-risque derrière les technologies de l'information, mais désormais devant les biotechnologies. La croissance du marché des écotechnologies est estimée à +6 % par an, pour atteindre à l'échelle mondiale 2200 milliards d'euros en 2020[8] (énergies renouvelables incluses) dont un quart concernant les marchés de l'eau et de la valorisation des déchets.

La croissance des écotechnologies est bien évidemment soutenue par les tensions sur les matières premières, mais également par la mise en place de politiques publiques assez volontaristes dans le monde occidental en faveur du développement durable (eau, air, déchets, procédés propres…). La Commission Européenne dans sa communication sur la politique d'innovation[9] en Europe place les éco-innovations parmi les trois domaines ciblés.

Ceci crée un contexte favorable à l'échelle européenne, en faveur d'initiatives nationales ou européennes dans le domaine des écotechnologies, qui sont très dépendantes des évolutions normatives et réglementaires. L'instauration de politiques de « green procurements » et d'incitations fiscales « écologiques » dans plusieurs pays européens (Pays-Bas, Danemark, Suède…) renforce également les marchés en faveur des écotechnologies et l'émergence de PMEs sur le secteur. Le Grenelle de l'Environnement a également formulé des recommandations dans ce sens, qui à terme devraient également dynamiser le marché français.

En matière de productivité, les technologies environnementales étaient jusqu'à récemment perçues comme des « surcoûts » à la production industrielle et pénalisantes au regard de la

[7] EU DG Environment (2006) - Study on Eco-industry, its size, employment, perspectives and barriers to growth in an enlarged EU, Final report, August 2006.

[8] Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

[9] Putting knowledge into practice: A broad-based innovation strategy for the EU, COM(2006) 502 final

compétitivité. La mise en place de législations environnementales à l'échelle globale ou européenne, modifie profondément les équilibres économiques et il est désormais démontré que les pays et les filières industrielles capables d'anticiper les évolutions réglementaires en matière environnementale bénéficient d'un facteur majeur de compétitivité[1].

Enjeux sociaux

Les écotechnologies (au sens large) n'ont pas d'indicateurs économiques précis et les chiffres sont essentiellement basés sur les secteurs traditionnels de traitement de la pollution (eau, déchets, air…). On estime à 3,4 M d'emplois concernés dans ce secteur dont 78 % dans la gestion de la pollution, le reste étant occupé par les fonctions d'éco-innovation et de développement durable. En France, les emplois concernés par les écotechnologies sont estimés à 700 000 emplois, avec un taux de croissance de 6,5 % sur les 5 dernières années.

En Europe, le taux de croissance du marché des écotechnologies sur la période 99-04 a été d'environ +9 %, mais varie fortement au sein de l'Union de +30 à 50 % (Pays-Bas, Irlande, Finlande) à -18 % (Grande Bretagne). Ces fortes variations sont essentiellement liées à l'impact des politiques publiques volontaristes en faveur des écotechnologies (pour les fortes croissances) et à des contextes spécifiques de réorganisation du cadre réglementaire (pour les marchés en décroissance).

Enjeux écologiques et environnementaux

Le concept même du programme porte sur la réduction des impacts environnementaux des systèmes de production industrielle, sur les technologies d'évaluation de la qualité de l'environnement, mais également sur les services et les systèmes d'organisation industrielle permettant de réduire l'empreinte environnementale des activités industrielles.

Ressources naturelles
La diminution de la consommation de ressources naturelles (eau, granulats, matières premières, etc.), en particulier par leur remplacement par des « matières premières secondaires » est un thème fort du programme.

Pollutions
Les enjeux pris en considération sont les flux d'émissions de gaz à effet de serre, les flux d'émissions de composés et d'éléments polluants (dans l'air, dans l'eau, dans les sols et sédiments), les flux de déchets primaires et secondaires, la réduction des pressions sur les ressources naturelles notamment au niveau de l'exploitation.

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

Axes et thèmes des recherches

Les appels à projets du programme ECOTECH sont à l'interface avec d'autres programmes comme le nouveau programme sur l'efficacité énergétique dans les systèmes industriels (EESI) (incluant notamment les technologies de capture du CO_2), le nouveau programme sur

la chimie durable, le programme PNANO, le programme Matériaux & Procédés et le programme Villes Durables.

Axe 1. Changer de paradigme

Au-delà des évolutions technologiques, les éco-innovations sont largement conditionnées par des évolutions en matière d'organisation industrielle. Il s'agit de pouvoir acquérir une vision systémique du bénéfice potentiel d'une démarche de production durable (retour sur investissement financier, environnemental et social), tout en préservant, de manière acceptable, les aspects sociaux (sociétaux) et économiques.

Les modèles industriels à moindre impact environnemental comme l'écologie industrielle et territoriale, **l'économie de fonctionnalité** s'appuyant sur des outils comme **l'éco-conception, l'analyse de cycle de vie, l'analyse des flux de matière**, etc., constituent autant de pistes prometteuses pour favoriser des évolutions en profondeur de nos systèmes industriels.

Les travaux de recherche dans ces domaines nécessitent en particulier une interdisciplinarité forte (sciences humaines et sociales, sciences de l'environnement, de l'information, de l'ingénieur et du vivant). Les recherches portent sur les questions suivantes :

- Quels sont les modèles « vertueux » en termes de production durable ? Comment les caractériser ? Avec quels outils ? Selon quelles méthodes ?
- Quelles sont les échelles spatiales (bassin d'approvisionnement d'une activité industrielle précise ou d'une agglomération, filière industrielle, entreprise…) et temporelles les plus pertinentes ?
- Comment favoriser l'émergence d'interactions plus coopératives entre différents acteurs (entreprises, ensemble de la filière, sous-traitants, collectivités locales et territoriales, organisation supra-nationale, usagers, consommateurs…) ?

Cet axe thématique sera modifié en 2011 par rapport aux appels antérieurs, car le nouveau programme transversal de l'ANR « Sociétés innovantes » reprend des problématiques antérieurement couvertes dans cet axes, notamment sur les aspects économiques (ex : économie de fonctionnalité, etc.).

L'axe 1 se recentrera en 2011 sur les outils d'analyse et le développement de services permettant d'appréhender l'intégration du développement durable dans la chaîne de valeur des produits (ex : outils pour l'éco-conception, nouveaux outils post-ACV, etc.).

Axe 2. Pour une production industrielle durable

Les tensions sur les matières premières et les ressources énergétiques fossiles, les coûts des procédés de traitement et les exigences croissantes de réduction des émissions appellent à envisager des changements radicaux sur certaines filières industrielles. Cet axe du programme ECOTECH s'aligne sur les objectifs définis par la Commission européenne en 2005 dans le cadre de la stratégie thématique sur l'usage durable des ressources naturelles[10]. Cet axe thématique s'articule autour de trois priorités :

[10] *COM(2005) 670 final - Stratégie thématique sur l'utilisation durable des ressources naturelles*

Abattement des émissions de CO_2 dans les filières industrielles

L'installation progressive des marchés des émissions de gaz à effet de serre, amène à reconsidérer en profondeur de nombreux procédés industriels conventionnels et à mettre au point de nouvelles technologies de substitution. Il s'agit d'identifier les pistes permettant de réduire significativement les émissions de CO_2 et autres gaz à effet de serre dans certaines filières industrielles fortement émettrices des GES. Il pourra notamment s'agir d'approches systémiques sur des filières complètes (ex : ciments, verre, acier, matériaux, etc.) visant soit à diminuer les émissions de GES à la source par une modification des procédés. Les procédés de capture des émissions industrielles de CO_2 sont toutefois couverts par le programme SEED de l'ANR.

La rationalisation de l'usage des matières premières

La sobriété des procédés ou leur « intensification » est un axe d'innovation technologique important. Il s'agit là de concevoir des systèmes de production industriels permettant des gains significatifs en matière de consommation de ressources (matières premières et eau principalement).

Les technologies de substitution

L'intérêt du développement des technologies de substitution s'accroît dans le cadre de la mise en place de règlements (REACH, RoHS, etc.). Les tensions à long terme, sur les matières premières et les exigences croissantes de réduction des émissions appellent à envisager des changements radicaux sur certaines filières industrielles. L'introduction de bioproduits, le remplacement de certains solvants, ou d'autres substances polluantes représentent souvent des sauts technologiques importants.

Cet axe thématique exclut les filières de l'industrie chimique déjà couvertes par le programme CD2I. Il se focalise 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 et/ou de volumes de déchets et d'effluents. Ces approches couvrent notamment le secteur des déchets liquides et solides et celui des émissions atmosphériques de sources fixes.

Les propositions devront spécifier en quoi la substitution de technologie réduit l'incertitude sur l'impact environnemental ou sur la diminution de consommation en ressources naturelles ou encore en termes d'effets négatifs sur la santé humaine.

Axe 3. Vers des matières premières secondaires ?

La politique de gestion des déchets a été l'un des thèmes importants du Grenelle de l'Environnement et la France occupe une position forte en Europe et dans le monde et il existe également un fort potentiel de développement de PMEs/PMIs sur ce secteur. Malgré l'importance des progrès accomplis depuis plus de 20 ans, la gestion des déchets industriels et urbains reste un sujet sur lequel des améliorations importantes restent à apporter pour atteindre les objectifs fixés par la France et la stratégie européenne[11]. D'autre part, les tensions sur les matières premières sont en passe de devenir des verrous majeurs pour l'industrie. Il devient stratégique et économique d'augmenter significativement le taux de

[11] Commission Communication "Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste", COM (2005) 666 final

recyclage des déchets au-delà des voies conventionnelles de valorisation énergétique par l'incinération. **Le programme aura pour ambition d'amplifier les recherches sur ce thème en forte croissance, avec notamment un renforcement des équipes académiques sur un secteur où elles sont peu présentes.**

L'innovation dans ce secteur s'appuie sur une large palette de procédés de recyclage, de méthodes et de technologies, telles que, le tri, les techniques de séparation et de déshydratation, etc. Cet axe thématique se centre sur les filières à fort enjeu en termes de volume à traiter (sédiments, déchets du bâtiment, etc.) et à forte valeur ajoutée potentielle (récupération de métaux, déchets d'équipements électriques et électroniques, véhicules hors d'usages, etc...).

L'appel à projets 2011 souhaite soutenir principalement trois types de projets :

- des approches systémiques considérant l'ensemble des filières depuis l'éco-conception, la production, le recyclage jusqu'à l'usage du/des déchet(s) avec des objectifs d'amélioration du taux de recyclage et de valorisation. L'approche économique devra dépasser l'analyse des coûts et prendre en compte la dynamique des marchés des matières premières primaires et secondaires, à la fois pour l'utilisation visée et pour les débouchés concurrents,
- des projets se focalisant sur le développement de briques technologiques très innovantes et permettant des gains de performances techniques ou économiques significatifs. Les principaux verrous identifiés sont l'efficacité du broyage, du tri et des techniques séparatives, voire des technologies de déconstruction,
- des approches portant sur des ruptures technologiques sont attendues notamment en matière de marquage et de traçabilité des matériaux ou des déchets, par exemple en lien avec les technologies de l'information et de la communication comme par exemple l'exploitation de dispositifs directement issus de l'intelligence ambiante pour un contrôle accru du tri des déchets par des capteurs spécifiques ou des réseaux de capteurs adéquats.

Axe 4. Réagir : mieux traiter les environnements pollués

Ces technologies représentent aujourd'hui plus de 60 % du marché des éco-industries avec une forte capacité de la France, à diffuser des technologies innovantes dans ce domaine.

Cet axe se focalise sur des **recherches en rupture** (partenariales ou non) en encourageant notamment le transfert de technologies issues des biotechnologies et des nanotechnologies pour viser des sauts de performances techniques ou économiques en matière de traitement des pollutions. En particulier, des recherches à l'interface des nanosciences-nanotechnologies et des procédés de remédiation ou de traitement des milieux complexes et des pollutions sont à encourager.

Les innovations peuvent également porter sur des ruptures en matière de stratégies de traitement, notamment dans le domaine des effluents. Les domaines ciblés portent notamment sur des émissions potentiellement polluantes dont la réglementation n'impose pas encore de cadre strict en lien avec les développements technologiques actuels (substances émergentes, nanoparticules, nouveaux matériaux, produits de substitutions…).

Il pourra s'agir d'approches innovantes comme :

- la combinaison de traitements et d'usages (lien possible avec l'axe thématique 3), notamment dans le domaine de l'eau,

- la combinaison de traitement avec une autre fonction. Il s'agira dans ce cas de doter un élément qui conserve sa vocation première (par exemple un matériau de construction) d'une propriété de traitement (dépollution de l'air par exemple),

- l'intégration des fonctions de traitement aux fonctions de production (traitement à la source) afin d'éviter les mélanges d'émissions, souvent plus difficiles à traiter, et favoriser les recyclages.

Les applications d'ingénierie écologique applicables à des pollutions industrielles ou urbaines sont également éligibles dans cet axe (ex. : développement d'écosystèmes efficients pour certaines fonctions de bioremédiation, restauration des milieux, etc.).

Axe 5. Surveiller : observer plus et mieux l'environnement

La surveillance de l'environnement est devenue un champ à part entière des écotechnologies et constitue généralement le premier pilier des politiques de gestion de l'environnement pour les risques chroniques (cf. directives cadres sur l'eau, sur l'air, les sols) et les risques accidentels pour l'environnement. Cela nécessite la mise en place de stratégies de déploiement (au sol, en mer ou dans l'espace), d'instrumentations à bas coûts, d'acquisition de données de masses et d'outils de validation, de gestion et d'interprétation de ces données.

Cet axe vise à soutenir des projets visant à déployer les **systèmes d'instrumentation** intégrés (capteurs, acquisition, interprétation) très innovants. Les objectifs principaux de ce thème consistent à favoriser des transferts d'innovation issues des sciences et technologies de l'information et de la communication, ou les couplages entre les systèmes d'observation spatiale ou aérienne et les mesures au sol, et les recherches permettant de réduire significativement le coût des mesures et analyses.

Les verrous identifiés sont notamment :

- la mesure de substances dont le potentiel toxique ou écotoxique est suspecté, mais dont les caractéristiques ne sont pas encore clairement intégrées dans le cadre réglementaire notamment du fait de l'absence de technologie performante (ex : caractérisation, mesure et surveillance des nanomatériaux – nanotubes, nanoparticules - et nanotechnologies, polluants émergents de la DCE , etc.),
- le développement de réseaux de mesure en temps réel et à bas coût (échelles urbaine et régionale notamment),
- les technologies dédiées à la caractérisation des différentes expositions environnementales (nature, sources) et des populations exposées, en lien notamment avec les actions recommandées dans le cadre du plan national santé-environnement ,
- les dispositifs de surveillance de pollutions diffuses ou mixtes, les systèmes de traitement de données associés et les modèles de traitement des données de pollutions diffuses,
- les dispositifs de traitement de données multi-sources permettant d'améliorer significativement les systèmes d'alerte (ex : modèles prédictifs en lien avec des systèmes de mesure) ou systèmes d'aide à la décision automatisés visant à minimiser les impacts environnementaux.

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche**

La recherche du programme ECOTECH est essentiellement finalisée. Certains sujets traitant d'approches relativement amont mais à haut potentiel seront prises en compte dans le programme, et sans condition partenariale.

Le programme exclut l'expérimentation et le développement pré-concurrentiel qui sont traités dans le cadre des appels à projets ECO-INDUSTRIE co-financés par la DGCIS, l'Ademe et Oséo.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR sera le seul financeur du programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Les projets sont essentiellement partenariaux public/privé, mais avec une part de projets académiques pour des projets à hauts risques et porteurs d'enjeux.

Positionnement international

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

Le programme est en phase avec les priorités du 7ème PCRD : 6.3 (Environmental Technologies) et (NMP) Nanotechnologies, materials and Processes et également avec le nouveau programme « Eco-innovation » du Programme Cadre Compétitivité Innovation (CIP).

Les programmes relatifs aux technologies de l'environnement et à la production durable ont également fait l'objet d'une analyse internationale des programmes existants (en particulier en Allemagne, en Suisse, en Autriche, en Suède et aux Pays-Bas).

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales au niveau des projets, dans la mesure où chaque équipe étrangère trouve son financement dans le pays hôte.

Un accord bilatéral avec le ministère de la science et de la technologie (MOST) de la république populaire de Chine a été signé pour l'appel à projets 2010. Il concernait exclusivement les problématiques de gestion de l'eau. Des négociations sont en cours pour renouveler l'expérience en 2011.

ERA-Net ECO-INNOVERA

L'ANR est partenaire de l'ERA-Net ECO-INNOVERA dont le démarrage est prévu en novembre 2010. Ce réseau coordonné par le BMBF, rassemble 14 pays. Il a pour objet de mettre en réseau l'ensemble des programmes européens sur les éco-innovations. L'ANR et l'ADEME sont les deux représentants français. L'ANR est en charge du WP sur la mise en place de deux appels à projets.

Le premier appel à projets de l'ERA-Net est prévu pour être initié dans le troisième trimestre 2011, mais ne mobilisera des financements que sur l'exercice 2012.

Programme :
Transports Terrestres Durables

Résumé :
Le programme Transports Terrestres Durables (TTD) fait suite au programme Véhicules pour les Transports Terrestres (VTT). Il est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Il concerne tous les modes de transports terrestres c'est-à-dire la route, le rail et les voies d'eau, et toutes leurs applications (particuliers, professionnels, voyageurs et marchandises).
Le programme s'ouvre aux interfaces entre le véhicule et l'infrastructure et les usagers de modes de transport. Il est organisé en trois axes thématiques gigognes : les groupes motopropulseurs, les véhicules de transport, les systèmes de transport. Ce programme est partenarial, il est ouvert aux projets franco-allemands issus de la coopération Deufrako, et aux projets européens issus de l'ERA-Net sur l'électromobilité.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme national, ouvert à des consortiums internationaux en particulier aux projets européens sur « l'électromobilité » et aux projets franco-allemands dans le cadre de Deufrako.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme TTD fait suite au programme VTT (Véhicule pour les Transports Terrestres). Il a pour vocation de s'ouvrir plus largement aux interfaces entre les véhicules et leur environnement, c'est à dire aux systèmes urbains, aux infrastructures, aux conducteurs et aux usagers de différents modes de transport. Ce programme contribue au programme interministériel PREDIT 4. Il est dans la continuité des appels à projets ANR lancés depuis 2005.
Pour rappel, les différents AAP lancés par l'ANR ont été en 2005 : TIC et sécurité ; en 2006 : Transports Intelligents (TI) et Véhicules Propres et Economes (VPE) ; en 2007 : Transports Sûrs Fiables et Adaptés (TSFA) et Véhicules Propres et Economes (VPE) ; en 2008 et 2009 et 2010 Véhicules pour les Transports Terrestres : (VTT).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme TTD s'inscrit dans la logique des orientations fixées par le **Grenelle de l'environnement**[12] et du plan « véhicules décarbonnés ». Il est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Ce programme aborde d'une part les technologies conventionnelles pour des recherches incrémentales et d'autre part les nouvelles technologies pour des approches en rupture. Ce programme est complémentaire des démonstrateurs de recherche mis en place par l'ADEME dont le rôle est plus aval et plus intégrateur.
Le programme TTD couvre plusieurs champs scientifiques et technologiques, de plus il concerne tous les modes de transports terrestres c'est-à-dire **la route, le rail et les voies d'eau, et toutes leurs applications** (particuliers, professionnels, voyageurs et marchandises).
Le programme TTD a également pour vocation de traiter les interfaces entre les véhicules et l'infrastructure (V/I) ; le véhicule et le conducteur ; le véhicule et les usagers. Par ailleurs, le programme vise à développer l'approche systémique des transports afin de construire les éléments multimodaux, interopérables et intégrés, de la mobilité du futur.

Les objectifs du programme TTD sont :

- **Augmenter l'efficacité énergétique des véhicules et réduire leur impact sur l'environnement** en termes de gaz à effet de serre[13], de polluants locaux réglementés et/ou non réglementés et de bruit.
- **Augmenter la qualité, la fiabilité et la sécurité des systèmes de transports** en maintenant une grande accessibilité et une haute productivité.

Impacts espérés

Les impacts attendus sont de deux natures et portent sur les aspects environnementaux et sociétaux.

Les impacts environnementaux sont :

- L'obtention de gains significatifs au niveau de la consommation énergétique et des émissions de CO_2 afin de contribuer au ralentissement du réchauffement planétaire.
- La baisse des émissions de polluants réglementés (oxydes d'azote, particules, monoxyde de carbone et hydrocarbures imbrûlés) et non réglementés de manière à améliorer la qualité de l'air surtout dans les zones urbaines.
- La réduction des nuisances sonores qui sont ressenties comme la principale source de gêne des Français.

[12] Relevé de conclusion du programme « mobilité et transports » du Grenelle de l'environnement daté du 7 novembre 2007 http://www.legrenelle-environnement.fr.

[13] Plan gouvernemental de soutien aux véhicules dé-carbonés.

- La réduction de la dépendance aux énergies fossiles en proposant une adéquation des nouveaux systèmes de transport à un nouveau bouquet énergétique.

Les impacts sociétaux sont :

- L'amélioration de la mobilité des biens et des personnes.
- Une meilleure intégration des modes de transports dans les systèmes urbains et inter-urbains.
- La mise à disposition de modes de transport plus sûrs et plus sécurisés de manière à réduire la mortalité et l'insécurité.
- Le développement de véhicules de transports plus adaptés à la demande, en particulier plus accessibles et ergonomiques notamment pour les personnes à mobilité réduite.
- Le développement de véhicules et d'éléments de systèmes de transports plus fiables, en particulier pour toutes les applications intégrant l'électronique et les technologies de l'information et de la communication.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques, environnementaux et sociaux

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

Le poste budgétaire dédié au transport est le troisième en termes de dépenses après ceux dédiés à l'habitation et l'alimentation. Son coût élevé et l'impact environnemental qu'il engendre ont modifié la façon d'organiser la mobilité en particulier en milieu urbain. Nous assistons à un transfert modal route / rail, et au développement de services et de modes alternatifs tels que le covoiturage, l'autopartage et le développement des modes doux.
Pour faire face à cette mutation, il convient de proposer aux usagers des véhicules terrestres de plus en plus performants sur les critères énergétiques et écologiques. L'efficacité des transports permettra aux usagers de disposer de technologies et de services diversifiés qui répondront au mieux à leurs besoins.

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

L'activité économique de l'industrie des transports est en pleine mutation. Au-delà d'une montée en puissance des services, le marché européen est un marché de renouvellement orienté sur des produits de haute technologie. Les volumes de vente resteront donc très probablement stables. A contrario, les marchés mondiaux sont en forte évolution en particulier dans les pays émergents comme la Chine et l'Inde pour lesquels le potentiel de croissance est très fort. Les besoins en produits seront en revanche différents, ils devront s'adresser à une clientèle au pouvoir d'achat plus faible tout en respectant des contraintes environnementales importantes dues en particulier aux fortes densités des zones urbaines.

Le domaine des transports représente le premier secteur d'emploi en France. Il est soumis à une concurrence internationale très forte et il est contraint par un système réglementaire des émissions très strictes (Normes Euro). La compétitivité de l'industrie française dans le

domaine sera assurée par le maintien d'une très forte capacité d'innovation de manière à assurer la pérennisation des parts de marché. Aussi, face à l'évolution du marché mondial, l'industrie française devra s'adapter à la forte segmentation des marchés et savoir à la fois proposer une offre de recherche capable de répondre aux besoins des marchés émergents, en particulier en proposant des solutions adaptées à la problématique bas coût/efficacité, tout en maintenant une offre à forte composante technologique pour les marchés européens.

Sur le plan environnemental, les constructeurs européens de véhicules particuliers se sont accordés pour limiter les émissions de CO_2 des véhicules neufs en 2012 au niveau de 130g/km. Les futures normes risquent d'intégrer le CO_2 dans la réglementation, cela constituera un nouvel enjeu technique et économique. La prise en compte de la problématique CO_2 modifie l'équilibre des compromis régissant le développement des groupes motopropulseurs (GMP), ce qui nécessite le développement de nouvelles solutions et peut faire émerger de nouvelles technologies en rupture.
En matière de polluants (HC, CO, NOx, particules), les réglementations des émissions existent. Les normes Euro 6 nécessitent le développement de technologies qui font l'objet d'une compétition industrielle très forte. La France a une position de leader aussi bien en termes d'émissions de CO_2 qu'en termes de post-traitement des polluants réglementés. Des travaux seront aussi à conduire sur les polluants non règlementés.

Il existe un enjeu considérable en ce qui concerne la définition des normes pour la standardisation des logiciels embarqués et des systèmes de communication et de compétitivité pour les concepteurs. En effet, la compétitivité des entreprises dans ce secteur passe aussi par leur capacité à mettre en place leurs propres standards afin qu'ils se généralisent et s'imposent sur le marché.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

En matière d'aménagement du territoire, le secteur des transports alimente en région l'activité économique de plusieurs pôles de compétitivité de classe nationale et mondiale. À ce titre, c'est le domaine économique qui connaît le plus grand nombre de pôles de compétitivité.

À titre indicatif, voici une liste des principaux pôles ayant une activité transport identifiée dans leur feuille de route technologique :

- Itrans : industrie ferroviaire (Nord Pas de Calais)
- IDforCAR : véhicule haut de gamme (Bretagne)
- Systematic : sur les systèmes embarqués (Ile de France)
- Advancity : mobilité et régions urbaines (Île de France)
- Moveo : pour la sécurité et l'énergie (Ile de France et Normandie)
- Novalog : pour la logistique des marchandises (Haute-Normandie)
- Véhicule du Futur : propulsion alternative et véhicule intelligent (Alsace)
- Lyon Urban Truck : pour les véhicules industriels et les bus (Rhône Alpes)
- Via meca : industrie de la mécanique (Auvergne, Limousin)

Enjeux sociaux et pour la société

Le domaine des transports est le premier gisement d'emplois en France.
La mobilité est un élément de bien-être et de progrès fondamental dans les sociétés modernes. L'évolution des conditions de mobilité conditionne une part importante de la compétitivité de nos sociétés, leur évolution économique et les modes de vies modernes.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les enjeux de sécurité présentent plusieurs volets : la sécurité routière, la sécurité des usagers vulnérables, la sécurité du transport de matières dangereuses, la sûreté des transports.
Par ailleurs, la réduction des émissions conduit à une amélioration de la sécurité sanitaire des usagers et riverains.

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

Les défis industriels du 21ème siècle seront énergétiques et environnementaux. Pour les véhicules particuliers la France occupe une position de choix en faisant appel à des technologies dites conventionnelles (moteur thermique) de petite cylindrée en particulier grâce à une maîtrise des technologies diesel à injection haute pression et des systèmes de filtres à particules associés. Pour aller plus loin, à terme, la maîtrise de l'hybridation des différentes sources d'énergie (électrique, mécanique, thermique) sera nécessaire.
En matière de recherche ferroviaire, les constructeurs et les exploitants français ont acquis un savoir-faire inégalé de la très grande vitesse qu'il convient de préserver dans des conditions de sécurité, confort et fiabilité accrues. Le programme TTD doit permettre d'aider à se préparer aux futures ruptures technologiques afin de permettre à l'industrie des transports français de garder la culture et l'image du leadership dans une compétition internationale.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

En 2009, la dépendance au pétrole dans le monde des transports était proche de 98 %. L'efficacité énergétique des modes de transports terrestres est au cœur des problématiques de recherche du programme.
Les projets de recherche du programme TTD devront aborder la question des ressources utilisées (fossiles, minérales ou organiques) en termes de disponibilité, de coûts et d'analyse de cycle de vie.

- **Pollutions**

Avec l'efficacité énergétique, la réduction des émissions polluantes est le second pilier du programme car il se conçoit dans les schémas alternatifs de motorisation. Les réglementations actuelles et futures qui fonctionnent par objectifs sont les principaux éléments d'action de la R&D dans ce domaine.

- **Risques industriels et sécurité**

En termes de risques individuels ou collectifs, les sécurités routière et ferroviaire sont au cœur du programme. Le risque industriel repose sur le fait que la voiture du futur sera très certainement beaucoup plus électrifiée et disposera de plus en plus de logiciels embarqués. La mutation technologique, déjà en cours, présente donc des risques très importants. De fait,

l'appareil industriel sera certainement profondément modifié ; le modèle économique aussi compte tenu de la montée en puissance des services associés.

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

Le programme transports terrestres durables est organisé en trois axes scientifiques qui traitent de problématiques systémiques de transport sur trois échelles différentes. Le premier axe se concentre sur les recherches sur les groupes motopropulseurs (GMP), le second axe traite des problématiques à l'échelle du véhicule, le troisième axe traite les sujets à l'échelle des systèmes de transports.
L'étude de nouvelles sources d'énergie et de leur stockage (biocarburants, carburants de synthèse, pile à combustible alimentée en hydrogène, stockage électrochimique dans les batteries ou super-condensateurs, volants d'inertie) ne fait pas directement partie de ce programme car il en existera d'autres dédiés à l'ANR (BIOME, SEED, PROGELEC). En revanche, l'intégration de ces nouvelles sources et leur adéquation avec des technologies existantes entrent dans le champ du programme TTD.

Le programme TTD est également à l'interface avec le nouveau programme « Bâtiments et Villes Durables », il couvre notamment les questions relatives aux infrastructures urbaines pour la mobilité durable. Un programme transversal dédié aux modes de vie et comportements traitera également des aspects socio-économiques pour la mobilité durable.

Axes et thèmes des recherches

Axe 1 - Groupes motopropulseurs efficacité énergétique et environnementale

Motorisations électriques et hybrides

Production et gestion d'énergie

- Management de l'énergie à bord et notamment du système de stockage
- Électronique de puissance, compatibilité électromagnétique
- Mécatronique

Moteurs électriques

- Machines électriques et leur contrôle
- Réduction des pertes
- Réduction des émissions sonores à la source
- Réducteur

Couplage à la motorisation thermique

- Véhicule électrique à prolongateur d'autonomie embarqué
- Véhicules hybrides et électriques (y compris deux-roues) pour le transport de voyageurs et de marchandises en ville
- Architectures de véhicule hybride et intégration des composants
- Véhicules connectables sur réseau : technologies de connections

Motorisation thermique

Problématiques de combustion

- Combustion des moteurs à combustion interne diesel et essence
- Nouveaux modes de combustion (CAI, HCCI, etc.)
- Modélisation et contrôle

Carburants alternatifs

- Adéquation carburants et moteurs : mélanges de carburants conventionnels et alternatifs (gaz naturel ou bio gaz, biocarburants, etc.)
- Carburants alternatifs dédiés à une flotte
- Stockage des carburants gazeux (gaz naturel, H2, etc.)
- Intégration des systèmes de stockage de carburants

Architecture des GMP (allumage commandé et diesel)

- Downsizing des moteurs thermiques pour des utilisations hybridées ou non hybridées. Réduction du nombre de cylindres.
- Downspeeding des GMP
- Optimisation de la boucle d'air (suralimentation, recyclage des gaz d'échappement haute et basse pression, distribution variable…)

Post traitement

- Systèmes de post-traitement optimisés en matière de réduction de polluants (NOx, HC, CO, particules, polluants non réglementés, etc.), de consommation et de coûts ; capteurs et logiciels de contrôle associés.
- Récupération d'énergie thermique à l'échappement
- Architecture optimisée moteur thermique/système de post-traitement

Axe 2 - Véhicules et modes de transport

Les approches intégrées de conception du véhicule et cycle de vie

- Conception de véhicules électriques différenciés en fonction des usages
- Conception, caractérisation des gains en émissions, impact environnemental
- Allègement et matériaux de substitution, conception et architecture du véhicule
- Aérodynamisme des véhicules
- Résistance au roulement (véhicules léger et poids lourds), contact pneu/chaussée et roue/rail
- Gestion globale de l'énergie à bord
- Analyse de cycle de vie des matériaux
- Traitement des émissions sonores (par typologie de GMP et de fréquences associées en particulier sur les hybrides et les véhicules électriques)
- Approche globale sur la vie du véhicule (conception, utilisation, recyclage) des émissions de CO_2 et des coûts

Les auxiliaires périphériques et accessoires

- Auxiliaires dédiés, auxiliaires de puissance
- Chaîne cinématique, transmission, embrayages innovants
- Consommation et adaptation des auxiliaires, et développement de nouveaux concepts
- Traitement passif ou actif du bruit propagé à l'extérieur

La sécurité et la sûreté des véhicules

- Les systèmes embarqués dédiés à la sûreté et la sécurité
- Le comportement en crash test des véhicules électriques et véhicules hybrides (stockage embarqué)
- La prise en compte des usagers vulnérables
- L'approche croisée des problématiques de sécurité passive et de l'utilisation des nouvelles sources d'énergie (en particulier pour les véhicules électriques)
- Les systèmes de proximité

La fiabilité des systèmes, des logiciels des véhicules

- Les systèmes de diagnostic embarqué, l'autodiagnostic
- Les systèmes de supervision embarqués
- L'architecture électronique, intelligence embarquée
- Gestion des interfaces entre les logiciels, les composants électroniques et les composants et organes
- Méthodes et outils de qualification des systèmes « by wire »
- Fiabilisation des systèmes
- Diagnostic des systèmes embarqués
- Sûreté et fiabilité en modes dégradés

Les aides à la conduite et au déplacement

- Les aides à la conduite adoptant une approche économe et sûre
- L'interaction avec le conducteur, analyse des comportements
- L'interaction avec le voyageur
- L'ergonomie des véhicules : gestion des interfaces pour l'accessibilité aux transports en commun et transports individuels, modularité de bus, …
- La conception d'interfaces hommes-systèmes intuitives
- Les aides à la navigation et au déplacement
- Les adaptations conjoncturelles des aides à la conduite (travaux, conditions extérieures)

Axe 3 - Les systèmes de transports

Les interfaces véhicule et environnement (infrastructure, usagers, conducteurs)

- Les communications et connexions avec l'infrastructure
- Les communications entre véhicules
- Les systèmes de communication robustes pour la sûreté des transports
- Les systèmes de supervision distribués
- Les protocoles d'échange
- L'optimisation de la consommation énergétique basée sur une meilleure communication entre véhicules et avec infrastructure

La gestion de réseaux de transport

- L'optimisation des changements de modes de transport
- La régulation de trafic, des réseaux guidés, des réseaux dédiés

- La sûreté des voyageurs dans le système transport : système de détection des infractions, système d'information et gestion d'aléas
- L'automatisation des processus
- Le traitement des informations multi-support (signaux satellitaires, son, vidéo, radio)
- Les réseaux de capteurs, la fusion de données
- Le développement d'une mobilité à interfaces optimisées entre modes
- Les outils d'évaluation de l'efficacité énergétique des systèmes de transports
- L'ingénierie de la mobilité, la maîtrise de la demande de transport, la mesure des pratiques de mobilité
- Le développement d'outils de modélisation et de planification des besoins des usagers
- La prise en compte des usages et modes de conduite

Le transport de marchandises

- La traçabilité des marchandises et leur protection
- La gestion de la chaîne logistique
- Les systèmes de suivi
- La gestion du risque par système expert

Productivité et services

- Les outils de planification des besoins
- Les bases de données dynamiques de services (dessertes, infrastructures)
- L'optimisation des systèmes de transports et des services
- Les systèmes d'aide à la décision, les systèmes d'information
- L'organisation des services : recueil et enrichissement des bases de données
- Les systèmes automatisés pour la mise à disposition de véhicules en libre service ou pour les circulations en convois

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche**

Elle est appliquée, finalisée, pouvant faire appel à des expérimentations et des développements technologiques. Cette recherche est par nature interdisciplinaire.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Ce programme s'inscrit dans le cadre du nouveau programme inter ministériel : le PREDIT 4.

- **Type de partenariat de recherche**

AAP réservé à la recherche partenariale.

Positionnement international

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

L'accord Deufrako rend possible un cofinancement de projets franco-allemands par le BMWI.
L'ERA-Net en cours de négociation sur l'électromobilité permettra de financer des consortiums européens.

Ecosystèmes et Développement durable

Ecosystèmes et développement durable

Le Comité scientifique sectoriel du secteur Ecosystèmes et Développement Durable a analysé l'historique des programmes financés dans les cinq dernières années. Pendant cette période, l'ANR a financé trois grandes thématiques : l'agriculture durable, l'alimentation et la biodiversité. S'y est ajoutée la thématique plus large des Contaminants dans les écosystèmes et les conséquences en termes de santé, thématique commune à différents secteurs. L'ANR a aussi financé le domaine scientifique et technologique de la génomique et des biotechnologies végétales, animales et microbiennes.

Dans ce cadre, des thématiques plus détaillées ont été explorées : la gestion de systèmes de culture et d'élevage fondés sur l'écologie scientifique, la gestion durable des sols et des eaux, la connaissance et la gestion de la biodiversité de différents milieux (activité transférée dans le domaine non thématique en 2010), la gestion de services écologiques… Des ateliers de réflexion prospective ont travaillé sur l'utilisation alternative des ressources en biomasse et sur l'adaptation des écosystèmes et de l'agriculture au changement global. Certains sont en cours sur l'évolution des territoires circa-méditerrannéen face au changement global et sur le fonctionnement des écosystèmes marins. Les sciences et technologies qui ont été mobilisées dans le cadre de ces thématiques ont été nombreuses. Elles doivent en permanence faire l'objet d'actualisations et d'innovations, particulièrement : la génétique, la protection des plantes et animaux, l'écotoxicologie, l'écologie et l'ingénierie écologique, les systèmes d'information environnementale et la gestion de grandes bases de données, la prospective, la gouvernance et la gestion durable des systèmes et des filières de production. Ces aspects scientifiques ont été largement pris en charge dans les années précédentes.

Après une année de réflexion, il a été proposé que l'axe central de ce secteur scientifique soit celui de la gestion durable des écosystèmes terrestres et marins et des territoires conçus comme des complexes socioécologiques (notamment ces complexes productifs), de leurs ressources et de leurs services, sous contrainte de changements globaux (climatique et plus largement anthropiques, économiques et sociaux). On peut aussi considérer, dans une approche plus marquée par l'écologie et par la stratégie des acteurs pour s'adapter aux changements, qu'il s'agit de gérer durablement le vivant et les ressources naturelles exploitées.

Les programmes qui découlent de cette orientation ont un caractère thématique transversal intégrateur. Les domaines scientifiques correspondants (biologie, génétique, biotechnologies, écologie, sciences humaines et sociales, sciences de la gestion…) bénéficient des programmes non thématiques où ils constituent des « entrées naturelles » et où l'innovation scientifique et technologique peut être financée. Par ailleurs, les programmes entrant dans le cadre des « Investissements d'avenir » (Grand emprunt) prévoient des priorités dans le domaine de la génomique, de la biotechnologie et des cohortes pour l'étude des aliments. Mais ces disciplines, en particulier la génomique, constituent aussi les composantes naturelles des trois programmes thématiques qui ont été identifiés. Ces programmes sont :

- Un programme centré sur l'adaptation des écosystèmes (cultivés ou peu anthropisés), des territoires et de leurs ressources au changement global (climat, écologie, économie, sociétés). Il est appelé « Agrobiosphère » pour exprimer l'importance des dimensions agricoles, écologiques et globales. Il fait l'objet d'attentes de plus en plus fortes des milieux agricoles et des milieux maritimes.
- Un programme centré sur la génétique, la biologie et l'écologie de l'adaptation des individus, des populations et des communautés aux stress et aux perturbations diverses. La composante génétique y sera importante et mise au service des enjeux de l'adaptation : adaptation à la sécheresse, aux variations des régimes océaniques, à la température, résilience des rendements, économie de nutriments… Ce programme est intitulé « Adaptation : des gènes aux populations ».
- Un programme intitulé « Systèmes alimentaires durables » destiné à gérer la durabilité de l'ensemble des filières, des process allant de la production agricole jusqu'aux consommateurs.

Programme :

AGROBIOSPHERE

Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources aux changements globaux

Résumé :
Ce programme fait suite à l'Atelier de réflexion prospective ADAGE sur l'adaptation au changement climatique en s'intéressant aux échelles locales et celle des écosystèmes productifs (le programme « Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés » prenant en charge toutes les grandes échelles). La biosphère connaît et connaîtra des évolutions globales importantes (changement climatique, pression anthropique sur la biodiversité, perturbation des grands cycles biogéochimiques) auxquelles elle s'adaptera. Les systèmes productifs - l'agrobiosphère et les écosystèmes marins et aquatiques continentaux- que l'on peut qualifier « d'écocultures » c'est-à-dire d'écosystèmes gérés à des fins productives, ainsi que les territoires et les ressources qu'ils comportent devront aussi s'adapter à d'autres contraintes : raréfaction relative de l'énergie fossile, des engrais fossiles, contestation sociale des techniques agricoles conventionnelles… Par ailleurs, les besoins des sociétés ne cessant d'augmenter, les écosystèmes seront de plus en plus sollicités. La croissance des objectifs et la montée des contraintes risquent de créer des crises. On peut anticiper ces crises par la recherche et l'innovation. Il faut donc **ménager des transitions vers des systèmes productifs intensifs mais durables. Les technologies relatives à l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'aquaculture et à toutes les formes d'utilisation des écosystèmes devront donc évoluer et cette évolution devrait se faire en poursuivant dans la voie de l'intensification écologique** qui implique notamment des stratégies de gestion intégrée de la santé des plantes et animaux et une meilleure maîtrise des interactions biotiques. Ces transitions doivent être raisonnées en favorisant l'adaptation aux changements globaux. Le programme vise donc à **offrir des voies de sortie technologiques, économiques et sociales aux problèmes de la viabilité et de l'adaptation des écosystèmes productifs et des ressources aux changements globaux.**

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013

- **Type de programme :** ouvert (partenariat public-privé ou recherche publique seule)
- **Dimension internationale du programme** : Programme national mais qui sera sollicité par des partenaires européens pour des alliances.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme fait suite aux travaux de l'Atelier de Réflexion Prospective ADAGE (Adaptation de l'Agriculture et des Ecosystèmes Anthropisés au Changement Climatique), et prend en compte les avancées du programme SYSTERRA 2008-2010 (Systèmes, Territoires, Ressources, Acteurs) et les premiers éléments de bilan du programme Agriculture et Développement Durable (ADD) 2005-2006. Il s'appuie notamment sur le développement de la thématique de « l'agriculture écologiquement intensive » dans l'agriculture française. Il est né d'une refonte complète des programmes antérieurs du secteur « Ecosystèmes et développement durable » à l'instigation du Comité scientifique correspondant afin de répondre aux enjeux de gestion durable des écosystèmes, des territoires, des ressources et des services liés.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme vise à définir les technologies et les accompagnements économiques, institutionnels, et sociaux devant **permettre une utilisation viable des écosystèmes** (au plan environnemental, économique et social), **dans une perspective d'adaptation aux « changements globaux »** (dans l'ordre environnemental, écologique, économique et social) tout en garantissant que les écosystèmes cultivés produisent les extrants et les services nécessaires aux sociétés aux niveaux de production et de productivité requis. Le programme concerne toutes les **« cultures » -agriculture, horticulture, arboriculture, foresterie, élevage, aquaculture, pêche…-** utilisant les écosystèmes continentaux et marins, les ressources et les territoires qui leur sont liés, ainsi que les acteurs qui les gèrent.

L'adaptation (en matière de climat) peut être définie comme « l'ensemble des évolutions d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés devront opérer pour minimiser les impacts négatifs du changement climatique et en maximiser les effets bénéfiques[14]. L'importance des enjeux est bien résumée dans le **« Plan adaptation climat »** (Juin 2010) : « Les secteurs agricoles et forestiers sont particulièrement sensibles aux effets du changement climatique. Les modifications de température (en particulier des minima et maxima), de la répartition saisonnière des précipitations, l'augmentation de la variabilité, les événements « extrêmes » (canicule, sécheresses, tempêtes) peuvent avoir des conséquences directes importantes sur l'ensemble des productions. En outre, les modifications climatiques peuvent induire d'importantes perturbations sur les écosystèmes (développement de pathogènes, d'espèces invasives, ou encore décalages entre cycles de vie, réduction de la biodiversité…) susceptibles là encore d'affecter la production. L'adaptation des secteurs agricole et forestier doit, pour être effective, s'inscrire dans une vision stratégique, incluant l'ensemble des enjeux environnementaux, économiques et sociaux. Cette exigence est ici d'autant plus prégnante qu'en matière agricole et forestière l'adaptation est nécessairement systémique et qu'elle doit prendre en compte l'impact sur les filières économiques et sur les

[14] C. de Pertuis, S. Hallegatte, F. Lecocq. Economie de l'adaptation au changement climatique.

territoires. Il importe également de souligner certains facteurs d'inertie propres aux secteurs agricole et forestier. En forêt, on plante pour un siècle et l'on n'intervient chaque année que sur une faible part de la superficie. En agriculture, changer un élément de système de culture peut avoir des conséquences sur tout le système ainsi que sur la filière (amont et aval). En outre, la multiplicité et la diversité des acteurs à mobiliser est à elle seule un important facteur d'inertie, surtout en situation d'incertitude.

Résultats attendus

Après une longue période pendant laquelle l'agriculture française et la plupart des agricultures du monde ont connu une certaine stabilité de leur environnement écologique et économique, s'est ouverte une période d'instabilité et de mutation. Plus généralement, ce sont tous les écosystèmes et combinaisons d'écosystèmes (les « paysages ») utilisés par les sociétés qui sont maintenant devant la perspective de devoir être adaptés aux évolutions.
Les programmes ADD (Agriculture et Développement Durable) et SYSTERRA (Ecosystèmes, Territoires, Ressources vivantes et Agricultures) produisent depuis quelques années des résultats qui permettent d'identifier des perspectives de réponse. Le programme « Agrobiosphère » devrait poursuivre dans cette direction et viser à :

- Favoriser le **développement des connaissances interdisciplinaires à l'interface entre sciences biophysiques appliquées à la gestion des écosystèmes et des territoires** (agronomie, écologie, sciences du végétal et de l'animal), sciences de l'environnement et de la terre (climatologie, biogéochimie) et sciences humaines et sociales, tout en permettant une mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus.
- **Faire émerger des connaissances axées sur les liens entre climat, utilisation des terres, cycles biogéochimiques, performances économiques, sociales et environnementales des systèmes de production (agricoles, aquacoles, forestiers), gestion et gouvernance des territoires.**
- Permettre **d'élaborer des modèles réalistes, intégrant le comportement des sociétés, d'évolution des écosystèmes et des territoires dans un contexte de changements globaux** pour poursuivre l'effort entrepris sur la voie de l'intensification écologique des systèmes de production en le complétant par un effort d'adaptation de ces systèmes.

Des résultats sont particulièrement attendus dans les domaines suivants :

- **l'adaptation, au changement climatique** et en particulier aux évènements extrêmes ;
- **la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de séquestrer durablement du carbone dans les écosystèmes ;**
- la nécessité de **limiter les pertes de biodiversité et à plus long terme, de rétablir et d'enrichir celle-ci** ;
- plus généralement, la nécessité de **réduire fortement les atteintes à l'environnement, notamment en matière de pesticides (Plan Ecophyto 2010) ;**
- **l'adaptation à des raretés** éventuelles et potentielles en matière d'énergie (pétrole) et de ressources de fertilité fossiles (engrais chimique azoté et phosphatique) ;

- l'adaptation à un **contexte économique plus fluctuant, plus imprévisible** et où la compétitivité serait renforcée ;
- l'adaptation par la recherche et l'innovation à des **restrictions plus fortes dans l'usage de molécules chimiques** pour la protection des végétaux et animaux ;
- la nécessité de **diversifier les productions en fonction des nouveaux besoins** des sociétés (alimentation, énergie, biomolécules, services écologiques, bien-être des consommateurs, esthétique du paysage…).

Les résultats attendus sont de différents ordres :

- **des technologies de production de biens et services, et de gestion (optique viabilité) des écosystèmes** : transitions à trouver entre les systèmes actuels et des systèmes de production intensifs, durables et adaptés aux changements globaux. Ces transitions peuvent être de plusieurs natures, qui peuvent se décliner du court au long terme : simples adaptations de systèmes existants, transformations et déplacements de systèmes de production dans des régions plus favorables, ou encore ruptures et émergences de systèmes inédits. Les conséquences territoriales de ces transitions doivent être analysées de manière intégrative, en tenant compte d'une cascade d'impacts de ces changements sur les besoins en eau, sur la qualité des sols, sur la pression de bio-agresseurs, sur les besoins en intrants et en énergie, sur l'origine, la qualité et la typicité des produits et sur la compétitivité économique des filières et des territoires. Pour l'élaboration de ces techniques productives, la voie qui est proposée est celle de processus et procédés bioinspirés (bio-économie) et particulièrement pour l'agriculture, celle de **« l'écologiquement intensif » et à « haute performance environnementale ».**
- **des méthodes de gestion des espaces et territoires (nature ordinaire, réserves de biosphère) et des systèmes productifs :** une vision des interactions entre dynamiques des changements globaux et dynamiques des socio-écosystèmes. En particulier, les risques associés à l'augmentation de la variabilité climatique et à des événements climatiques extrêmes seront caractérisés, ce qui permettra de définir des stratégies territoriales et sectorielles visant à anticiper et pallier les impacts de crises climatiques.
- **des éléments de réflexion pour des politiques publiques et des incitations à l'évolution des comportements des acteurs :** l'évaluation des politiques et des stratégies d'adaptation au regard des compromis entre instruments réglementaires et instruments de marchés et en appréciant leurs effets sur les services écoystémiques et la dynamique économique, sociale et environnementale des territoires.

Impact espéré

Pour l'agriculture, les résultats scientifiques et techniques attendus devraient nourrir les initiatives des agents économiques concernés, et tout particulièrement les coopératives agricoles et les Chambres d'agriculture qui manifestent leur intention de faire évoluer rapidement les systèmes productifs. L'impact espéré devrait se mesurer en termes d'amélioration de la situation environnementale, d'amélioration de la qualité des services

écologiques, d'économie d'intrants fossiles et énergétiques, de résilience des systèmes tant au plan écologique (adaptation au changement climatique) qu'économique et social.
Pour la foresterie, l'impact attendu devrait s'exprimer dans la capacité à adapter les forêts au changement climatique, dans le rétablissement et l'enrichissement de la biodiversité et dans la production de nouveaux services économiques et écologiques.
Pour la pêche et l'aquaculture, l'impact espéré concerne la gestion des ressources halieutiques afin d'éviter les effondrements des stocks biologiques, d'éviter les « effets en cascade » et de garantir une production aquacole viable au plan environnemental, économique et social.
Plus généralement, on espère par ces recherches, contribuer à faire évoluer la gamme des espèces disponibles dans différents milieux et de mieux maîtriser les interactions entre espèces (risques d'invasion, déséquilibres…) en vue d'une meilleure résilience des écosystèmes face aux perturbations.
Par ailleurs, le programme devrait permettre la constitution d'une communauté scientifique dans le domaine de l'adaptation des écosystèmes productifs aux changements globaux.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Si l'adaptation spontanée permet souvent de limiter les impacts négatifs d'un changement climatique et, de manière plus générale de changements globaux, une adaptation non organisée peut néanmoins conduire à en amplifier les effets négatifs et les surcoûts, ou à en limiter les bénéfices. Cette question se pose aussi bien à l'intérieur d'un pays, où des stratégies d'adaptation locales non coordonnées peuvent se révéler globalement néfastes, qu'au niveau international, en particulier dans les relations Nord-Sud. Ceci souligne l'importance de recherches permettant de préparer l'adaptation afin d'éviter ce type d'écueils et de tirer parti du changement lorsque l'occasion se présente.

L'adaptation doit donc être comprise comme une politique de transition permanente sur des pas de temps allant du moyen au très long terme, qui comprend des choix quelquefois irréversibles correspondant à des points de bifurcation dans les systèmes productifs. Par ailleurs, les impacts à venir du changement climatique doivent être intégrés dès aujourd'hui dans les choix d'aménagement du territoire. Les enjeux économiques associés à cette question des transitions entre activités et/ou entre régions deviennent dès lors un enjeu central.

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

L'avènement de technologies de production beaucoup moins polluantes et réduisant leur empreinte écologique, par exemple en ménageant les ressources naturelles vivantes, pourrait constituer une demande de plus en plus importante de la part des consommateurs, jusqu'à justifier l'existence de certifications, labels ou normes garantissant que les produits obéissent à des productions conformes à des cahiers des charges satisfaisant leur préférences. Cette demande s'ajoute à celle qui concerne la sécurité et la sureté de l'alimentation.

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

L'adaptation des écosystèmes recèle deux enjeux importants dans le domaine de l'économie de la production :

- Un enjeu de coût des infrastructures écologiques nécessaires à l'adaptation des écosystèmes : trames vertes, trames bleues, zones protégées, sauvetage et réhabilitation d'écosystèmes (forêts, zones humides, lagons…) ;
- Un enjeu de maintien des revenus de ceux qui vivent de l'utilisation des écosystèmes, alors que certaines charges vont augmenter (raretés) et que les technologies conventionnelles seront de plus en plus restreintes, ce qui conduit à : maintenir la productivité, assurer les niveaux de compétitivité nécessaires, diminuer les charges.

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

Les technologies économiques en énergie, en intrants, peu polluantes, économes en ressources naturelles et adaptées aux changements climatiques, qui, de plus confèreraient un caractère de résilience économique aux entreprises qui les utilisent devraient permettre d'améliorer la compétitivité générale des activités concernées et leur donner des avantages particuliers à l'exportation.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Ces avantages comparés devraient symétriquement (par rapport à la possibilité d'exporter) garantir à long terme une stabilisation et une sécurisation et un ancrage géographique des activités face à une concurrence mondiale qui serait accentuée.
Mais les impacts des changements globaux ne seront répartis ni uniformément, ni équitablement à l'échelle du territoire. D'un point de vue géographique, certaines régions pourraient se trouver très affectées par les changements projetés, alors que d'autres le seraient moins et pourraient même en tirer parti, ces différences tenant autant à l'exposition aux aléas climatiques qu'aux spécificités géographiques et socio-économiques territoriales susceptibles d'influencer la vulnérabilité des systèmes.

Enjeux sociaux et pour la société

D'un point de vue individuel, les acteurs ne seront pas égaux devant les changements globaux. Selon les secteurs d'activité économique et selon la vulnérabilité sociale, les effets ne seront pas redistribués de la même façon. Les individus les plus défavorisés seront probablement les plus affectés et ce le plus rapidement par les impacts négatifs du changement.

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Les techniques « écologiquement intensives » demandent plus d'emploi qualifié : surveillance des écosystèmes, diversification des modes opératoires, opérations plus réflexives, opérations plus tributaires des états du milieu que pour les techniques conventionnelles. L'emploi supplémentaire pourrait être permis par les économies d'intrants.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Définir et gérer les écosystèmes productifs dans une finalité d'adaptation à des objectifs multiples demandera de plus en plus de capacités intellectuelles et d'expérience. Cela suppose en effet une maîtrise du pilotage de la complexité des fonctionnalités écologiques, et une maîtrise des « techniques de précision » utilisant intensivement des TIC. La mise en

place de nouveaux « systèmes d'innovation » mobilisant une diversité d'acteurs pour élaborer des solutions adaptées à la diversité des situations locales, constitue un aspect important du développement de ce capital humain.

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

Un aspect important de l'émergence de ces nouvelles technologies et comportements est représenté par les gains de bien-être pour la population. En effet, cela devrait permettre de garantir une production suffisante et assez diversifiée, le recul des pollutions, une gestion précautionneuse des ressources naturelles, une garantie d'adaptation en temps nécessaire des différents écosystèmes caractérisant la biosphère, et une meilleure résilience économique et sociale des systèmes alimentaires.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les résultats du programme devraient donc améliorer la sécurité des écosystèmes, domaine encore peu abordé par les activités scientifiques et techniques. Les connaissances permettant les évolutions indispensables à la gestion durable des ressources assureront une stabilité pour l'avenir de leur conservation. Elles favoriseront une gestion durable des écosystèmes, diminuant ainsi les risques auxquels sont et seront exposées nos sociétés dans le futur (maladies émergentes, instabilité économique, santé, etc.).

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

Le succès des techniques productives inspirées par l'écologie scientifique, telles que l'on peut les observer d'ores et déjà, est de nature à rapprocher les agriculteurs de la société et à raffermir le contrat social entre les deux. En parallèle, on peut espérer que les consommateurs, donc les citoyens, feront évoluer leurs préférences collectives pour aller dans le sens d'une consommation durable.

Enjeux écologiques et environnementaux

L'accroissement de la population humaine à l'échelle mondiale détermine la transformation des écosystèmes continentaux et marins. La montée des besoins se traduit par une extension des surfaces cultivées et une tendance à accroître les prélèvements sur les stocks de ressources biologiques. Cette transformation tend à se faire d'une manière négative pour l'environnement : déforestation, dégradation des circuits hydriques, désertification, pollutions, altération du climat, perte de biodiversité, risques de disparition d'espèces et envahissements biologiques… Le changement climatique accentuera les effets de ces variables. Le programme vise principalement à gérer les enjeux écologiques et environnementaux, en particulier garantir une adaptation de l'agrobiosphère aux changements globaux, tout en assurant les productions nécessaires aux sociétés.

- **Ressources naturelles**

Le programme concourra à la préservation des ressources de la biomasse continentale (bois, ressources alimentaires, ressources en molécules de base pour les industries), à l'économie de ressources rares (engrais fossiles, hydrocarbures). Il s'attachera à faire en sorte que soient mieux gérés les grands cycles biogéochimiques (eau, carbone, phosphore, potasse, autres éléments nutritifs).

- **Ecosystèmes**

Il est centré sur la préservation des fonctionnalités des écosystèmes en même temps que leur adaptation aux différentes contraintes, notamment globales. La biodiversité des écosystèmes constitue un facteur important de résilience ; une priorité sera accordée à cette entrée scientifique.

- **Pollutions**

L'économie d'intrants (rendue nécessaire par la probable rareté) et le choix d'utiliser avant tout les fonctionnalités écologiques des écosystèmes par une intensification de leur usage permettra de réduire les pollutions dues aux excès d'intrants chimiques (engrais, herbicides, fongicides, insecticides…).

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

Axes et thèmes des recherches

- **Adaptation des écosystèmes cultivés, et des territoires ainsi que des productions aux changements environnementaux, économiques et sociaux.** Sur la base des scénarios internationaux sur l'évolution du climat et de la biodiversité et de l'évolution des contraintes économiques et sociales qui s'imposent à l'agriculture, cet axe concernera plus particulièrement l'ingénierie écologique et l'écologie du paysage dans la perspective de l'installation de trames vertes et de trames bleues et plus généralement d'un aménagement des milieux augmentant leur contenu en biodiversité, en carbone et en éléments nutritifs des plantes et animaux, en eau, tout en réduisant fortement les risques de pollution et facilitant une adaptation au changement climatique. La prise en compte des risques associés à l'augmentation de variabilité climatique et économique permettra d'élaborer les bases de stratégies territoriales et sectorielles visant à anticiper et pallier les impacts des crises.

- **Technologies et ingénierie de « l'écologiquement intensif » dans les systèmes agricoles en vue de leur adaptation aux changements globaux.** Cet axe de travail est centré sur la recherche de solutions technologiques pour adapter la fertilisation, la gestion de la structure du sol, de sa rétention en eau, la gestion des adventices, la gestion des couverts végétaux, la gestion des interactions dynamiques entre espèces (modélisation prédictive), la gestion de l'eau, la gestion des maladies et ravageurs, l'alimentation animale, la gestion du cycle du carbone et des cycles biogéochimiques des éléments utiles ainsi que la gestion de l'esthétique du paysage. Les STIC adaptées à une gestion « écologique » de l'agriculture et de l'élevage sont partie prenante du programme.

- **Technologies, institutions et politiques de la pêche et de l'aquaculture durables.** Cet axe est destiné à poursuivre l'effort de recherche entrepris dans SYSTERRA.

- **Accompagnement institutionnel et économique de la mutation vers des écosystèmes productifs plus adaptés au changement global.** Cet axe est destiné à

mieux connaître les coûts d'adaptation aux changementx environnementaux globaux et aux changements économiques et sociaux (changement climatique, volatilité accrue des prix…). La reconnaissance des services écologiques et leur rémunération, ainsi que les coûts de réhabilitation de milieux dégradés pourront être abordés. On s'intéressera aussi aux conditions juridiques et réglementaires d'accès aux ressources et aux conséquences de ces modes d'accès sur l'avènement de systèmes adaptés aux changements globaux.

- **Zones protégées et adaptation aux changements environnementaux et climatiques :** la politique des réserves de biodiversité suffira t'elle à garantir la résilience des écosystèmes ? Comment concilier les stratégies de réserves de biodiversité avec les aménagements des milieux « ordinaires » (trame verte et trame bleue) ? La réhabilitation et l'adaptation d'écosystèmes anthropisés mis sous tension de viabilité devrait devenir une exigence pour la recherche et correspond à d'importants besoins du Fonds Français pour l'Environnement Mondial.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les recherches sur l'adaptation des écosystèmes, des territoires et de leurs productions doivent faire face à des défis tant conceptuels que quantitatifs. Ces défis concernent en particulier :

- l'intégration des méthodes et des connaissances entre disciplines grâce au développement d'approches de modélisation intégrant plusieurs sous-systèmes et plusieurs disciplines ;
- l'organisation de bases de données simulées de grande taille, dont l'analyse nécessite des approches spécifiques particulièrement pour développer des études de risque et de vulnérabilité ;
- la mise au point de technologies de l'adaptation se déclinant dans de nombreux domaines, qu'il s'agisse de l'hydraulique, du traitement des effluents, des méthodes agronomiques, zootechniques ou de l'intégration des innovations génétiques ;
- les besoins de concepts en matière d'écologie de la production sous contraintes de viabilité et d'adaptation ;
- les besoins en « écologie synthétique », c'est-à-dire en ingénierie capable de reconstituer des écosystèmes viables dans des situations extrêmes de fragilisation d'écosystèmes ;
- le besoin d'évaluation des coûts d'adaptation sur longue période ;
- enfin, le besoin de produire des méthodes de recherche permettant le dialogue entre les producteurs expérimentateurs et la recherche institutionnelle.

- **Type de recherche**

Finalisée (principalement), mais aussi exploratoire.
Il peut s'agir aussi de partir de faits réels ou de dispositifs expérimentaux. Dans tous les cas, il s'agit de recherche interdisciplinaire.
Plus précisément, dans le domaine de la création de technologies, deux voies sont à privilégier :

- l'utilisation **de voies technologiques revisitées par re-engineering** : nouvelles rotations culturales, gestion et pilotage biologique des sols et de la fertilité, gestion des cycles biogéochimiques, lutte biologique…
- la **bio-inspiration** : invention de nouvelles molécules imitant des molécules naturelles (protection contre maladies et ravageurs, maîtrise de l'allélopathie, etc.)

A cela s'ajoute l'utilisation des STIC, notamment pour des fonctions biologiques (puces enregistrant des paramètres biologiques) ou des fonctions d'information ou d'intervention (par exemple : drones pour phénotypage à haut débit de végétaux).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera le programme seule mais est ouverte à des cofinancements destinés à des équipes de pays du Sud financés par l'AIRD, qui a financé cet aspect du programme SYSTERRA durant 3 années.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est ouvert : partenariat public-privé ou recherche publique seule. Le partenariat avec des réseaux d'agriculteurs – expérimentateurs est bienvenu.

Positionnement international

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

Il n'y a pas de programme équivalent dans le monde. Des réflexions dans le cadre de la programmation conjointe laissent espérer qu'un ERA-Net pourrait émerger en 2011 (Agriculture Sécurité Alimentaire, et Changement Climatique – JPI).

- **Caractère international du programme**

Le programme est national. De nombreuses initiatives européennes et internationales laissent à penser qu'il pourrait être sollicité pour participer à des initiatives internationales dans de futures éditions (accords avec le GCRAI, perspectives de coopération méditerranéenne). Il est ouvert, comme l'était le programme SYSTERRA à des coopérations ponctuelles avec des pays du Sud, et des pays émergents ainsi que des pays OCDE.

Programme :
Adaptation : des gènes aux populations. Génétique et biologie de l'adaptation aux stress et aux perturbations

Résumé :
La gestion durable des écosystèmes productifs ou naturels repose sur une meilleure connaissance des traits de vie des organismes et de la **biologie de l'adaptation des individus, des populations et des communautés (animaux, microorganismes, végétaux) aux stress et aux perturbations de tous ordres (modifications des conditions climatiques, évolutions des conditions biophysiques environnementales, évolution des contraintes économiques et sociales…).** Leur adaptation fait appel à la plasticité génétique (sélection de génotypes adaptés au milieu modifié) et à la plasticité physiologique (capacité de résilience à des conditions nouvelles). Ce programme a pour objectifs de fournir les « nœuds de connaissances » indispensables à l'élaboration de modèles réalistes d'évolution des individus, populations et communautés des écosystèmes. Il contribuera à garantir l'adaptation des espèces utilisées par les filières agricoles et alimentaires cultivées, ainsi qu'à faciliter le fonctionnement futur des services écologiques. Il contribuera à la conservation et la valorisation des ressources biologiques in situ et ex situ. **Il combinera les approches au niveau cellulaire et moléculaire (en particulier génomique des populations, étude des transcriptomes, épigénétique) avec des approches intégratives.**

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert (partenariat public – privé ou recherche publique seule)
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Il s'agit d'une évolution des programmes antérieurs du secteur Ecosystèmes et Développement Durable, et en particulier du programme de génomique afin de répondre aux enjeux de gestion durable des écosystèmes productifs et des territoires, de leurs ressources et de leurs services. Ce programme « Adaptation : des gènes aux populations » s'inscrit dans la nécessité de consolider le socle de connaissances mobilisé par deux autres programmes (Agrobiosphère, et Systèmes alimentaires durables), qui correspondent respectivement à une intégration, plutôt horizontale par une approche territoriale et technologique des écosystèmes productifs, et à une approche plutôt verticale par filière. Ces

trois programmes sont destinés à préparer l'évolution des écosystèmes (productifs jusqu'à faiblement anthropisés) à des changements multiples (environnementaux, économiques et sociaux).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les recherches menées dans le cadre de ce programme doivent permettre :

- **d' élaborer des modèles réalistes d'évolution de la diversité** (qu'elle soit qualifiée de sauvage, domestique, in situ ou ex situ) des individus, des espèces, des communautés et des écosystèmes ;
- **de poursuivre dans la voie de l'intensification écologique** des systèmes de production ;
- **de développer les connaissances en biologie, en génétique et en écologie de l'adaptation des individus, des populations et des communautés** aux stress et aux perturbations et permettant la mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus.

Résultats attendus

Les résultats obtenus grâce à une meilleure connaissance des mécanismes d'évolution, et donc d'adaptation, permettront de développer les actions nécessaires favorisant la résilience des espèces (en particulier espèces cultivées et espèces d'élevage), des communautés et des écosystèmes qu'ils soient naturels ou anthropisés, permettant d'anticiper et d'accompagner les évolutions indispensables pour s'adapter aux changements globaux : adaptation à la sécheresse, à des températures plus élevées, adaptation à la limitation des intrants pour des raisons sanitaires, environnementales ou de prix…

Ces résultats concernent aussi bien les espèces, populations et écosystèmes dans le but de conserver et même étendre leur diversité (génomique, physiologique), d'identifier des mécanismes biologiques (génétiques et physiologiques) mais aussi d'optimiser les méthodes de gestion de l'utilisation des services rendus par les écosystèmes.

Ils fourniront des bases de connaissances qui pourront être mobilisées pour faire évoluer les écosystèmes productifs et les systèmes agroalimentaires vers des schémas économiques viables et durables tout en assurant une résilience et une adaptabilité suffisante face aux changements. Ils devraient permettre une gestion durable de la diversité biologique, dont la gestion de ses ressources et des données liées.

Impact espéré

Les impacts espérés sont nombreux en permettant l'adaptation, en l'anticipant aux effets des changements globaux (pressions sur les ressources naturelles, augmentation des stress biotiques et abiotiques et contraintes climatiques, évolution des contraintes de société…).

L'optimisation de la compréhension de la dynamique des éléments des écosystèmes en interaction permettra d'accompagner leurs changements et évolutions. L'analyse des stress (événements extrêmes ou progressifs, maladies émergentes, espèces envahissantes, déstabilisation des associations et interactions) contribuera à développer de nouvelles solutions (génétiques, agronomiques, connectivité, résilience).

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

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Les perturbations de l'environnement climatique et des conditions économiques et sociales obligent la recherche à mieux maîtriser l'évolution des espèces (agriculture, élevage, forêt), des populations et des écosystèmes, aussi bien les écosystèmes productifs que ceux qui sont faiblement anthropisés. La recherche en amélioration du vivant va donc jouer un rôle critique. La durée d'adaptation pourrait dans certains cas être plus courte que ce qui était entrevu jusqu'alors : les risques de sécheresse pendant la saison végétative sont par exemple devenus plus fréquents en Europe de l'Ouest. Les enjeux pourraient donc se révéler rapidement importants.

Enjeux économiques

La pression désormais critique sur la plupart des ressources biologiques (déforestation, désertification, réduction de la diversité biologique…) a un impact économique sur nos sociétés. Cette évolution nécessite de plus en plus une rupture afin d'assurer une gestion durable à tous les niveaux des écosystèmes et de leurs capacités productives. Les contraintes réglementaires nouvelles pour s'adapter aux changements globaux en cours mais aussi sociétaux (Grenelle de l'environnement) ont un impact qui exige le développement de connaissances et leur mise en œuvre de manière économiquement soutenable ; il s'agit par exemple de mieux exploiter les ressources génétiques permettant des résistances à des maladies et ravageurs et de s'adapter à des conditions bioclimatiques en évolution rapide et instables.

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

Les demandes croissantes des consommateurs pour la sécurité et la sureté de leur alimentation, la production de ces alimentas étant respectueuse de l'environnement tout en limitant la pression sur les prix, nécessitent de développer de nouveaux corpus de connaissances et une nouvelle ingénierie.

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

L'adaptation des écosystèmes, des plantes et des animaux au changement climatique est un enjeu stratégique afin de pouvoir maintenir la productivité des écosystèmes productifs dans un contexte de diminution forte des intrants. Une demande se manifeste dans les organisations de producteurs pour disposer de ressources génétiques plus variées et mieux adaptées.

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

L'adaptation aux changements globaux sera indispensable aux sociétés afin d'assurer leur compétitivité, et le maintien de l'emploi dans un contexte de régulation croissante.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

La gestion durable de la diversité biologique va nécessiter des solutions de plus en plus localisées et régionalisées pour optimiser les interactions adaptatives de manière dynamique entre génotypes, populations, territoire et environnement.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Le développement des méthodes de gestion et d'adaptation aux changements soutiendra les emplois nouveaux qui sont indispensables à la gestion durable des écosystèmes et à l'ingénierie nécessaire au maintien et à la valorisation de la diversité.

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

La diminution des intrants et le maintien d'écosystèmes et de productions durables ont un impact direct sur la santé publique et le bien- être social.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les connaissances permettant l'adaptation aux évolutions indispensables à la gestion durable des ressources assureront une stabilité pour l'avenir de la conservation de ressources vivantes et des écosystèmes. Ces connaissances limiteront les risques potentiels auxquels sont exposées nos sociétés (insécurité alimentaire, maladies émergentes, instabilité économique…).

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

L'évolution vers une société de gestion durable de nos ressources est une révolution en soi, à laquelle le programme contribuera directement aussi bien par le développement des recherches assurant la compréhension des facteurs d'évolution. Il contribuera aussi à la mise en œuvre d'une ingénierie opérationnelle. L'image de notre société et de certains de ces acteurs exploitant des ressources en sera grandement améliorée.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Le programme a pour objectif direct de permettre une évolution de la manière de gérer les ressources naturelles en allant vers plus de durabilité dans un contexte d'adaptation à des changements majeurs, globaux mais aussi à des impacts distribués. Les ressources génétiques ont une importance particulière dans ce cadre afin de conserver de manière durable et de fournir les éléments d'adaptations au changement continu.

- **Ecosystèmes**

La compréhension de la biologie de l'adaptation et le développement éventuels des méthodes de gestion et d'adaptation des écosystèmes est au cœur du programme.

- **Pollutions**

Toute innovation ou méthode d'adaptation qui émergera des recherches soutenues par le programme aura un impact direct sur la diminution des pollutions (intrants, gestion de l'eau, valorisation des interactions).

- **Risques naturels et risques industriels**

Les changements globaux augmentent la probabilité d'événements extrêmes que l'adaptation des individus, des populations et des écosystèmes permet de limiter par les services écosystémiques qu'ils rendent (par exemple impacts sur la gestion de l'eau et inondations, tolérance aux stress biotiques et abiotiques).

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

Axes et thèmes des recherches

- **Adaptation génétique** (ressources génétiques, génomique, innovation génétique, exploitation de ressources pour de nouveaux besoins)
- **Epigénétique**
- **Adaptation des populations et des communautés/écosystèmes**
    - Génétique des populations en interactions (GxG, GxE)
    - Adaptation aux stress biotiques et abiotiques
    - Adaptation aux contraintes locales, plasticité physiologique (capacité de continuer à vivre dans le milieu modifié), perturbations composites ou complexes
- **Adaptation comportementale** (migration vers des zones plus favorables, changements de mode de vie)
- **Etude des processus évolutifs et individuels d'adaptation**
- **Intégration des outils aux différents niveaux** (dont biologie cellulaire et moléculaire, métagénomique, génomique et biologie des populations, écophysiologie, phénotypage …)

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les recherches en génétique et biologie de l'adaptation sont récentes et doivent faire face à de nouveaux défis. Ceux-ci sont en particulier liés à la rapidité de l'évolution des changements et des interactions associées dans un contexte où les méthodes utilisées deviennent plus difficiles et délicates à mettre en œuvre (industrialisation, etc.). De nombreuses innovations conceptuelles, méthodologiques et technologiques devront être développées afin de les renouveler

- **Type de recherche**

Exploratoire – fondamentale - appliquée – finalisée – expérimentation- développement technologique - investissement dans réseaux (collections de ressources biologiques et interopérabilité de bases de données)

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

En raison de l'enjeu des résultats en matière d'adaptation génétique, des participations privées sont possibles, dans la continuité de celles qui ont existé en matière de génomique végétale et animale, mais qui peuvent être élargies.

- **Type de partenariat de recherche**

Toutes les formes de partenariat sont recherchées aussi bien dans le cadre de la recherche publique que dans celui du partenariat public/privé en particulier du domaine de l'adaptation des productions (dont la génomique, en relation avec les GIS Génoplante et Agenae) et en ingénierie de l'adaptation (PMEs, Centres techniques,…).

Positionnement international

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

Pour la majeure partie du programme national, les thématiques sont complémentaires aux actions du 7ème PCRD.

- **Caractère international du programme**

Pour l'instant ce programme n'est pas international mais sa problématique l'est par essence. Des collaborations pourront être développées en fonction des besoins et synergies qui apparaitront. La continuité avec les programmes européens et internationaux (proposition d'ERA-Net CAPS, Plant KBBE) en génomique sera assurée.

Programme :
Systèmes alimentaires durables

Résumé :
Le programme Systèmes Alimentaires Durable permettra de contribuer à l'évolution vers un système durable de production et de consommation des aliments, tout en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs. Il s'articule autour de deux axes qui visent à :

- promouvoir l'éco-conception de filières agro-alimentaires durables, pour prendre en compte, dans différents contextes agroécologiques et socioéconomiques, l'ensemble de la chaîne alimentaire,
- favoriser l'accessibilité de tous à une alimentation de qualité favorable à une meilleure santé, dans une approche globale de la filière, de la production au consommateur.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : mixte i.e. en partie en partenariat public- privé, et en partie destiné à la recherche académique.
- **Dimension internationale du programme** :

Programme en partie bilatéral avec la DFG (Allemagne).
Réflexion en cours sur le dépôt d'un ERA-Net sur « Sustainable Food production for wealth, welfare and health »

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

Le précédent programme ALIA-2008-2010 avait notamment 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 dans le monde du travail. La production d'aliments répondant aux critères de qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique a également pris en compte les aspects inhérents à l'atelier de production tels que les coûts, les approvisionnements et les intrants. Le programme ALIA a commencé d'intégrer la notion de développement durable dans les productions alimentaires, il est nécessaire de continuer à encourager les projets pluridisciplinaires dans une approche globale de la filière (de la production primaire au consommateur).

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme « Systèmes alimentaires durables » propose une approche systémique intégrée et pluridisciplinaire des questions liées à l'aliment et à l'alimentation. Ce programme est axé sur la capacité d'adaptation des systèmes de production et de consommation alimentaires, dans une approche filière et selon le concept de durabilité. L'enjeu est de proposer des produits sûrs et sains, diversifiés, aux goûts multiples et appréciés, avec une composition nutritionnelle optimisée, pratiques, disponibles pour tous sans segmentation de prix, tout en préservant l'environnement.

Résultats attendus

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

- d'un transfert accru des résultats de la recherche et de quelques innovations vers l'industrie et notamment les PMEs,
- de nouvelles méthodes d'évaluation des qualités intrinsèques et nutritionnelles des aliments incluant l'impact sur l'environnement des productions alimentaires,
- d'une meilleure compréhension de l'attitude des consommateurs afin de mieux cibler les messages de politique publique en matière d'alimentation et de diététique,
- d'un renforcement de projets pluridisciplinaires prenant en compte l'agronomie durable, les sciences et technologies de la nutrition et de l'alimentation et les sciences humaines et sociales,
- de nouveaux prototypes de produits permettant l'amélioration notable de la qualité de vie de populations spécifiques,
- d'une participation active des entreprises aux projets de recherche et afin d'atteindre l'objectif de 50 % de projets partenariaux financés tout en conservant les critères d'excellence scientifique édictés par l'ANR.

Impact espéré

Le programme devrait générer :

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

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

L'enjeu de la recherche en alimentation est en premier lieu l'amélioration de la qualité de vie des populations par une alimentation nutritive, sûre et abordable. Ce nouveau programme permettra de construire un système durable de production et de consommation des aliments en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs.

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

L'enjeu est de promouvoir des productions industrielles alimentaires respectueuses des environnements et de favoriser l'export vers d'autres pays où les consommateurs sont extrêmement sensibles à des critères éthiques comme par exemple le bien-être animal. Un produit alimentaire mis à disposition du consommateur est un assemblage complexe incluant des matières premières d'origines géographiques diverses, des emballages associés à des coûts énergétiques et environnementaux directs et indirects. En conséquence, la caractérisation de l'impact réel des productions constitue un véritable défi.
L'augmentation de l'offre est une nécessité économique. Le programme devra privilégier l'innovation en matière de produits (conception et adoption), de l'adéquation des structures de production et de transformation au développement durable.

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

En France, l'alimentaire, avec un chiffre d'affaires de près de 163 milliards d'euros et ses 11 000 entreprises, décroche la première place des secteurs industriels, devant l'automobile ou encore la chimie. Le secteur alimentaire français est également fortement représenté au niveau européen devant l'Allemagne et numéro 2 mondial derrière les Etats-Unis. Le tissu industriel français est composé de plus de 90 % de PMEs de moins de 250 salariés. Néanmoins, cette avance est fragile si l'on considère que la part du budget consacrée par les ménages à l'alimentation est sujette à variations avec une exigence en termes de réassurance et de qualité toujours plus forte. La nouvelle programmation devra conduire à une valorisation des bénéfices environnementaux par le marché (prix plus élevés) et/ou le contribuable (politiques publiques de soutien). Introduire la notion de durabilité au sein de la chaîne alimentaire dans une approche bénéfices-risques permettra à l'industrie alimentaire et à l'agriculture françaises d'être plus compétitives.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Le programme prendra en compte l'accès à une alimentation saine et équilibrée pour toutes les classes de population, ainsi que l'impact des circuits de distribution (circuit court/marché de masse) et des différentes pratiques culturales (bio, agro-écologie).

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

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

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Ce programme sur les systèmes alimentaires et l'alimentation durable, en relation avec les partenaires industriels devra avoir des répercussions sur les emplois et les revenus des IAA et de toute la chaîne alimentaire.

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

Le programme devra permettre de développer des stratégies nouvelles et efficaces pour contribuer à préserver la santé et améliorer le bien-être des consommateurs tout au long de la vie. Il prendra également en compte l'évolution des comportements alimentaires liés aux modes de vie. Il s'agit de prévenir les risques des maladies liées au régime alimentaire par une meilleure compréhension de l'influence des fonctions cérébrales, immunitaires, digestives et métaboliques.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme vise l'amélioration de la connaissance et en conséquence, de la maîtrise des risques et bénéfices liés aux aliments, eaux inclues, intervenant dans les processus de production alimentaire. Le programme devra prendre en compte l'apparition de nouveaux dangers liés au changement climatique (nouveaux dangers chimiques, virologiques ou parasitaires), ainsi que la maîtrise des risques liés à l'utilisation des nanotechnologies, en proposant une traçabilité des nanoparticules au sein des matrices alimentaires et du tractus digestif.

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

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

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Le programme soutiendra les recherches visant à augmenter la capacité d'anticipation, de réaction et de résilience du secteur agro-alimentaire face aux changements climatiques locaux ou globaux pouvant entraîner des problèmes de maîtrise des approvisionnements en matière premières. Il prendra en compte la relocalisation à diverses échelles des systèmes alimentaires et le « recouplage » des systèmes de production (agriculture, élevage, forêts) pour obtenir des économies de gamme.

- **Ecosystèmes**

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

Cela pourrait accompagner la nécessaire prospective sur la mutation de l'agriculture liée au réchauffement climatique.
Les enjeux écologiques et environnementaux sont fortement liés à ceux du programme « Agrobiosphère » qui propose d'aller vers une agriculture à haute valeur environnementale, et du programme « Contaminants Ecosystèmes Santé».

- **Pollutions**

Il est important de renforcer la dimension impact environnemental des transformations agro-alimentaires et de s'intéresser à la minimisation des charges polluantes rejetées par les industries alimentaires, eu égard aux consommations d'eau pour le lavage et la désinfection des installations ou comme ingrédient, et de la consommation en énergies des filières alimentaires pour le transport des denrées, leur stockage et conservation, ainsi que leur transformation.
Il est aussi à noter que les industries alimentaires sont gros consommateurs d'emballages spécifiques qui sont rejetés soit par des industries secondaires (Restauration collective) ou par les consommateurs. De gros efforts de recherche sur la minimisation des quantités de déchets et sur l'aptitude au recyclage tout en améliorant les propriétés nécessaires pour la préservation des aliments sont à réaliser.

- **Risques naturels et risques industriels**

Ce programme vise une approche globale des risques en incluant les éléments suivants : toxicologie et écotoxicologie, production sécurisée, maîtrise du cycle de vie en particulier pour les matériaux de dimension nanométrique, soit produits en quantité dans des processus industriels de production de matériaux de plus grande dimensions, soit résultant de la dégradation de matériaux d'usage courant.

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

Axes et thèmes des recherches

- **Recherche en systèmes alimentaires durables : éco-conception de filières agro-alimentaires plus durables dans une démarche de re-engineering**

Il s'agira d'examiner, dans différents contextes agroécologiques et socioéconomiques, l'ensemble de la chaîne alimentaire, l'ensemble de ses rôles et de ses points de faible durabilité.

Développement de méthodologies robustes d'évaluation dans les trois dimensions de l'économie, du social et de l'environnement : recherche d'indicateurs de développement durable, analyse multicritères (aspects relatifs à l'agrégation, la pondération les incompatibilités potentielles des critères).

Conception de filières agro-alimentaires plus durables, dans une démarche de re-engineering et d'ingénierie de la durabilité :

- optimisation des intrants, notamment vis-à-vis de l'utilisation de l'eau et de l'énergie

- minimisation des contaminants chimiques

- prise en compte de la variabilité des matières premières et de la sécurité des approvisionnements

- éco-conception de procédés de conservation et de transformation compétitifs et efficaces par rapport aux contraintes sanitaires, nutritionnelles, sensorielles et environnementales

Développement de méthodes d'évaluation des impacts des processus physiques, biologiques, sociaux et/ou économiques (analyse des cycles de vie sur l'ensemble de filière).

- **Recherche en alimentation durable pour un accès de tous à une alimentation de qualité et favorable à une meilleure santé**

Approche globale de la filière (de la production primaire au consommateur) mettant en avant les liens entre alimentation, environnement et santé.
Développer des méthodes pour l'évaluation bénéfices-risques de la qualité des intrants incluant ou non des facteurs exogènes sur la santé des consommateurs, y compris la traçabilité des nano particules dans les milieux complexes en prenant en compte les effets de matrice alimentaire.
Mieux comprendre les bases des déterminants des choix et des comportements alimentaires, en approfondissant et en intégrant les déterminants sociaux, économiques, biologiques, psychologiques.
Appréhender la contribution du régime alimentaire au niveau du cerveau, des fonctions immunitaires et intestinales et de la fonction métabolique, recherche de biomarqueurs en lien avec des comportements spécifiques.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Dans le programme Systèmes Alimentaires Durables, il s'agira d'examiner l'ensemble de la chaîne alimentaire (production, transformation, distribution) et ses points de faible durabilité, afin de définir des pistes d'amélioration globale. L'interdisciplinarité est requise, permettant ainsi d'intégrer les connaissances pour la conception d'aliments et d'alimentations, dans une approche globale de filière. Les finalités des recherches sont appliquées pour favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie.

- **Type de recherche**

Le programme propose de la recherche fondamentale et/ou appliquée dont les applications à court, moyen et long terme doivent être le domaine de l'alimentation des êtres humains. Il nécessite une très forte multidisciplinarité intégrant aussi bien les sciences issues du domaine médical que les SHS ou les sciences agronomiques et sciences de l'ingénieur.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

La DFG (Allemagne) a été co-financeur sur quelques thématiques de recherche de l'axe 1 dans ALIA, dans le domaine de la nutrition. Il est envisagé de poursuivre cette expérience, en élargissant à d'autres départements de la DFG (food science, agronomie).

- **Type de partenariat de recherche**

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

Positionnement international

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

En raison de la mondialisation des approvisionnements, les questions de traçabilité de l'origine des produits, de la certification de leurs qualités ainsi que les questions d'éthique y afférant sont particulièrement importantes aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle européenne.
La réglementation communautaire en matière de denrées s'appuie fortement sur les résultats de la recherche européenne en faisant fortement appel aux experts scientifiques présents dans les projets du PCRD. Afin d'augmenter la visibilité de la recherche française, le programme ALIA propose une orientation en adéquation avec les questions du 7ème PCRD en particulier sur les systèmes alimentaires durables, l'implication des sciences sociales dans les études sur les comportements alimentaires.

- **Caractère international du programme**

Faisant suite à une forte demande de l'Allemagne, une ouverture internationale forte avec ce pays est réalisée : la DFG, organisme financeur allemand et l'ANR ont initié un processus de réflexion dans les domaines attenants à la nutrition humaine. L'intérêt d'une collaboration bilatérale est de :
- Mettre le pied à l'étrier aux équipes françaises pour construire et conduire des projets de plus grande dimension internationale (PCRD) en créant des bases solides de coopération et de confiance mutuelle.
- Aller chercher des compétences qui ne seraient pas développées au niveau national.
Une réflexion est en cours pour élargir à d'autres départements de la DFG, en particulier dans le domaine de la technologie alimentaire.

Programmes internationaux

Liste des programmes internationaux :

- **ERA-Net NETBIOME**
- **ERA-Net BIODIVERSA**
- **ERA-Net ICT Agri**
- **Programme Multilatéral PLANT - KBBE (Knowledge Based Bio-Economy)**
- **Programme bilateral France-Brésil sur l'Amazonie**

ERA-Net NetBiome

Objectifs

Net-Biome, ERA-Net « régional », associe 11 partenaires représentant les collectivités territoriales locales (régions ultra périphériques, pays et territoires d'Outre-mer). Les objectifs sont de favoriser la connaissance sur la biodiversité, sa dynamique et son évolution et le développement de méthodes de conservation et de valorisation en interaction avec les activités anthropiques. Il vise à mettre en œuvre les objectifs de Göteborg 2010 sur la Biodiversité et du Conseil européen de juin 2004. Il permet une contribution à la composante régionale et internationale à la politique européenne de recherche et de développer un partenariat et une coopération en matière de gestion durable de la biodiversité.

Enjeux

Les enjeux principaux sont la valorisation des ressources biologiques pour l'agriculture et l'aquaculture (dont les ressources génétiques), la cosmétique, la pharmacie et les biotechnologies. La caractérisation des espèces, des écosystèmes et de leurs usages, de leur facteur d'évolution et de leur anticipation face aux changements globaux alimentera les actions en Europe continentale. La richesse de la biodiversité de l'Outremer est un enjeu majeur en matière de tourisme et les particularités régionales contribuent ainsi à l'emploi local. En outre, en tant que pays « Méga-divers », l'image de la France sera impactée par la mise en œuvre d'actions exemplaires et la gestion durable des écosystèmes de ces régions favorisera la mise en valeur des ressources naturelles potentiellement intéressantes. Ce programme contribuera de plus à fournir des éléments pour alimenter les décisions politiques concernant ces régions.

Partenaires internationaux

- Espagne : Gouvernement des Canaries / non membre : Ministère chargé de la Recherche
- France : Conseil régional de la Guadeloupe, CR de Guyane, CR de Martinique, CR de la Réunion, Gouvernement de Nouvelle Calédonie, Gouvernement de Polynésie Française / non membre : ANR
- Grande Bretagne : UKOTCF / DEFRA (en attente)
- Pays-Bas : Ministère de la santé et de l'environnement des Antilles Néerlandaises
- Portugal : Gouvernement des Açores, Gouvernement de Madère / non membre : Ministère chargé de la recherche

Contribution prévue de la partie française

La France participe à la rédaction de l'appel à propositions et est coordinateur de l'ERA-Net (CR de la Réunion), le secrétariat du call est organisé par le Portugal. Un financement de l'ANR de 1 à 2 M€ est proposé.

Années pour lesquelles le programme est prévu

Appel d'offre en 2011, pour une durée des projets de 3 ans

ERA-Net Biodiversa 2

Objectifs

L'ERA-Net Biodiversa 2 succède au premier ERA-Net Biodiversa qui s'est achevé en 2010 après avoir réussi à renforcer les forces de recherches sur la biodiversité en Europe. Il a ainsi pu produire un appel d'offres européen à projets de recherche impliquant 15 agences de financement partenaires avec un budget total de 15 M€. 12 projets ont été financés, impliquant 73 partenaires de 9 pays.
En 2010, suite à la réponse à un nouvel appel d'offres de la commission Européenne, un nouvel ERA-Net (Biodiversa 2) a été accepté. Il est coordonné par la Fondation de Recherche pour la Biodiversité (FRB). L'ANR est responsable du WP 3 sur les activités communes financées comme les appels d'offres internationaux. Pour 2011, un appel d'offres rédigé par l'ANR sur la relation entre la biodiversité et la production des services écosystémiques est prêt à être lancé ; il inclura les approches économiques et patrimoniales pour l'estimation des valeurs des services écosystémiques.

Enjeux

Mutualiser au niveau européen les compétences dans les domaines des services écosystémiques, de leurs relations entre la biodiversité et leur productivité ainsi que l'estimation de leurs valeurs économiques et sociales. Ce sont des challenges qui nécessitent de regrouper les équipes européennes dynamiques, à la pointe des recherches innovantes dans ce domaine et d'arriver ainsi à l'échelle européenne à créer les masses critiques nécessaires qui n'existent pas à l'échelle européenne.

Partenaires internationaux

16 agences de financement de 15 pays ont donné leur accord sur le contenu de cet appel d'offres, apportant un financement total de 11,6M€.

Contribution prévue de la partie française

ANR : 2 à 3 M€ en fonction du nombre de projets français retenus.

Années pour lesquelles le programme est prévu

L'appel d'offres 2011 financera des projets pour 3 ans
Il est planifié un appel d'offres annuel pendant la durée de l'ERA-Net

ERA-Net ICT AGRI

Technologies de l'information et de la communication pour l'agriculture et l'environnement.

Objectifs

Les STIC constituent un champ d'application assez nouveau pour l'agriculture et l'élevage permettant d'espérer, comme dans d'autres secteurs, des diminutions de coûts. L'agriculture de précision a ouvert des possibilités. Les applications possibles sont nombreuses : architectures mécatroniques innovantes, robotique, capteurs environnementaux autonomes, interactions et coopération entre entités, fiabilité, sécurité et détection des risques. Des applications pratiques sont attendues dans les domaines suivants : modélisation biophysique d'exploitations dans une optique écologique, capteurs biologiques, guidage des outils en arboriculture et viticulture, modulation de doses, robotisation des élevages, précision géographique des actions.

Enjeux

Le besoin d'accroître la productivité et la compétitivité de l'agriculture française est devenu urgent, en même temps que ses performances environnementales. Il s'agit d'un impératif de la Loi d'orientation agricole. D'autres pays se dotent des nouvelles formes de mécanisation et vont aussi améliorer leur compétitivité. Entrer dans ce mouvement est donc inévitable.

Partenaires internationaux

Initiative danoise et allemande, présence de la Belgique, l'Italie, l'Irlande et Israël.

Contribution prévue de la partie française

La contribution devrait être limitée à un très petit nombre de projets, le nombre d'équipes concernées étant a priori limité. Cette participation se fera dans le cadre du programme Agrobiosphère.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011 pour des projets d'une durée de 3 ans

Programme Multilatéral PLANT-KBBE

Objectifs

Programme soutenant la coopération scientifique et technologique qui vise l'émergence de projets intégrés très innovants, orientés vers des applications afin de renforcer l'innovation de l'industrie et à faciliter l'accès à des marchés dans le domaine de la génomique des plantes et des biotechnologies. L'appel à propositions est partenarial.

Enjeux

Les avancées majeures générées par la recherche en biologie végétale doivent contribuer à une agriculture basée sur la connaissance. La bio-économie repose sur l'usage de ressources génétiques renouvelables telles que les bioénergies, les bioproduits industriels et les bioprocédés qui en dérivent. La valorisation de la connaissance va dès lors devenir une fondation de cette bio-industrialisation qui va influencer de nombreux secteurs économiques. En outre, les enjeux en termes de gestion des productions par rapport aux surfaces disponibles s'additionnent à ceux liés à l'adaptation aux contraintes exercées sur les systèmes de production agricoles et sylvicoles.
Les axes de recherche identifiés concernent 1/ la bioénergie, avec le développement d'une source d'énergie sécuritaire et durable, 2/ les biomatériaux et les bioproduits via les biotechnologies blanches pour produire des composés et matériaux bruts ayant des applications industrielles ou pharmaceutiques, 3/ la production durable d'une alimentation plus saine et plus sécuritaire pour l'homme et le bétail via la diminution des intrants agricoles.

Partenaires internationaux

- Portugal : Fundaçao para a Ciência e a Tecnologia, FCT
-Allemagne : BMBF
- Canada : Génome Prairie
- Espagne : Ministerio de Ciencia e Innovación, MICIINN

Contribution prévue de la partie française

Le secrétariat du call est tournant. En 2011, il sera réalisé par le Portugal

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011, pour une durée des programmes de 3 ans.

Programme bilatéral France-Brésil sur l'Amazonie

Objectifs

Programme de recherche en coopération sur la connaissance des écosystèmes forestiers, de la diversité biologique et des développements biotechnologiques de la forêt amazonienne.

Enjeux

La protection de la forêt conte l'installation de populations et l'érosion rapide de la diversité biologique est une tâche difficile qui nécessite des institutions fortes dont l'action doit être fondée sur une connaissance scientifique des milieux et des ressources : connaissance de la variété des écosystèmes, évaluation de la biodiversité et de sa dynamique, méthodologies d'élaboration de plans de protection et d'exploitation durable, études de la résilience sous différents scénarios de changement climatique.

Partenaires internationaux

Demande de collaboration du CNPq (homologue de l'ANR au Brésil) pour établir des relations continues entre équipes françaises et brésiliennes.

Contribution prévue de la partie française

Le nombre de projets devrait être assez limité. Un budget de 3 M€ sera apporté par le CNPq pour les partenaires brésiliens et l'ANR participera à la même hauteur pour les équipes de recherche françaises

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011 pour des projets durant 3 ans puis évaluation pour une poursuite éventuelle

Biologie - Santé

Biologie - Santé

La programmation 2011 du domaine Biologie-Santé prend en compte les propositions de la consultation épistolaire, des académies, des différents organismes et instituts de recherche, des universités, des sociétés savantes, des pôles de compétitivité, et des partenaires industriels du secteur. Cette programmation tient également compte de la stratégie européenne de recherche et des stratégies mises en place par les pays qui investissent fortement dans la recherche. Cette programmation intègre tout particulièrement les propositions faites par les Instituts Thématiques Multi Organismes de l'alliance AVIESAN mais tient compte également des actions lancées dans le cadre des « Investissements d'avenir » et des contraintes budgétaires liées, entre autres, à la forte augmentation de l'importance des programmes « non thématiques » au sein de l'ANR.

L'objectif de cette programmation est de proposer des axes de recherche les mieux adaptés pour répondre aux évolutions du domaine Biologie - Santé, aux modifications attendues des modes de vie et aux nouvelles demandes sociétales. Cette programmation propose ainsi de développer autant les recherches fondamentales qui permettent de comprendre la complexité des organismes vivants et les mécanismes moléculaires à l'origine des maladies que les recherches finalisées qui proposent le développement d'outils toujours plus performants en termes de prévention, de diagnostic, de thérapie et d'assistance. Finalement, cette programmation accompagne les enjeux éthiques liés à l'évolution de la société et les modifications de l'environnement dues au changement global ou aux contaminants liés à l'activité humaine.

Les faits marquants de la programmation 2011 sont les suivants :

1. Le renouvellement du programme de recherche sur la **« Maladie d'Alzheimer et maladies apparentées** » afin d'accompagner au mieux le Plan Alzheimer 2008-2012 et de permettre l'émergence d'une recherche d'excellence dans ce domaine.

2. L'ouverture d'un nouveau programme sur « **Santé mentale et addictions** » dont le but est d'accélérer les découvertes aux interfaces de la recherche en psychiatrie et des recherches en sciences humaines et sociales afin d'apporter les réponses les plus adaptées à un problème majeur de santé publique.

3. Continuation et renouvellement des deux grands programmes orientés vers des recherches partenariales finalisées **« Recherches partenariales et innovation biomédicale »** et « **Technologies pour la santé et l'autonomie** ». Ces deux programmes sont réservés exclusivement à des projets menés en partenariats public-privé.
Le programme « **Recherches partenariale et innovation biomédicale** » présentera des axes prioritaires de recherche finalisée sur les cellules souches, les ARN et l'inflammation mais concernera également l'ensemble des grandes pathologies (cancer, maladies cardiovasculaires, infectieuses, neurologiques, maladies rares,…). Il s'intéressera plus

particulièrement aux développements de produits thérapeutiques, de vaccins, d'outils et de produits diagnostics, d'outils technologiques ou de bioprocédés industriels, et de modèles in silico, cellulaires, animaux,…
Le programme de recherches sur les « **technologies pour la santé et l'autonomie** » aura, dès 2011 un volet « **E-santé et E-autonomie** » avec un axe dédié à l'information médicale et à la modélisation prédictive.

4. Maintien d'une offre de programmes qui permettent la mise en place de projets de recherches transnationaux ambitieux et indispensables pour le renforcement de l'excellence et de la compétitivité des équipes de recherche Françaises. L'ANR participera au financement des partenaires français qui seront sélectionnés dans les appels à projets ouverts dans 5 ERA-Nets associés aux maladies neurologiques **(Era-Neuron**), aux maladies rares (**E-Rare2**), aux maladies infectieuses des animaux (**Emida**), au développement des applications biomédicales des nanosciences (**EuroNanoMed**) et au développement de nanotechnologies sécurisées et non toxiques (**Era-SIINN**). Sera également ouvert un nouvel appel à projets dans le cadre du programme Européen **AAL169** sur l'assistance à la vie autonome. Finalement, l'ANR participera à un programme quadrilatéral ouvert avec l'Allemagne, l'Espagne et le Canada portant sur la **« Recherche intégrée sur les maladies métaboliques** ».
Il faut également noter l'ouverture du secteur Biologie - Santé du programme Non Thématique « Blanc international » aux collaborations internationales avec le Canada, la Chine, le Japon, le Mexique, Singapour et Taiwan.

5. Le département Biologie-Santé restera particulièrement associé à trois programmes transversaux de l'ANR qui sont : « **Emergence de projets à fort potentiel de valorisation** », « **Contaminants et environnement : métrologie, santé, adaptabilité et usages** » **« Changements environnementaux planétaires ».**

PROGRAMMES NATIONAUX[1]	ACTIONS INTERNATIONALES[1]
Maladie d'Alzheimer et maladies apparentées	
Santé mentale et addictions	Programme transnational sur les maladies neurodégénératives (Era-Neuron)
Recherches partenariales et innovation biomédicale	Programme transnational en Nano médecine (EuroNanoMed)
Technologies pour la santé et l'autonomie	Programme transnational sur l'assistance à la vie autonome (AAL169) Ouverture du programme Tecsan aux partenariats Franco-Taiwanais et ***Franco-Allemand***
	Programme transnational sur les maladies rares (E-Rare2)
	Programme transnational sur les maladies infectieuses des animaux (Emida)

	Programme quadrilatéral France-Allemagne-Espagne-Canada sur les « recherches intégrées sur les maladies métaboliques »
PROGRAMMES TRANSVERSAUX[1]	
Emergence de projets à fort potentiel de valorisation	
Contaminants et environnement : métrologie, santé, adaptabilité et usages	***Programme transnational sur le développement de nanotechnologies sécurisées et non toxiques (Era-SIINN)***
Changements environnementaux planétaires	

[1]Les nouveaux programmes sont en gras et en italique ; les autres programmes sont reconduits avec de légères modifications

Au-delà du programme Non Thématique et des programmes transversaux, le domaine Biologie - Santé est présent dans d'autres programmes thématiques de l'ANR à travers soit les objets, soit les objectifs des recherches envisagées. Cette présence est notable dans les programmes (départements) suivants :

- « Systèmes alimentaires durables » (EDD)
- « Nanosciences et nanotechnologies – P2N » (STIC)
- « Matériaux et procédés pour des produits performants » (IPS)
- « Bâtiments et Villes durables » (EDE)
- « Emotion(s) - cognition - comportement » (SHS)

Programme :
Recherches Partenariales et Innovation Biomédicale (RPIB)

Résumé :
Ce programme a pour but le financement de projets de recherche partenariaux afin d'exploiter les résultats des sciences biologiques et des technologies de pointe dans le domaine de la santé :

- pour soutenir et renforcer les communautés scientifiques et industrielles (biotechnologies pour la santé, pharmaceutique, cosmétique, …) dans le domaine de la santé et plus particulièrement dans les domaines de l'inflammation, des cellules souches et de l'ARN,
- pour encourager la recherche translationnelle sur les maladies communes et les maladies rares,
- pour développer de nouvelles approches thérapeutiques (médicaments, produits biologiques…), des innovations galéniques et des nouveaux vaccins,
- pour développer de nouvelles approches diagnostiques avec, en particulier, la validation de biomarqueurs à visée pronostique, diagnostique et de suivi thérapeutique,
- pour développer de nouveaux outils afin de faciliter, accélérer, améliorer et augmenter ainsi l'efficacité et la productivité de la recherche biomédicale (modèles in silico, cellulaires et animaux , production de biomolécules ,…).

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme est une suite des programmes Biotechnologies 2010 et Mécanismes Intégrés de l'Inflammation 2010

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

En développant des recherches biologiques finalisées en partenariat public-privé, ce programme a pour objectifs de valoriser des résultats de la recherche publique et de promouvoir leur transfert vers des applications industrielles dans le domaine de la santé. L'augmentation de l'échange des expertises entre laboratoires académiques et industriels doit renforcer la compétitivité française dans le secteur biomédical grâce au développement de nouveaux produits ou outils thérapeutiques, diagnostiques, de recherche et de bio-production.
Au-delà de ses applications pour la prise en charge des maladies communes et des maladies rares, ce programme a pour ambition d'accélérer le développement des applications médicales de trois axes de recherches particulièrement prometteurs pour l'avenir : l'inflammation, les cellules souches et les ARN.

Résultats attendus

1. Valorisation de la recherche académique avec une augmentation de la propriété intellectuelle et du transfert vers le secteur industriel.
2. Augmentation de la recherche partenariale entre laboratoires académiques et entreprises du secteur des biotechnologies pour la santé, de la pharmacie et de la cosmétologie pour mettre la France dans une position de leader sur ce marché en plein essor.
3. Développement de nouveaux produits et outils préventifs, diagnostiques et thérapeutiques répondant à un besoin du marché en termes de santé humaine et animale.
4. Développement des outils technologiques pour faciliter, accélérer, améliorer et augmenter l'efficacité et la productivité de la recherche dans le domaine des biotechnologies pour la santé.

Impact espéré

- Augmentation du nombre de produits biotechnologiques (produits/outils thérapeutiques ou diagnostiques) développés par des entreprises implantées en France arrivant dans des phases cliniques et – à long terme – sur le marché à disposition des patients.
- Augmentation des partenariats entre les laboratoires académiques et les entreprises du secteur afin d'augmenter l'efficacité et la productivité de la recherche biologique finalisée.
- Développement et renforcement de la compétitivité du secteur industriel français en biotechnologie pour la santé (pérennisation des acteurs industriels).
- Développement d'une recherche académique finalisée et d'une recherche industrielle forte dans le domaine de l'inflammation, des cellules souches et de l'ARN afin que la France prenne rapidement une position de leader dans ces secteurs en plein développement.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'industrie pharmaceutique représente le deuxième secteur industriel français au niveau de l'investissement en recherche avec ~5Md€ investis en 2008. La France est également le premier producteur de médicaments de l'union européenne. Cependant, le paradigme de l'industrie pharmaceutique « traditionnelle » doit évoluer très rapidement avec la diminution du nombre de nouvelles molécules actives arrivant sur le marché, l'augmentation des médicaments génériques et la montée en puissance des biomédicaments qui devraient atteindre 15 % des médicaments disponibles dès 2012 (contre 10 % aujourd'hui). Ce changement de paradigme correspond également à la montée en puissance des entreprises de biotechnologies qui sont considérées comme plus aptes à répondre rapidement et efficacement aux nouveaux défis du secteur de la santé.

Les entreprises de biotechnologies françaises, au nombre d'environ 500, ont la particularité d'être, le plus souvent, des PMEs (tendance TPE), dont beaucoup très récentes ont le statut de jeune entreprise innovante. Les plus petites de ces entreprises sont majoritairement longtemps déficitaires et doivent régulièrement lever des fonds pour survivre. Enfin, 60 à 70 % des effectifs des entreprises françaises de biotechnologie sont impliqués dans les activités de R&D et ~60 % d'entres elles déposent au moins un brevet chaque année (en plus des licences prises sur des brevets développés en dehors de l'entreprise). Ces caractéristiques traduisent à la fois le dynamisme du secteur mais aussi sa très grande fragilité, avec de nombreuses entreprises qui se créent chaque année et beaucoup qui survivent difficilement ou qui font faillite après l'échec d'un produit leader.

Pour que les entreprises de biotechnologies pour la santé soient innovantes, compétitives et finalement pérennes, elles doivent absolument pouvoir engager des partenariats avec les laboratoires académiques aussi bien dans le développement des produits que dans des technologies innovantes.

Finalement, il est important de remarquer que trois domaines émergent tout particulièrement du secteur des biotechnologies pour la santé. Il s'agit de l'inflammation, des cellules souches (quelqu'en soit le type, et y compris les cellules iPS) et des ARNs. Ces trois domaines applicatifs sont en pleine expansion au niveau mondial avec de nombreuses sociétés créées dans le but de développer des applications thérapeutiques ou industrielles spécifiques.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

En facilitant le développement industriel dans le domaine des biotechnologies, le programme permettra le développement des entreprises déjà existantes et souvent la création de nouvelles. Ce secteur d'activité, dont la recherche et le développement est le

cœur de métier, est un vivier d'emplois pour les chercheurs et en particulier les jeunes chercheurs du domaine des sciences du vivant.

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

Outre le développement des biomédicaments, les biotechnologies sont utilisées comme technologie de recherche et de transformation lorsque le produit final n'est pas biologique. Dans le contexte des défis actuels liés aux conséquences du vieillissement, à l'augmentation de maladies chroniques (ex. diabète,…), à la lutte contre les pandémies existantes (VIH, paludisme) ou possibles (grippe aviaire), à l'exploitation efficace et responsable des résultats de la génomique (test génétique entre autre), les biotechnologies vont jouer un rôle prépondérant au bénéfice de la santé humaine et du bien-être sociétal.

- **Enjeux en termes d'expérimentation animale**

Le développement de nouveaux outils prédictifs, qu'ils soient basés sur de la recherche in silico (prévision des interactions possibles) ou sur des tests cellulaires (en particulier avec les cellules souches) devrait permettre à terme de réduire de façon importante l'utilisation de l'expérimentation animale dans le cadre du développement des médicaments.

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

Axes et thèmes des recherches

Les projets pourront porter sur la découverte, le développement et l'optimisation :

- de produits thérapeutiques (médicaments, produits biologiques…), de vaccins et d'innovations galéniques
- d'outils et de produits de diagnostic avec, en particulier, la validation de biomarqueurs à visée pronostique, diagnostique et de suivi thérapeutique
- d'outils technologiques pour la recherche, de modèles in silico, cellulaires ou animaux ainsi que de bioprocédés industriels pour la production de biomolécules.

Les quatre axes proposés autour des applications sur les maladies communes ou les maladies rares sont :

Axe 1: L'inflammation:

Analyse, modélisation et contrôle thérapeutique de la réaction inflammatoire. Les projets les plus innovants pourront porter à la fois sur plusieurs niveaux d'étude (molécule, cellule, tissu/organe, organisme, population) et faire appel à des approches multidisciplinaires.

Axe 2: Les cellules souches:

Les projets pourront entre autre envisager : l'amélioration des techniques d'obtention, de production et d'amplification des lignées cellulaires ; la maîtrise de la reprogrammation de la cellule somatique ; le développement des cellules souches comme outils technologiques pour la recherche ; la thérapie cellulaire et l'ingénierie tissulaire.

Axe 3: Les ARNs:

Les projets devront préférentiellement associer des recherches fondamentales (par ex. de caractérisation structurale et fonctionnelle des ARNs) et des applications dans le domaine de la santé (outil diagnostique ou thérapeutique, nouvelle cible thérapeutique, outil de recherche).

Axe 4: Autres domaines de la biologie :

Les projets attendus dans cet axe concerneront, à l'exclusion des thématiques des axes 1-3, des innovations sur le cancer, les maladies neurologiques, infectieuses, cardio-vasculaires, métaboliques,…

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques**

Renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires de recherche et des entreprises du secteur à travers le financement de projets de recherche finalisée.

Encourager la recherche translationnelle et favoriser les partenariats entre les chercheurs très fondamentalistes et les industriels des secteurs pharmaceutiques et des biotechnologies dans des domaines en pleine expansion comme l'inflammation, les cellules souches et les ARNs.

- **Type de recherche**

Recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**
  ANR, (INCa)

- **Type de partenariat de recherche**
  public-privé exclusivement

Positionnement international

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

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

De nombreux pays ou états (Etats-Unis au niveau fédéral ainsi que de très nombreux états américains, à commencer par la Californie, ayant une forte recherche en biologie, le Royaume-Uni, Israël) ont mis en place depuis plusieurs années des plans stratégiques prioritaires pour la recherche sur les cellules souches. Finalement, de nombreux pays ou états (Etats-Unis, Allemagne, Autriche, Suisse ...) ont mis en place depuis plusieurs années des plans stratégiques prioritaires pour la recherche sur les ARNs.

Programme :
Maladie d'Alzheimer (MALZ)

Mots-clés : Autonomie, biomarqueurs, cohortes, démence, dépression, diagnostic, génétique, imagerie, modèles animaux, organisation des soins, physiopathologie, prédisposition, pronostic, psychiatrie, psychologie, thérapeutique.

Résumé :
Avec les maladies vasculaires, les maladies dégénératives constituent les affections les plus fréquentes du système nerveux central. Leur relative fréquence, leur sévérité, le handicap et la désinsertion sociale qu'elles engendrent les ont rendues tristement célèbres et connues du grand public. Ce programme vise à favoriser des percées scientifiques majeures à court et moyen terme dans le domaine de la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées. La gravité de ces maladies est due à la fois à l'absence de diagnostic précoce ainsi qu'à l'absence de thérapeutique efficace. Ce programme accompagne la mesure recherche 21b du Plan Alzheimer 2008-2012.

2ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2010 - 2011 - 2012
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : MALZ 2010

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- Favoriser l'interdisciplinarité et augmenter la potentialité de recherches innovantes autour de projets ambitieux dans les domaines de la génétique, de la physiopathologie, de l'identification de nouveaux biomarqueurs diagnostiques et pronostiques et le développement d'approches thérapeutiques, chez des patients ou dans le cadre de systèmes modèles.

- Développer des projets de recherche utilisant des collections de cas/cohortes de malades et les collections biologiques adéquates. Les objectifs scientifiques sont multiples : définition de nouvelles entités nosologiques, épidémiologie, identification de facteurs de prédisposition, corrélations génotype/phénotype, optimisation de la prise en charge des patients.

Ce programme comporte un volet national et un volet international. Le volet international devrait bénéficier d'une plus-value due à l'échange de savoir-faire au sein de la communauté scientifique franco-canadienne. De plus, ce volet international pourrait permettre d'utiliser des collections de malades ou d'échantillons biologiques inexistantes à l'échelle nationale. Les programmes transnationaux ont pour but de permettre la circulation des savoirs dans les laboratoires publics internationaux et le transfert de technologies entre laboratoires publics et privés pour que les patients bénéficient rapidement de nouveaux traitements et de diagnostics précoces.

Résultats attendus

Déterminants, causes et prévalence de ces maladies ;
Identification de marqueurs cliniques, biologiques, d'imagerie pour le diagnostic ou le pronostic de ces pathologies;
Identification et caractérisation de nouvelles cibles pour le développement thérapeutique (pharmacologie et médicaments, thérapie cellulaire et génique, cellules souches,…) et leur validation préclinique ;
Développement d'approches technologiques et d'outils thérapeutiques innovants.

Impacts espérés

Développement et mise au point de marqueurs diagnostiques et pronostiques ;
Développement de nouvelles thérapeutiques ;
Amélioration des connaissances fondamentales.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques et en termes de bien-être social

Près de 350 000 personnes bénéficient d'une prise en charge pour une affection de longue durée (ALD 25) de type maladie d'Alzheimer et maladies apparentées. Etroitement liée au

vieillissement de la population et à l'allongement de la durée moyenne de vie, cette affection devrait continuer à progresser dans les prochaines années.
Les progrès concernant sa connaissance représentent donc un facteur important tant en termes économiques (développement de nouveaux outils diagnostiques et thérapeutiques) qu'en termes sociétaux (meilleure prise en charge du handicap des personnes atteintes de cette maladie).

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

Axes et thèmes de recherche

- Mécanismes physiopathologiques et compensatoires.
- Nouveaux biomarqueurs de détection et de progression de la maladie, pouvant être identifiés et caractérisés à partir d'études génomiques, protéomiques, de neuro-imagerie, etc.
- Développement de modèles expérimentaux, pouvant être des modèles in silico, in vitro, in vivo… Partenariat entre des laboratoires publics et privés.
- Recherche de marqueurs comportementaux et cognitifs, pouvant faire appel à des études de neuropsychologie, dans le but de mise en place de diagnostic précoce, de mieux accompagner l'aidant, etc.
- Thérapeutiques innovantes, incluant la caractérisation de nouvelles cibles, l'optimisation de la vectorisation, de protocoles de thérapie cellulaire, etc.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Pluridisciplinaire, ce programme s'adresse aux chercheurs biologistes, médecins et cliniciens qui travaillent en collaboration avec des équipes impliquées dans la compréhension des mécanismes de la maladie.

- **Type de recherche**

Fondamentale - appliquée - interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Ouvert / un axe en partenariat public/privé

Positionnement international

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

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

- **Caractère international du programme**

National

Programme :
Santé mentale et addictions (SAMENTA)

Mots-clés : Adolescence, anthropologie cognitive, biomarqueurs, cognition, comportement, conduite addictive, dépendance, diagnostic, discrimination, efficience des soins, épidémiologie, exclusion sociale, facteurs de risque, génétique, gériatrie, imagerie, maladies psychiatriques, organisation des soins, phénotype, pharmacologie, physiopathologie, psychiatrie carcérale, psychologie, prédisposition, pronostic, recherche clinique, sociologie, suicide, thérapie, toxicomanie, traumatisme, troubles de l'alimentation.

Résumé :
La santé mentale est un véritable enjeu de santé publique : plus d'un quart de la population française est, a été, ou sera atteint au cours de sa vie par une maladie mentale. Les maladies mentales sont fréquentes, chroniques et souvent gravement invalidantes. Elles représentent en France un dixième des dépenses de santé (10,4 milliards d'euros), presque autant que les maladies cardiovasculaires (11,8 milliards d'euros) et occupent le premier poste de dépense hospitalière. A l'échelle de l'Europe, les coûts direct et indirect de ces pathologies, bien supérieurs à ceux du cancer ou du diabète, s'élèvent à 240 milliards d'euros.
Ce programme a pour objectifs de stimuler les recherches en psychiatrie et dans le domaine des addictions afin de mieux comprendre ces pathologies et de proposer des moyens de prévention, de traitement et de prise en charge optimisés. Ce programme accompagne la mesure 26 du plan addictions 2007-2011.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : peut être dans le domaine des addictions ouverture avec le NIDA
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** ERA-Net NEURON, Maladies neurologiques et psychiatriques (MNP)

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- Stimuler les recherches intégratives en psychiatrie et dans le domaine des addictions ;
- Stimuler les projets à risque dans ce domaine ainsi que les recherches multidisciplinaires (sciences humaines et sociales, sciences cognitives, neurosciences….) en psychiatrie en favorisant les partenariats entre :
    - Recherches en laboratoire et recherches cliniques (recherches translationnelles)
    - Recherches biologiques, cliniques et sociologiques / anthropologiques (recherches multidisciplinaires)

Résultats attendus

- Augmenter les connaissances sur l'histoire naturelle des maladies psychiatriques et des addictions, depuis leurs bases moléculaires jusqu'à leur contexte socio-environnemental.
- Identifier des facteurs de risque pour les maladies psychiatriques et les addictions, qu'il s'agisse de leurs déterminants génétiques ou socio-environnementaux.
- Diagnostiquer ces maladies le plus tôt possible.
- Identifier des nouvelles pistes thérapeutiques.

Impact espéré

- Renforcer les équipes de recherche multidisciplinaires.
- Augmenter l'acceptation de la maladie mentale comme maladie commune.
- Augmenter la recherche translationnelle et le partenariat public/privé.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques & sociaux

- Optimisation des dépenses liées à la prise en charge par les assurances sociales des maladies mentales et des addictions ;
- Amélioration de la qualité de vie des patients et de la famille grâce à un diagnostic plus précoce des maladies mentales ;
- Amélioration de la prise en charge des addictions grâce à une meilleure connaissance de leur contexte socio-environnemental ;
- Diminution du nombre des suicides (depuis l'adolescent jusqu'au sujet âgé) grâce à une meilleure connaissance des facteurs de risque ;
- Meilleure prise en charge des maladies mentales et des addictions en milieu carcéral.

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

Axes et thèmes des recherches

- Environnement et santé mentale : identification des facteurs de risque et de réversibilité socio-économiques (organisation et accès des soins, stigmatisation sociale), culturels, environnementaux, etc.
- Identifications de bio marqueurs et de facteurs de risque génétique pour le diagnostic et le pronostic ;
- Facteurs développementaux : origine, installation et évolution des maladies ;
- Co-morbidité des maladies psychiatriques et somatiques ;
- Innovations thérapeutiques en imposant le partenariat public/privé.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques du programme**

Le champ de la santé mentale et des addictions doit être renforcé au niveau :

- des collaborations multidisciplinaires (sciences humaines et sociales, clinique, biologie) qui doivent être fortement augmentées ;
- des collaborations public/privé.

Ce programme doit contribuer à baisser les coûts directs et indirects des maladies mentales et de l'addiction.

- **Type de recherche**

Recherche fondamentale, industrielle et développement expérimental.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public/public, public/privé.

Positionnement international

- **Positionnement par rapport au 7ème Programme Cadre (FP7)**

Une action de coordination est ouverte pour élaborer une feuille de route européenne sur la santé mentale dans le FP7 en date de dépôt de janvier 2011.

- **Caractère international du programme**

National

Programme :
Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan)

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

Résumé :
Le programme « technologies pour la santé et l'autonomie » permet des avancées dans de nombreuses disciplines scientifiques et techniques :

- au service de l'acte médical ou chirurgical, pour le rendre plus sûr, plus précis, moins invasif et plus efficace ;
- au service de l'information médicale pour optimiser la gestion des données et améliorer la prévention, l'accès aux soins et les politiques de santé publique ;
- au service des personnes dépendantes en raison de la maladie, d'un handicap ou de l'âge, pour leur permettre une plus grande autonomie tout en garantissant un niveau élevé de sécurité et d'assistance.

Ce programme accompagne la mesure recherche 7 du Plan Alzheimer 2008-2012.

2ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011-2013
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme national / ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Continuation et évolution du programme « Technologies pour la santé et l'autonomie». Ce programme s'articule également avec tous les programmes thématiques du département biologie santé de l'ANR et les programmes STIC et P2N.

- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2009 **2010**	**83** **94**	**20**	**4**	**15,26 M€**	**94**	**29**

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Ce programme a pour objectif général de promouvoir les technologies et méthodologies innovantes appliquées aux domaines de la santé et de l'autonomie.

Il s'agira en particulier :

- de rendre plus sûr, plus précis, moins invasif et plus efficace l'acte médical ou chirurgical ;
- d'optimiser la gestion des données et d'améliorer la prévention, l'accès aux soins et les politiques de santé publique ;
- de permettre une plus grande autonomie au service des personnes dépendantes en raison de la maladie, d'un handicap ou de l'âge ;
- de renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires académiques et des entreprises du domaine.

Résultats attendus

Le développement de technologies contribuant à un saut ou une rupture technologique dans les grands domaines de l'accompagnement médical.

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

Le développement de méthodologies d'acquisition, de traitement et de modélisation des données ainsi que de méthodologies de prise de décision.

Impact espéré

Ce programme aura un impact sur la pratique médicale et sur l'assistance des personnes en rupture d'autonomie, tant au niveau des professionnels que des personnes malades, vieillissantes ou handicapées. La part des technologies médicales reste importante pour améliorer le diagnostic et va croissante pour la définition et la mise en œuvre de stratégies thérapeutiques innovantes. L'aide technique doit encore progresser pour une meilleure assistance à la personne. Enfin, le tissu industriel, fait surtout de PMEs, maillon

indispensable pour passer du laboratoire au lit du patient, doit bénéficier des transferts de technologie ou des co-développements réalisés dans les projets financés par le programme.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

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

Les moteurs du développement des technologies pour la santé et l'autonomie au plan mondial oscillent entre deux pôles contradictoires ; l'un est lié à la demande toujours grandissante sur la qualité des soins et des méthodes d'accompagnement et l'autre est lié aux besoins de réduction des coûts. Ces développements technologiques doivent entre autre répondre aux évolutions suivantes :

- une demande sociétale accrue de « bien-être » avec une évolution de l'«individu patient » vers un « individu consommateur » ;
- l'accroissement important des données biologiques et médicales à prendre en compte pour l'évolution vers une médecine plus personnalisée ;
- le vieillissement de la population dans les pays développés et l'évolution vers une prévention accrue de la maladie et de la dépendance en vue du maintien de l'autonomie ;
- un besoin de maîtrise des coûts de santé associé à une optimisation et parfois une délocalisation (télésanté) de la prise de décision, de l'accès aux soins et des actes médicaux.

Outre les développements spécifiques liés aux dispositifs embarqués (contraintes technologiques spécifiques, télécommunication, stockage,…), les recherches doivent de plus en plus présenter une approche intégrée prenant en compte à la fois les méthodologies d'acquisition, de traitement et de prise de décision, l'implémentation de ces méthodologies de façon distribuée.
De vrais défis scientifiques et technologiques voient ainsi le jour avec d'un côté le fort développement des outils informatiques et de communication et de l'autre la miniaturisation des systèmes embarqués. En gardant toujours à l'esprit l'importance dans le domaine de la télésanté des notions d'usages, d'acceptabilité et d'éthique, les défis à venir concernent plus particulièrement :

- Une meilleure interopérabilité des dispositifs,
- Le développement d'une intelligence distribuée,
- Une amélioration de la qualité et sécurité de transfert des données,
- Une réelle garantie d'accès aux données et disponibilité des canaux de communication en conditions de mobilité,
- L'optimisation des méthodologies de prise de décision (distribuée),
- La prise en compte des évolutions continuelles des contraintes organisationnelles et réglementaires spécifiques.

Finalement, les recherches en technologie et en SHS deviennent particulièrement liées puisqu'il s'agit de sortir les dispositifs de la sphère sécurisée d'usage par les professionnels de santé pour les confier à la personne elle-même. Les évaluations d'usage sont donc particulièrement importantes pour le succès ou l'échec de la mise en œuvre des dispositifs.

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

Axes et thèmes

Trois axes principaux sont proposés :

1. ***Le développement de technologies contribuant à un saut ou une rupture technologique dans les domaines suivants*** :
   - Instrumentation et biocapteurs
   - Imagerie médicale (traceurs, recherche pré-clinique…)
   - Gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur
   - Biomatériaux et ingénierie tissulaire

2. ***E-sante et information médicale :***
   Cet axe concerne l'ingénierie et la modélisation des connaissances et des données. Il inclut par exemple l'organisation et la structuration des dossiers médicaux en fonction des usages. Sont également concernés les projets de modélisation prédictive des maladies qu'elles soient pandémiques ou individuelles.
   Dans le cadre de cet axe, sont attendus des projets ***« phares »*** particulièrement ambitieux et pluridisciplinaires qui intègrent forcément des approches biomédicales (biologie, épidémiologie, clinique,…), des sciences et techniques de l'information et des sciences humaines et sociales.

3. ***Le développement de technologies et de services innovants pour la rééducation, la correction ou la suppléance fonctionnelle des déficiences :***
   L'attention des proposants sera attirée sur l'intérêt de projets incluant des méthodologies particulièrement innovantes en matière d'**évaluation des technologies médicales** dans leur environnement clinique **ou des aides techniques**

dans leur environnement d'usage avec la prise en compte de l'acceptabilité et du bon usage éthique.

Enjeux scientifiques et technologiques

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

Type de recherche

Recherche fondamentale, industrielle et développement pré-concurrentiel.
Certains essais cliniques préliminaires seront éligibles.
La recherche est nécessairement interdisciplinaire puisqu'elle doit être pertinente du triple point de vue scientifique, clinique et industriel pour pouvoir prétendre à un impact dans le domaine.

Positionnement par rapport au partenariat

Partenarial (public-privé)

Participation financière

ANR, CNSA et DGA comme co-financeurs

Positionnement international

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

TECSAN est ouvert depuis 2009 à la participation de partenaires de Taïwan et s'articule avec l'article 169 « AAL169 ». Il est envisagé une ouverture avec l'Allemagne et le Canada.

Programmes internationaux

Liste des programmes internationaux :

- **AAL 169**
- **ERA-Net EMIDA**
- **ERA-Net ERARE2**
- **ERA-Net EURONANOMED**
- **ERA-Net NEURON**
- **ERA-Net SIINN**
- **Quadrilateral CA-DE-ES-FR: "Integrated Research on metabolic diseases"**

Appel à Projets transnational dans le cadre du programme de l'Art.169 « Ambient Assisted Living » (assistance à la vie autonome) — AAL169

Objectifs

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

Enjeux

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

Partenaires internationaux

AT, BE, CY, CK, FI, FR, DE, GR, HU, IE, IL, IT, LU, NL, NO, PL, PT, RO, SI, ES, SE, GB, CH

Contribution prévue de la partie française

L'ANR, en partenariat avec la CNSA, prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés dans le cadre de ce programme. L'ANR, en partenariat avec la CNSA, participe à la gouvernance, au choix des thématiques des différents appels à projets et à la rédaction des diverses procédures utilisées dans ce programme transnational.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2008-2013 (3ème appel à projets prévu en 2011)

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net EMIDA (maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux)

Objectifs

Ce programme a pour but de promouvoir la recherche sur les zoonoses en rassemblant les compétences Européennes autour de collaborations transnationales. Les zoonoses sont des infections (bactéries, virus, prions) et infestations (parasites proto- ou métazoaires) qui se transmettent naturellement des animaux vertébrés à l'homme et vice-versa. Ces maladies animales sont de vrais enjeux économiques pour la production des animaux de rente. Elles sont également des problèmes de santé publique car elles sont fréquemment associées à des maladies émergentes humaines.

Enjeux

Les zoonoses ont des implications fortes sur la société : agriculture durable, alimentation humaine, environnement, l'économie des filières de production des animaux de rente, la santé publique.
Ce programme international contribuera à :

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

Partenaires internationaux

AT, BE, CY, CZ, DK, FI, FR, DE, IE, IL, IT, LT, NL, NO, SE, CH, UK

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés. L'ANR participe à l'élaboration et à la mise en place des procédures de l'appel à projets ouvert dans le cadre de l'ERA-Net. L'Inra (représentant une coordination nationale) est en charge du Work Package 2 "Mapping and analysis of existing research and current research needs and research programme development" de l'ERA-Net.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2008-2011 (2ème appel à projets prévu en 2011)

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net ERARE 2 (maladies rares)

Objectifs

Une maladie est dite rare lorsqu'elle touche un nombre restreint de personnes dont le seuil est fixé en Europe à 1 personne sur 2000. Près de 7000 maladies rares ont déjà été identifiées. Souvent graves, chroniques et mettant souvent en jeu le pronostic vital, les maladies rares représentent un véritable enjeu de santé publique.
L'AAP ouvert en 2011 dans le cadre de cet ERA-Net aura deux objectifs principaux :

- Développer des projets de recherche utilisant des collections de cas/cohortes de malades et les collections biologiques adéquates, qui ne seraient en général pas possible de réaliser à l'échelle nationale. Les objectifs scientifiques pourront être multiples : définition de nouvelles entités nosologiques, épidémiologie, corrélations génotype/phénotype…
- Favoriser l'interdisciplinarité et l'échange de savoir-faire autour de projets novateurs et ambitieux dans les domaines de la génétique, de la physiopathologie, et les approches thérapeutiques.

Enjeux

Les efforts de recherche réalisés sur les maladies rares sont particulièrement valorisants du fait qu'il s'agit souvent de maladies monogéniques dont la survenue est donc due à l'altération d'une seule protéine. Il est ainsi possible de comprendre plus rapidement les processus physiopathologiques impliqués mais également de développer des approches thérapeutiques spécifiques et innovantes (thérapies cellulaires et géniques) qui pourront par la suite avoir des applications dans des maladies communes. Les maladies rares représentent de part leur nombre important un réel enjeu de santé publique mais également un vrai enjeu de société en posant la question de l'accompagnement de malades qui nécessitent presque tous une prise en charge spécifique.

Partenaires internationaux

AT, BE, DE, ES, FR, GR, IT, NL, PL, PT

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés. L'ANR a la co-responsabilité (avec l'agence allemande) du workpackage qui élabore et organise l'appel à projets ouvert dans le cadre de l'ERA-Net. Le GIS Maladies Rares est le coordinateur de l'ERA-Net.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011-2013 (1er appel à projets de MRAR2 prévu en 2011)

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net EuroNanoMed (Nanomédecine)

Objectifs

Ce programme a pour objectif d'accélérer la maturation du champ de la Nanomédecine au niveau européen en incitant les collaborations entre les chercheurs académiques, cliniciens et industriels et en favorisant le transfert des nanotechnologies vers la clinique et/ou les entreprises. A travers les collaborations transnationales, ce programme compensera la taille souvent faible de chaque communauté nationale dans le domaine de la nanomédecine, en augmentant la variété d'acteurs potentiels et en conséquence la compétitivité de projets financés.

Enjeux

- Compenser la pénurie de greffons, en particulier pour la cornée ;
- Améliorer la qualité (avec de nouvelles approches) du diagnostic précoce des maladies communes et rares ;
- Améliorer les thérapies éliminant les effets secondaires des traitements chimiques, en particulier les chimiothérapies lors de cancer ;
- Améliorer la qualité de vie des personnes âgées, avec, par exemple, des innovations dans les prothèses osseuses grâce aux « surfaces intelligentes ».

Partenaires internationaux

BE, DE, CH, ES, FR, HU, IT, IS, LI, LV, NL, RO, PL, TK, SE.

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés. Le CEA est le coordinateur de l'Era-Net.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2010-2012 (3ème appel à projets prévu fin 2011 - janvier 2012)

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net NEURON (système nerveux central sain et malade)

Objectifs

Ce programme a pour objectif général d'augmenter le partage des ressources de chaque pays européen, pour fédérer les recherches dans le domaine des neurosciences, des maladies neurologiques et psychiatriques. Les appels à projets précédents ont ainsi permis la mise en commun de groupes de patients, de cohortes et des ressources biologiques de tout type.
Les objectifs spécifiques sont :

- Mise en place de réseaux interdisciplinaires et transnationaux,
- Harmonisation des données (notamment de phénotypes) entre les différents pays,
- Amélioration de la connaissance des maladies neurologiques et psychiatriques,
- Caractérisation moléculaire des maladies,
- Connaissance de l'histoire naturelle des maladies, des facteurs de risque d'apparition, des facteurs explicatifs d'expressivité variable, de gravité, de complications,
- Identification et caractérisation de nouvelles cibles pour le développement thérapeutique.

Enjeux

Les maladies neurologiques et psychiatriques constituent de véritables enjeux de santé publique. Par exemple, plus de 25 % de la population française présente, a présenté ou présentera, au cours de sa vie, une maladie mentale. De plus, la fréquence des maladies neurologiques et neurodégénératives augmente rapidement avec le vieillissement de la population. Le coût de ces pathologies représente ainsi près de 10 % des dépenses de santé en France. Les progrès concernant leur connaissance et le développement de diagnostics et de thérapies sont donc essentiels non seulement pour une meilleure prise en charge sociétale des handicaps des personnes atteintes, mais également pour une réduction des coûts associés à ces pathologies.

Partenaires internationaux

AT, CA, DE, ES, FI, FR, IT, LU, PL, RO, SW, QC, UK

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés. L'ANR participe à l'élaboration et à la mise en place des procédures de l'appel à projets ouvert dans le cadre de l'ERA-Net. L'Inserm et le CNRS sont co-responsables du workpackage « foresight activities » qui étudie les perspectives de recherches dans le domaine au niveau international et européen.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011-2013 (4ème appel à projets du programme prévu en 2011)

Appel à projets transnational dans le cadre de l'ERA-Net SIINN (développement de nanotechnologies sécurisées et non toxiques)

Objectifs

Ce programme a pour principal objectif de développer des nanotechnologies en intégrant à la fois le bénéfice du consommateur et sa sécurité sanitaire.
Les objectifs spécifiques sont :

- de permettre la mise sur le marché de nanomatériaux sécurisés et non toxiques,
- de préparer la communauté à une standardisation des processus de production et de tests de toxicité prédictifs des nanomatériaux,
- de rapprocher les industriels des nanotechnologies des toxicologues et cliniciens.

Enjeux

Particulièrement au niveau européen, le développement d'une démarche d'innovation responsable est indispensable pour :

- Développer des instruments pour la métrologie dans l'environnement des nanomatériaux fabriqués,
- Développer des méthodes pour tester la toxicité des nanomatériaux et en particulier développer des systèmes robustes pour évaluer leur impact sur la santé et sur l'environnement pendant leur durée de vie complète,
- Modéliser pour prédire l'impact potentiel des nouveaux nanomatériaux.

Partenaires internationaux

AT, BE, DE, CH, ES, FR, GR, IT, RO

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés. L'ANR participe à l'élaboration et à la mise en place des procédures de l'appel à projets ouvert dans le cadre de l'ERA-Net. Le CNRS est présent.

Années pour lesquelles le programme est prévu

2011-2013 (1er appel à projets prévu en 2011)

Appel à projets transnational quadrilatéral Allemagne (BMBF), Canada (IRSC – FRSQ), Espagne (ISCIII) & France (ANR) : Recherches intégrées sur les maladies métaboliques

Objectifs

L'objectif principal de ce programme est de motiver et d'accélérer la recherche sur les maladies métaboliques, incluant le diabète et leurs complications. Il s'agit également d'ouvrir la communauté scientifique des quatre pays engagés aux expertises nécessaires à la mise en place de recherches intégrées s'intéressant à la physiopathologie des maladies dans leur contexte sociologique (incluant les déséquilibres nutritionnels) et/ou environnemental. Ces recherches transnationales devraient également permettre la mutualisation de ressources (cohortes, échantillons biologiques, etc.) nécessaires pour la mise en place de recherches efficaces et compétitives.
Ce programme est une action pilote en préparation de l'ouverture d'un ERA-Net sur le diabète et les maladies métaboliques.

Enjeux

Les maladies métaboliques, incluant le diabète, sont des maladies communes très hétérogènes qui touchent plus de 10 % de la population française. Ces maladies constituent donc un enjeu majeur de santé publique. En France, 3 millions de personnes sont affectées par le diabète qui représente la 5ème cause de mortalité dans la plupart des pays développés.
Les enjeux sont de :

- Développer de nouvelles approches de prévention de ces maladies ainsi que de leurs complications vasculaires, neurologiques et hépatiques,
- Développer des approches permettant de générer et contrôler des cellules insulino-sécrétrices,
- Développer des approches thérapeutiques innovantes (immunothérapie, nouvelles molécules),
- Découvrir de nouveaux marqueurs biologiques.

Partenaires internationaux

CA, DE, ES, FR

Contribution prévue de la partie française

L'ANR finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés.

Année pour laquelle le programme est prévu

2011

Sciences humaines et sociales

Sciences humaines et sociales

Au-delà de la diversité de leurs méthodes et de leurs objets d'études, les sciences humaines et sociales ont en commun de développer de nouvelles approches pour comprendre le monde et les sociétés. Elles permettent de les resituer dans une perspective de temps long et dans leur diversité, de distinguer les évolutions, les transformations, les ruptures comme les invariances. Elles contribuent ainsi à la réflexivité des sociétés, à l'invention de nouveaux possibles et d'options pour leur développement.

La programmation de l'année 2011 prend en compte les évolutions du contexte socio-économique. La globalisation des échanges économiques et culturels, le développement accéléré de la circulation des biens et des personnes affectent profondément la structure des sociétés et leurs modes de gouvernance. Les évolutions rapides du contexte mondial et les effets de la dernière crise rendent urgent de mieux comprendre l'ensemble des métamorphoses des sociétés. L'analyse de ces mutations requiert une perspective historique mais aussi une analyse des processus économiques, politiques, culturels et sociaux internes aux sociétés elles-mêmes, aux diverses échelles, des plus individuelles aux plus collectives. Autant de questions qui mobilisent les différentes approches des SHS.

Suite aux avis issus de la communauté scientifique, aux recommandations émises par le Comité de visite International (juillet 2008), et aux propositions du Comité Scientifique Sectoriel, une réorganisation de la programmation du département sciences humaines et sociales est proposée. Celle-ci s'organise autour de 5 grandes lignes de force :

- proposer un affichage à moyen terme afin de favoriser la mise en place des coopérations entre équipes ;
- ouvrir de nouvelles voies de recherche tant du point de vue épistémologique qu'en terme d'objet ; favoriser le renouvellement des méthodes, des analyses et des modes d'établissement des résultats ; mettre au point des outils d'exploitation de données, de nouveaux instruments pour la constitution, le traitement de corpus, de bases documentaire ou d'ensemble de données ;
- contribuer à la fédération des approches entre les sciences humaines et sociales et les autres grands secteurs scientifiques ;
- favoriser la visibilité des sciences humaines et sociales sur des grands domaines de recherche fondamentale ;
- renforcer l'internationalisation des recherches françaises.

Ces lignes de force s'inscrivent dans le cadre des orientations de la Stratégie nationale de Recherche et d'Innovation qui attribuent aux SHS un rôle clé pour penser les nouvelles échelles de temps et d'espace restructurant les pratiques sociales et l'économie, ainsi que pour la construction des interfaces interdisciplinaires. Ces recommandations mettent également en avant l'intensification des partenariats internationaux comme condition de renforcement de l'attractivité du territoire scientifique français. Les lignes de forces de la programmation correspondent également aux recommandations du Conseil pour le

Développement des Humanités et des Sciences Sociales dans le domaine des infrastructures et à celles de la feuille de route sur les Très Grandes Infrastructures de Recherche.

La programmation envisagée pour 2011-2013 se décline ainsi autour de :

- « Métamorphoses des sociétés » (2011-2013), avec, pour l'année 2011, deux sous-programmes : « Inégalité - inégalités » et « Globalisation et gouvernance » ;
- « Émotion(s) - cognition - comportement » (2011), programme pluridisciplinaire, piloté par les SHS, en collaboration avec les sciences biologiques et médicales et les STIC ;
- « Corpus et outils de la recherche en SHS » (2011-2013) ;
- « Sociétés innovantes : innovation, nouvelle économie, modes de vie » (2011-2013), programme transversal à l'ensemble des départements de l'ANR, piloté par le département sciences humaines et sociales.
- Programmes en coopération internationale bi latéraux et quadrilatéraux (Franco-allemand, franco-japonais – Chorus, ORA - Open Research Area in Europe[15]-, Franco-américain, Franco-québécois).

[15] Appel à projets quadrilatéral en Sciences sociales ouvert entre la France, l'Allemagne (DFG), le Royaume-Uni (ESRC) et les Pays-Bas (NWO).

Programme :
Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales

Résumé :
Le programme « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » a pour objectif de soutenir les projets de recherche impliquant la constitution, l'enrichissement, la valorisation, la documentation de corpus ou permettant l'amélioration des outils et des procédures d'analyse nécessaires à l'exploitation scientifique de corpus ou d'ensembles de données. Au travers de cet appel à projets, l'ANR vise à soutenir le développement de nouveaux instruments à la disposition des chercheurs en sciences humaines et sociales dans un souci de libre accès, de partage et de pérennité des données. L'appel à projets concerne tous les types de sources (textes, données statistiques, documents sonores, multimédia, images, films, photographies) et l'ensemble des sciences humaines et sociales.

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 – 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Les 2 précédentes éditions de l'appel à projets « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » ont rencontré un vif succès auprès des communautés scientifiques : 2006 (160 projets soumis, 31 financés), 2007 (152 projets soumis, 36 financés). Elles ont permis une très forte mobilisation des différentes disciplines des sciences humaines et sociales, notamment de l'histoire et de la linguistique, mais également de la science politique, la sociologie, l'économie, la psychologie, la géographie, la démographie, l'anthropologie, la littérature. Les projets de recherche s'appuyaient sur une diversité de sources et des types de données : données statistiques, textuelles, images, sons.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales a pour objectif de soutenir les projets de recherche impliquant la constitution, l'enrichissement, la valorisation, la documentation de corpus ou permettant l'amélioration des outils et des procédures d'analyse nécessaires à l'exploitation scientifique de corpus ou d'ensembles de données.

Au travers de cet appel à projets, l'ANR vise à soutenir le développement des nouveaux outils et modes de travail des chercheurs en sciences humaines et sociales dans un souci de libre accès, de partage et de pérennité des données.

L'appel à projets concerne tous les types de sources (textes, données statistiques, documents sonores, multimédia, images, films, photographies...) et l'ensemble des sciences humaines et sociales.

La constitution de corpus et de bases de données doit constituer des objectifs de recherche originaux. Les projets devront donc s'inscrire dans une perspective scientifique précise et une finalité heuristique qui justifie la cohérence et la pertinence du champ d'étude choisi.

Les projets devront notamment :

- présenter un sujet de recherche clairement défini ;
- détailler les modes de constitution, de traitement des corpus et données ;
- faire référence à des normes et des procédures d'archivage internationalement reconnues, notamment en terme d'indexation et de documentation (Texte Encoding Initiative, Data Documentation Initiative…) afin de favoriser la diffusion de données au niveau international ;
- préciser les modalités de pérennisation et d'accessibilité des corpus et données rassemblées ;
- prendre en compte les questions de protection de la confidentialité des données personnelles et les droits de propriété intellectuelle et commerciale sur certains types de données.

Résultats attendus

Ce programme doit permettre de fonder de nouvelles recherches ou de renouveler, y compris au plan épistémologique, les perspectives de recherche dans les différentes disciplines des sciences humaines et sociales, grâce à la mise au point d'outils, de méthodes, de bases de données. Dans tous ces cas, les projets devront inclure des modalités d'accès aux sources et données innovantes.

Les projets de recherche financés doivent contribuer à soutenir le développement de recherches s'appuyant sur des corpus. En effet, l'existence dans un certain nombre de grands pays développés, - tels que les États-unis, la Grande-Bretagne, la Suisse, - de structures permettant la numérisation, le stockage, la conservation et l'accès aux corpus ou bases de données a permis le développement de travaux de recherche spécifiques. Cette dynamique

s'inscrira en synergie avec la politique en faveur des infrastructures en SHS conduite par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et par les organismes ou grands établissements de recherche.

Les deux premières éditions de l'appel à projets « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » ont permis le développement de recherches d'envergure. On peut noter par exemple le développement de travaux en linguistique dans le domaine des langues en danger qui permettent de décrire, de constituer des typologies, de documenter et d'archiver des corpus de diverses variétés de langues en Afrique, Amérique latine, Asie, Europe, parmi lesquelles de nombreuses langues orales. Ces travaux contribuent notamment à la compréhension des universaux et des variations dans la genèse et le développement des langues, de la distribution géographique de ces variations, de l'histoire des langues et de leurs évolutions. D'autres travaux ont permis d'explorer les premiers textes de français médiéval permettant notamment de tracer le passage du latin au français (IXe-XIIe).
Dans le domaine de la géographie et de la démographie, la constitution de corpus de cartes et de données de population et d'environnement permet d'appréhender les dynamiques d'évolution de l'occupation des espaces.
La constitution de corpus ouvre également de nouvelles perspectives pour les recherches en histoire en permettant par exemple d'archiver des témoignages oraux (par exemple sur la période du Goulag), des sources écrites (par exemple sur le patronat et les acteurs du monde ouvrier) ou encore l'étude des réseaux des grands personnages politiques.
La constitution de grandes bases de données ouvre de nouvelles perspectives pour le traitement des enquêtes dans le domaine des comportements politiques, des systèmes de valeurs, en facilitant les comparaisons européennes. Les études de cohorte sont particulièrement utiles dans l'appréhension des caractéristiques socio-économiques ou des données en matière de santé pour une population.

Les recherches financées par l'ANR dans le cadre des éditions 2006 et 2007 du programme Corpus ont permis, comme en témoignent les premiers bilans, des avancées significatives non seulement sur le plan de la collecte et de la mise à disposition de données structurées, mais également dans le domaine des outils d'exploitation de ces données. Les premiers efforts dans les différentes disciplines ont concerné le choix d'étiquettes d'annotation conformes aux standards et normes en vigueur et le développement d'outils d'annotation automatique des données (par exemple une segmentation automatique de la chaîne parlée pour des corpus sonores, ou l'étiquetage automatique des saillances intonatives). D'autres outils pour les requêtes (permettant notamment aux chercheurs n'ayant pas participé à la recherche initiale de constituer leur propre corpus à partir de la base de données) et des outils de visualisations des résultats des requêtes ont également été développés. A l'issue de ces deux éditions, s'ébauche une réflexion sur l'interopérabilité des outils dans différentes bases. Au total, si beaucoup reste à faire, une dynamique est créée.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Ce programme doit contribuer à la mise au point de méthodes et d'outils de traitement, d'archivage et de mise à disposition pertinents pour les sciences humaines et sociales et permettent de contribuer au débat international sur la production des normes dans ce domaine.

L'usage des techniques de représentation en 3D ou de simulation permet de contribuer à l'analyse et à la compréhension des usages des outils techniques.

Le recueil de données économiques et sociales, les modes de traitement, la constitution de grandes bases sont essentiels pour la compréhension des évolutions des sociétés et la mise en place de politiques adaptées et de leur évaluation. Le traitement à grande échelle de données de population, de santé, d'environnement est déterminant pour répondre aux défis de la prise en compte des risques sanitaires ou environnementaux et à l'élaboration de mesures appropriées.

La numérisation des sources ouvre de nouvelles perspectives pour l'approfondissement des connaissances des cultures et des civilisations, qu'elles s'appuient sur la connaissance des habitats, des environnements, des différents objets (monnaies, objets usuels), des représentations (œuvres d'art) ou encore sur les textes, les langues (orales ou écrites). Cela représente un apport essentiel à la valorisation et à la transmission du patrimoine matériel et immatériel de l'humanité.

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

Axes et thèmes des recherches

Les projets devront mettre en évidence une réflexion méthodologique précisant, notamment, selon les contenus envisagés et les perspectives de recherche les aspects suivants :

- mode de constitution, stratégies d'interrogation, d'extraction, de classification des données, choix des méta-données et questions relatives aux principes et pratiques de catégorisation ;
- stratégies d'articulation entre approches qualitatives et quantitatives ;
- recherches en typologie des textes et des discours, des sources iconographiques ou sonores nécessaires au travail de catégorisation des corpus, genèse des textes ;
- méthodologies de traitement de données hétérogènes (biographiques, spatiales, muséographiques, virtuelle, 4D, réalité augmentée) ;
- contraintes d'usage et d'exploitation des bases et des corpus (droits juridiques afférents aux documents initiaux et enrichis, protection des personnes et des libertés publiques, protection de la propriété intellectuelle) ;
- normalisation assurant un partage effectif des données entre chercheurs de disciplines ou de pays différents et garantissant la reproductibilité des collectes et des analyses.

Différents champs scientifiques et orientations de travail peuvent être retenus dans le cadre de cet appel à projets, par exemple :

- Développement d'enquêtes, constitution de bases de données (notamment longitudinales), 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 (par exemple couplage de données de secteurs disciplinaires différents) ou actualisant des sources anciennes, testant des méthodologies innovantes ou enrichissant notablement des sources existantes ;
- Analyses sociales et sociohistoriques microanalytiques, contribuant à une compréhension des parcours individuels et des réseaux interpersonnels ;
- Constitution de corpus de textes (littéraires, philosophiques, scientifiques) à partir de fond d'archives, de catalogues ;
- Constitution de corpus de données géo-archéologiques, paléoenvironnementales, géohistoriques, paléographiques, codicologiques, graphématiques ;
- Description 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), analyse des situations d'interaction ou d'interlocution, constitution de bases de données d'enregistrement vidéographique ou sonore ;
- Constitution de bases permettant le couplage de données sociales, économiques, de population, environnementales…

Cet appel à projets concerne également la mise au point de nouvelles méthodes (d'analyse, de traitement, d'indexation) et la production d'outils :

- Mise au point, production ou amélioration d'outils de recherche, d'analyse ;
- Élaboration de méthodes de couplage de données, d'interopérabilité de bases, y compris de bases de données d'apprentissage.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

En accord avec la roadmap European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) (octobre 2006)[16], la feuille de route française sur les Très Grandes Infrastructures de Recherche (2008)[17], élaborée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, inscrit les sciences humaines et sociales parmi ses priorités à travers : le soutien des « archives et bibliothèques numériques, des bases bibliographiques et enquêtes sociologiques accessibles en ligne », de façon pérenne. Ainsi « au-delà du renouvellement des problématiques d'accès aux documents scientifiques (sources et documents), les infrastructures de recherche en SHS permettent de constituer et de manipuler des corpus très hétérogènes susceptibles d'ouvrir de nouvelles voies de recherche tant épistémologiques que disciplinaires ».

[16] http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri

[17] http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid23165/une-nouvelle-feuille-de-route-pour-les-grandes-infrastructures-de-recherche-europeennes.html

La feuille de route prévoit 4 TGIR (Très Grandes Infrastructures de Recherche) : Adonis (TGE d'appui du CNRS à la communauté en SHS), PROGEDO (PROtection et GEstion de DOnnées pour les sciences humaines et sociales), CORPUS (Corpus pour les sciences humaines et sociales), BSN (Bibliothèque Scientifique Numérique).

Le développement et le soutien des infrastructures en sciences humaines et sociales fait également partie des priorités du 2ème rapport du Comité pour le Développement des Humanités et des Sciences Sociales[18]. Celui-ci précise que « les infrastructures sont, comme pour les autres disciplines, indispensables au SHS, auxquelles elles donnent des outils pour la recherche permettant à la fois de contribuer à l'argumentation ou à la formulation des problématiques, de vérifier les analyses et d'établir des résultats ».

- **Type de recherche concernée**

Ce programme vise à soutenir des projets de recherche fondamentale et à favoriser le développement d'outils pour la constitution, le traitement, l'analyse de corpus et de données. Les projets proposés peuvent être monodisciplinaires ou interdisciplinaires au sein des sciences humaines et sociales, et s'appuyer, par exemple, sur des collaborations avec les sciences et technologies de l'information et de la communication.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Le programme est ouvert au co-financement.

- **Type de partenariat de recherche**

Des partenariats avec des institutions publiques et des entreprises peuvent être envisagés.

Positionnement international

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

Les projets devront veiller à la qualité de leur insertion internationale, notamment à leur articulation avec les infrastructures européennes de recherche (CESSDA[19], CLARIN[20], DARIAH[21], EROHS[22], ESS[23], SHARE[24]…).

[18] http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid23414/conseil-pour-le-developpement-des-humanites-et-des-sciences-sociales-cdhss.html

[19] Council of European Social Science Data Archives http://www.cessda.org/

[20] Common Langage Resources and Technology Insfrastrucure http://www.clarin.eu/external/

[21] Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities http://www.dariah.eu/

[22] European Resource Observatory for the Humanities and Social Sciences

[23] European Social Survey http://www.europeansocialsurvey.org/

[24] The Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe http://www.share-project.org/

Programme
Emotion(s) – cognition – comportement

Résumé :
L'étude des interrelations entre émotion(s), cognition et comportement ouvre des perspectives scientifiques à la fois pour renouveler l'approche de questions classiques du fonctionnement de l'esprit humain et pour explorer de nouveaux objets. Ceux-ci constituent des thèmes en émergence autant pour les sciences humaines et sociales que pour les sciences cognitives, les sciences de la vie ou les sciences pour l'ingénieur.
Ce programme a pour objet :

- De favoriser l'exploration du lien entre émotion(s) et cognition dans ses différentes dimensions (perception, attention, action, communication, mémoire et jugement), du point de vue individuel, interindividuel et collectif, normal, altéré ou pathologique et en liaison avec le contexte social, culturel et social comme dans ses dimensions biologiques ou langagières ;
- De contribuer à l'étude des processus fondamentaux du développement, de l'apprentissage, du vieillissement en relation avec les émotions et la cognition ;
- D'aborder les thèmes des activités de jugement et de décision, de l'empathie, de la coopération, ou encore de la confiance, des croyances et des comportements moraux.

Programme nouveau

- **Année pour laquelle le programme est prévu** : 2011
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : **programme nouveau**

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- Favoriser la collaboration et la confrontation entre les recherches conduites dans le champ des sciences cognitives, des sciences de la vie, des STIC et d'autres disciplines des SHS (par exemple : histoire, économie, anthropologie, philosophie, linguistique, psychologie, sociologie, littérature) ;
- Favoriser l'exploration du lien entre émotion(s) et cognition dans ses différentes dimensions (perception, attention, action, communication, mémoire et jugement), du point de vue individuel, interindividuel et collectif, normal, altéré ou pathologique, dans son interaction avec le contexte linguistique, culturel et social comme dans ses dimensions biologiques ;
- Contribuer à l'étude des processus fondamentaux du développement, de l'apprentissage et du vieillissement en relation avec les émotions et la cognition ;
- Aborder les thèmes des activités de jugement et de décision, de l'empathie, de la coopération, ou encore de la confiance, des croyances et des comportements moraux, des comportements de reconnaissance sociale, mais aussi de domination ou de compétition ;
- Développer la modélisation et la prise en compte des émotions et leur lien à la cognition dans les systèmes artificiels (robots, agents logiciels, jeux)..

Résultats attendus

Les résultats attendus sont essentiellement de type fondamental. Il s'agit de renforcer les connaissances sur les relations entre les émotions et la cognition dans quelque domaine que ce soit : d'une part, en étudiant dans quelle mesure, dans quels contextes (individuel, interindividuel et social) et pour quelles dimensions, les émotions modulent la cognition, par exemple en affectant l'attention, la mémoire, le jugement ; d'autre part, en recherchant quand, comment et en quelles circonstances la cognition peut moduler les émotions, en les déclenchant, en les orientant ou en les inhibant.

Impact espéré

En prenant simultanément en compte les dimensions cognitives et émotionnelles, les travaux conduits dans ce programme pourront contribuer à renouveler la connaissances des mécanismes impliqués dans l'apprentissage, dans l'attention, ou la mémoire. De plus, en adoptant une échelle temporelle adaptée, ces travaux devraient également permettre de mieux comprendre les dynamiques en jeu dans le développement, le vieillissement et dans un certains nombres de pathologies, etc…
La mise en place de nouvelles collaborations entre sciences de la cognition, sciences biologiques et médicales, sciences et technologies de l'information et de la communication, sciences humaines et sociales pourra contribuer au développement de nouvelles méthodes et d'outils innovants d'investigation (par exemple en articulant approches expérimentales et simulations informatiques...).

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

L'articulation des travaux portant sur les émotions, la cognition et les comportements devrait permettre d'aborder un certain nombre de phénomènes sociaux en prenant simultanément en considération ces différentes dimensions ; ainsi par exemple, les phénomènes de violence ou d'incivilités, de rumeur et de comportements de panique, les effets des émotions dans des situations de compétition ; ou les liens entre pratiques artistiques ou sociales et émotions.
De manière plus précise, repenser la relation entre les émotions et la cognition peut contribuer à redéfinir les hypothèses de comportement présentes dans la théorie économique. L'examen du rôle des émotions dans la poursuite des fins individuelles pourrait aider à dépasser les modèles actuels de l'homo oeconomicus conceptualisé tantôt comme un agent calculateur froid et sans passion tantôt comme un opérateur altruiste.

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

Axes et thèmes des recherches envisagés

- **Caractérisation de la relation entre « émotions et cognition »**
  - Champ sémantique et conceptuel du lien « émotions et cognition » (affects, passions, sentiment, humeurs, personnalité, lien entre émotions et valeurs, entre émotions et désirs…) ; transformation des approches en fonction de l'histoire, des champs des savoirs et des cultures ; spécificité des modes de catégorisation des émotions ;
  - Transformations historiques et culturelles des entités susceptibles de provoquer des émotions, des manifestations individuelles et collectives, de leur prise en charge, de leur régulation, de leur valorisation ou leur dévalorisation sociale ; construction des émotions en fonction des codes culturels et modes de comportement sociaux ; relations entre scénarios émotionnels et genre ;
  - Étude du rôle des arts et des pratiques artistiques dans les représentations, la réception, la formation, l'expression, la reconnaissance des émotions, comme dans la genèse des mentalités et comportements ; étude des ressorts des émotions esthétiques en fonction des différentes formes artistiques mais aussi des évolutions historiques (le plaisir du tragique) ;
  - Étude des modalités de déclenchement des affects par les médias et des contraintes qui en découlent pour le formatage et la sélection des informations ;
  - Relation entre émotions et modes de représentation (langage, son, image) ; corrélation entre émotions et compétences linguistiques ; corrélation avec les activités motrices ;
  - Relations entre croyances, émotions, cognition, tant à travers l'appréhension du religieux, du politique… que du point de vue des formes de rationalité ;
  - Apprentissage et changements des comportements.

- **Les liens entre émotions et cognition**

Pendant longtemps, on a analysé les effets des émotions sur la cognition, ou encore sur l'action, mais le fait que le système cognitif puisse avoir des effets en retour sur les émotions était peu envisagé. De là, le choix d'aborder les relations entre émotions et cognition à partir de différentes perspectives : types d'émotions et leurs spécificités ; types de cognitions en jeu ; dimension qualitative ou phénoménale des émotions ; indépendances ou dépendances des émotions vis-à-vis du contexte (y compris les émotions « self-reflexives » telles que honte, culpabilité, fierté) ; caractéristiques (implicite/explicite, conscient/inconscient, contrôlé/automatique, pré-attentionnel/post attentionnel…).

Deux sous-thèmes seront envisagés en prenant en compte les dynamiques émotionnelles et cognitives :

  - **Effets de la cognition sur les émotions** : modulation par le contexte ; rôle et impact des évaluations cognitives des émotions ; modalités de contrôle des émotions ; la cognition comme déclencheur des émotions ;
  - **Effets des émotions sur la cognition** (attention, mémoire - individuelle ou collective -, prise de décision, jugement…), sur le développement des apprentissages (y compris intelligence sociale) et sur les différentes activités (notamment relations entre les processus de régulation émotionnelle et les processus dits exécutifs, entre mémoire et prise de décision, entre émotion et incarnation (embodiment) ; étude du rôle des émotions pour l'évaluation de l'environnement…

- **Émotion et cognition sociale**
  - lien entre émotion, croyance, valeur, désir, motivation, empathie, coopération, altruisme, attitudes pro-sociales, confiance, fonctionnement des réseaux multi-agents… ; mais aussi rivalités, sentiments de domination, « plaisir de punir », reconnaissances sociales différenciées… ; genèse, distribution, diffusion des émotions dans les groupes ; de l'intelligence sociale ;
  - Étude des interrelations entre processus cognitifs, émotions, motivation, relations interpersonnelles et identité (biais cognitifs automatiques ou contrôlés, émotions contrefactuelles, capacité de projection dans le temps, mémoire autobiographique…) notamment pour l'appréhension des difficultés socio-émotionnelles et des troubles ;
  - Étude du développement et des multiples expressions du vieillissement, notamment sous l'angle de l'interrelation entre les dimensions émotionnelles, les processus cognitifs et sociaux et les différents facteurs (environnementaux, psychologiques, biologiques, médicaux, culturelles…).

- **Les méthodes et outils d'analyse** seront abordés dans les axes ci-dessus de manière à faire apparaître leurs relations avec les thématiques, notamment en ce qui concerne :
  - La mise au point de méthodes innovantes, notamment, expérimentales, associées à une réflexion sur l'éthique de la recherche sur les émotions ;
  - Modèles informatiques des émotions, systèmes de détection, de reconnaissance et d'interprétation des émotions, personnages virtuels interactifs, robots.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

L'étude des émotions est une question classique pour les spécialistes de l'évolution, les biologistes, les historiens et les philosophes. (Dès 1872, Darwin publie « L'expression des émotions chez l'homme et l'animal »). Les 40 dernières années ont permis un développement très important des recherches dans le domaine de la cognition. Cependant, l'étude de la relation entre émotion et cognition est encore très récente et peu développée (par exemple l'encyclopédie du MIT consacre au thème «Emotions and animal brain » une part plus importante qu'à l'étude des émotions humaines). Les approches des années 80 étaient essentiellement centrées sur la cognition froide, les approches contemporaines intègrent désormais les dimensions sociales et émotionnelles. Cette ouverture a permis :

- de mettre en place des collaborations entre des approches souvent cloisonnées (expérimentale, clinique, développemental, pathologie) ;
- d'explorer les troubles du comportement (attention, troubles envahissants du développement, TOC…) et de l'apprentissage, ainsi que d'envisager le rôle de l'éducation dans le contrôle et la gestion des émotions ;
- d'examiner le rôle des processus émotionnels sur les phénomènes attentionnels et mnésiques, et leur impact sur le développement et le vieillissement.

De nouvelles perspectives de recherches ont été ouvertes dans le domaine des sciences humaines et sociales. On assiste à l'émergence de nouvelles approches en économie qui s'appuient sur une redéfinition des hypothèses concernant le comportement (prise de décision en situation de risques, développement de l'économie expérimentale…). De nouvelles coopérations se développent, comme en atteste l'attribution du prix Nobel de sciences économiques au psychologue Daniel Kahneman et au psychologue Vernon Smith.
En France, en Angleterre, en Allemagne (Centre de recherche en histoire des émotions : London University, Max Planck), des travaux explorent le domaine de l'histoire des émotions.
Le regain d'intérêt pour la recherche sur les émotions a donné un nouveau souffle à plusieurs débats philosophiques et permis de générer de nouvelles hypothèses dans des domaines aussi différents que la nature de l'empathie/sympathie/simulation, le lien entre émotions, valeurs et normes (« les raisons affectives »), l'expérience esthétique (e.g. « paradoxe de la fiction » ; esthétique de la réception), l'éthique des vertus (e.g. la notion de « caractère » face au scepticisme du « situationnisme »), l'éthique de la sollicitude, les aspects affectifs des modes de reconnaissance sociale, le rôle des émotions dans la connaissance (« les émotions épistémiques »), la nature de l'auto-duperie (e.g. le rôle du ressentiment), etc…
D'autres travaux ont permis le développement de nouvelles approches dans le domaine de la littérature et des arts qui mettent l'accent sur la pensée, la philosophie des œuvres, leur nature morale. Des travaux ont également permis d'analyser la valeur historique ou politique de certains sentiments et ou encore de montrer comment « l'indicible » (l'angoisse, le deuil, le trauma, etc.) peut être représenté en littérature, peinture...

Les enjeux technologiques du programme concernent le domaine émergent du traitement informatique des émotions. Les contributions attendues permettront de renforcer les liens entre cognition et émotion dans les systèmes informatiques et améliorer ainsi les systèmes affectifs à de multiples niveaux : modèles informatiques d'émotion/cognition, coopération

dans les systèmes multi-agents logiciels dirigée par des mécanismes cognitifs et émotionnels, systèmes de compréhension des émotions / états mentaux dans différentes modalités (parole, expressions faciales, signaux physiologiques, gestes, texte), personnages virtuels interactifs et robots humanoïdes dotés de capacités cognitives et émotionnelles, corpus et bases de données multimodales permettant d'entraîner ces systèmes. Pour ces différentes technologies en sciences affectives, un impact est attendu dans de nombreux domaines d'application : assistance, « serious game », éducation, entraînement cognitif / émotionnel, rémédiation, jeu vidéo, arts virtuels, …

- **Type de recherche**

Cet appel à projets a pour objet de favoriser le développement de travaux de recherche fondamentale, mais aussi dans le domaine de la recherche clinique, expérimentale et appliquée, tant monodisciplinaires, qu'interdisciplinaires, dans les différents domaines des sciences humaines et sociales, des sciences cognitives, des sciences de la vie et des sciences pour l'ingénieur.

Positionnement international

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

Un programme est lancé par la National Sciences Foundation sur un thème similaire.

Programme :
Métamorphoses des sociétés
Thèmes 2011 : « Inégalité – Inégalités » « Globalisation et gouvernance »

Résumé :
La globalisation des échanges économiques et culturels, le développement accéléré de la circulation des biens et des personnes, affectent profondément la structure des sociétés, leurs mécanismes d'intégration et de différenciation ainsi que leurs modes de gouvernance. L'analyse de ces mutations requiert une perspective historique mais aussi une analyses des processus économiques, politiques, culturels et sociaux internes aux sociétés elles-mêmes, aux diverses échelles, des plus individuelles aux plus collectives, auxquelles ils peuvent être saisis.
Le programme thématique pluriannuel « Métamorphoses des sociétés », destiné aux différentes disciplines des sciences humaines et sociales, propose, pour l'année 2011, deux sous-programmes : « Inégalité – Inégalités », « Globalisation et gouvernance ».
Il s'agit :

- D'appréhender les dynamiques de production, de structuration, de perception des inégalités dans les différentes champs de la vie individuelle et collective ;
- D'analyser les différentes formes de la globalisation, à travers, notamment l'étude des modes de production et de diffusion des normes, des conditions de transmission de la connaissance et des formes de gouvernance dans différents secteurs.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national

Objectifs et finalités du programme

Dans un contexte marqué à la fois par de nouvelles formes d'échange, d'interdépendance et de différenciation entre les cultures et par certaines formes de globalisation des modes de vie et de pensée, l'étude des sociétés et des cultures dans leurs transformations et dans leur invariance prend une actualité particulière. La compréhension des phénomènes en jeu, qu'ils se situent sur les plans politique, social, économique ou culturel, nécessite une mise en perspective historique, l'étude des processus aux différentes échelles – micro et macro -, l'analyse de la pluralité des contextes et celle des perceptions que les individus, les groupes, les sociétés peuvent en avoir.

La mise en œuvre d'un programme thématique pluriannuel en sciences humaines et sociales, doit permettre à la fois de conserver un questionnement sur le moyen terme autour de la question centrale des métamorphoses des sociétés et de proposer chaque année des axes de réflexion privilégiés. Cette durée doit notamment permettre d'accumuler les connaissances, de multiplier les regards et les interrogations théoriques et de favoriser la coopération entre les chercheurs.

Pour l'année 2011 deux sous-programmes sont privilégiés :
- « Inégalité – Inégalités »
- « Globalisation et gouvernance »

Sous programme 1 : Inégalité – inégalités

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs

- appréhender les dynamiques de production, d'accumulation et de croisement des inégalités dans les différents champs de la vie individuelle et collective ;
- questionner la pertinence du choix des catégories et les modalités de leur construction, de leur utilisation ; mettre en perspective les modèles utilisés pour appréhender les inégalités (approches en termes de moyenne, de distribution, de dispersion) ;
- stimuler le renouvellement des méthodes, des approches, des objets, des terrains, des théories ;
- favoriser les approches longitudinales et prendre en compte la multi dimensionnalité des phénomènes, y compris en termes de scénarii.

Résultats attendus

Cet appel à projets doit permettre de mieux comprendre les conditions de production, de transformation des différentes inégalités, qu'elles concernent les revenus, l'emploi, l'éducation, la culture, la santé, l'accès aux soins, l'espérance de vie, de genre, l'habitat, l'accès aux services, l'environnement ou tout autre aspect de la vie individuelle ou sociale.

Il doit également permettre de favoriser une compréhension des processus d'agrégation, de structuration des inégalités aux différentes échelles micro et macro. Les travaux engagés devraient conduire à dépasser une approche fragmentée et favoriser l'émergence d'approches globales et intégrées, y compris pour la production d'indicateurs. Plus largement, la question des inégalités interroge aussi celle de la cohésion sociale et croise celle des différences individuelles et culturelles.

Impact espéré

Les recherches dans ce domaine peuvent contribuer à la réflexion collective pour la prise en charge des différents problèmes liés au développement et à la transformation des différentes inégalités. Elles s'inscrivent dans les besoins de recherche fondamentale et appliquée nés du développement de la crise.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques, sociaux et politiques

Le contexte économique mondial est marqué par des évolutions à la fois rapides et contradictoires qui concernent l'organisation des marchés et de la production, la redistribution des zones d'emploi et des revenus. La dernière crise a entraîné une augmentation du chômage et certains scénarii font valoir que les économies développées pourraient connaître une période de croissance lente, voire très lente, pour les années qui viennent.

Les inégalités semblent s'étendre, se creuser et se transformer, tant au sein des pays industriels qu'au sein des pays émergents. Si ces inégalités reposent sur un socle ancien, de nouveaux facteurs contribuent à leur évolution : vieillissement démographique, migrations et mobilités, urbanisation, changement des modes de vie, rapport à la santé, modification du rôle des institutions.
Le contexte économique et social est marqué par trois grands défis : le développement des inégalités, les nouvelles dynamiques d'entrée et de sortie de la pauvreté, la mobilité sociale et les évolutions démographiques. Autant d'éléments qui conduisent à réinterroger le rôle des différents contextes économiques ou sociaux, y compris sous l'angle des interdépendances entre les diverses zones géographiques, les liens entre croissance et inégalités, les formes de redistribution, les politiques et les mesures adaptées et plus largement les formes de justice et de cohésion sociale qui peuvent assurer le plus grand bien-être aux populations dans des sociétés en mutation.
Ces réflexions prennent en compte les perspectives ouvertes par le rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social[25] qui propose de nouvelles manières de mesurer les inégalités en associant le bien-être et les « capabilités » au seuls indicateurs de productivité par tête.

[25] Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social, établi à la demande du Président de la République française, par Joseph E. Stiglitz, Amartya Sen, Jean-Paul Fitoussi.
http://www.minefi.gouv.fr/fonds_documentaire/archives/dossiersdepresse/090914mesure_perf_eco_progres_social/synthese_fr.pdf

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

Axes et thèmes des recherches

- **Méthodes, outils et catégories d'analyse, approches historiques et comparatives pour la mesure des inégalités**

La notion d'inégalité interpelle les notions voisines, telles que vulnérabilité, pauvreté, exclusion, désafiliation. Les modalités de construction des catégories, des modes de diagnostic, des outils statistiques, des indicateurs, de même que leur transformation historique et les conditions de leur utilisation seront étudiées à travers le rôle des acteurs, les connaissances, les méthodes, les régimes de preuve mobilisés.
La mesure des inégalités passe par l'exploration des inégalités micro et macro, les approches longitudinales ou en terme de parcours, et par l'étude de la morphologie des populations (évolutions démographiques, définition des âges de la vie et des rapports entre générations, etc.) et de l'évolution des distributions spatiales (flux migratoires, urbanisation, mobilité sociale).

- **La production des inégalités**

- Contextes social, économique, politique, culturel
Les inégalités ne peuvent être analysées sans prendre en compte les modes de développement, les évolutions des économies, les formes de la croissance, le rôle du travail et de l'emploi, les variations des revenus, l'accroissement des niveaux de formation, notamment à travers les études des liens entre efficacité économique et justice sociale.
On s'intéressera également aux conséquences des inégalités en termes de culture, de religion. Les conséquences du sentiment d'inégalité ou d'injustice sur les formes de politisation, pourront être explorées.
Mais, la formation des inégalités sociales et interindividuelles dépend aussi des politiques publiques dont les effets méritent d'être examinés dans des domaines aussi divers que ceux de l'égalité des chances scolaires, de l'habitat, de la santé... Les problèmes d'environnement et leurs conséquences sur les mutations économiques peuvent avoir un impact sur les inégalités, y compris en termes de migration.

- Inégalité, potentiel, capacité, différence
Les approches de la différence varient selon les pays et certaines de ces variations peuvent s'expliquer par la place accordée aux différences individuelles. La mise en perspective des inégalités et des différences individuelles permet de renouveler le débat entre l'inné et l'acquis. Des analyses de la production de différences dans des situations sociales sensiblement équivalentes, ou encore en terme de potentiel des individus, pourraient être développées.

- Les formes de sécurité publique et privée
Quelles sont les conceptions de la justice sociale à l'œuvre dans les politiques publiques, les mouvements sociaux et la représentation des individus ? Les modèles de justice sociale liés

aux conceptions du « welfare » et de la démocratie peuvent être étudiés à travers les questions de différences culturelles, d'inégalités acceptables et inacceptables, de poids des transferts sociaux, de lien entre le niveau des prélèvements sociaux et la cohésion sociale.

- **La perception des inégalités**

Les références à une inégalité croissante sont de plus en plus fréquentes et ne correspondent pas toujours à la réalité, tout au moins, aux mesures utilisées pour mesurer la réalité. Cet écart entre la perception de l'inégalité et l'inégalité elle-même peut être dû précisément aux mesures disponibles mais il peut s'expliquer par une modification de la perception ou de la sensibilité d'un individu, de l'opinion, d'un groupe particulier à l'inégalité. Analyser les fluctuations éventuelles de cette sensibilité et de cette perception pourrait donner lieu à des recherches originales.
En première approximation, la perception de l'inégalité dépend : des critères individuels utilisés ; de la diffusion de l'information sur la situation économique de certains individus ou certains groupes dans une société; de courants d'idées au sein de groupes sociaux ou politiques ou simplement dans l'opinion publique.
Mais il est aussi nécessaire de s'interroger sur la nature des mécanismes de tous ordres qui peuvent expliquer des variations dans la perception et la sensibilité aux questions d'inégalité.

- Approches dynamiques et multidimensionnelles

Les données de l'enquête ISSP (International Social Survey Programme) montrent une différence importante entre la perception des inégalités sociales et la réalité des conditions. Certaines dimensions importantes des inégalités ressenties par la population sont peu aisées à objectiver, en raison de bases statistiques insuffisantes. Il s'agit de favoriser la mise au point d'approches, la production de données permettant de confronter la mesure des inégalités, les dynamiques, les incertitudes liées aux mobilités sociales et l'évaluation subjective des individus.
Il existe peu de travaux sur la perception multidimensionnelle des inégalités et sur les conséquences de ces perceptions. Les différents déterminants de la perception des inégalités, y compris les processus cognitifs, pourraient être explorés : comment les individus se rangent-ils dans un classement social ?

- Formation des jugements sociaux et justice sociale

La perception des inégalités et les jugements portés sur les inégalités et la hiérarchie sociale des différences sont marquées par différentes conceptions de la justice sociale et renvoient à des cadres normatifs et éthiques spécifiques aux sociétés.
La formation des jugements sociaux peut être analysée tant du point de vue des valeurs, des références que des représentations, notamment, à travers les processus cognitifs. Comment un climat de perception, un sentiment de crise par exemple, s'installe-t-il ? Comment l'expérience et les représentations se combinent-elles pour nourrir un sentiment d'exclusion ?

- Expériences individuelles, construction des sujets en société

Les inégalités sont des expériences personnelles par lesquelles chacun définit sa « position ». Elles peuvent être mises en rapport avec les mécanismes de construction des sujets dans les sociétés. Les rapports sociaux qui sous-tendent les inégalités sont-ils tributaires des processus d'individualisation et ceux-ci contribuent-ils à la production des inégalités ?

Si la rhétorique de la discrimination est présente, les informations sur les discriminés sont encore très faibles : les projets individuels, l'expérience de l'inégalité, mériteront d'être explorés, ainsi que le rôle des différents acteurs, y compris les entrepreneurs moraux, dans leur traduction politique.

- Les représentations

Les imaginaires nationaux sont l'un des éléments qui contribuent à orienter l'approche des inégalités, tant du point de vue de la perception, de la mesure que de la prise en charge. Quel est le rôle des traditions politiques, de la culture, de la littérature et des arts, des différents médias dans la construction des représentations ? Quelles répercussions ces formes ont-elles sur la conscience des inégalités et sur les conflits pour les réduire ? La question de l'inégalité des formes d'accès à la culture et au savoir et de la hiérarchie des valeurs culturelles pourrait aussi être étudiée.

Positionnement scientifique

- **Enjeux scientifiques**

La question des inégalités est importante pour la compréhension de l'évolution des modèles sociaux, comme de l'économie globale, ainsi que pour interroger les conceptions de la justice sociale, de l'équité inter et intra-générationnelle, du rôle des politiques publiques et plus largement les conditions de la cohésion sociale et du « vivre ensemble ».

Durant une longue période, les inégalités de revenus semblaient déterminer toutes les inégalités. Cette mesure synthétique renvoyait à une représentation de la société en termes de classes sociales. Mais, depuis quelques décennies, nous assistons à un brouillage des inégalités et à une multiplication des clivages inégalitaires : entre les revenus, les conditions de vie, les sexes, les cultures, les âges, les générations, les opportunités. Chacun est pris dans un système d'inégalités multiples qui ne se superposent pas exactement.

Il existe de fortes inégalités interindividuelles en termes d'éducation, de santé, de capacité de conduire sa vie… sur lesquelles les travaux pourraient être renforcés, notamment grâce aux approches en termes de « carrières » sociales. La double perspective micro et macro est d'autant plus nécessaire que les processus collectifs ne sont pas la somme des processus individuels. De plus, la différence de perception des inégalités suivant les pays montre que la perception n'est pas le résultat mécanique des inégalités « réelles ».

En France, la réflexion sur les inégalités s'est longtemps référée aux catégories de l'INSEE, en particulier aux catégories socioprofessionnelles. Aujourd'hui de nombreux travaux en sciences sociales sont consacrés à l'étude des inégalités, des jeunes aux personnes âgées, des « gender studies » aux « post-colonial studies ». Cependant, les analyses sont dispersées en autant de monographies, centrées sur une forme d'inégalité, alors que celles-ci se recoupent et se cumulent. Face à cette dispersion, il manque une approche globale et une théorie générale qui permettrait de saisir les phénomènes dans leurs multiples dimensions.

L'urgence est d'autant plus grande que se multiplient les enquêtes statistiques d'origines diverses et qu'une grande partie des activités des sciences sociales est consacrée à la production de données (benchmarking) utilisées pour des comparaisons générales, sans

réflexion sur la nature des données produites. De plus, les chercheurs français contribuent peu à la production de ces données.

L'analyse des inégalités dans toutes leurs dimensions soulève aussi bien des questions de collecte de données (enquêtes longitudinales, appariement de fichiers administratifs, etc.), que de choix d'indicateurs et de méthodes pour l'administration de la preuve (cas témoin, expérimentation sociale, représentativité des informations recueillies, etc.).

Dynamiques scientifiques à l'étranger
Les travaux de philosophie politique les plus discutés sont ceux émanant de Rawls, Dworkin, Taylor, Walzer, Sen.

Dynamiques de recherche en France
La recherche française dispose d'un fort potentiel de recherche dans différentes disciplines qui mérite d'être mobilisé et renforcé, notamment dans le domaine de la sociologie et de l'économie (cf. le séminaire pluridisciplinaire organisé en 1999 par la Drees – Mire sur les inégalités). Par ailleurs, la France dispose d'un dispositif statistique particulièrement performant dont les liens avec les milieux de recherche doivent être confortés.

Sous programme 2 : Globalisation et gouvernance

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs

La question de la « globalisation » occupe le débat social et politique, qu'elle apparaisse comme une menace, une nécessité ou une promesse. Elle fait le plus souvent référence à la mondialisation économique et à ses conséquences. Mais, la globalisation présente aussi une très forte dimension géopolitique, marquée par la reconfiguration des pays de l'Europe de l'Est, l'émergence de nouvelles puissances économiques, d'une organisation multipolaire du monde et par la multiplication des zones de conflits.
Si des études doivent être approfondies sur les effets de la globalisation sur les marchés (financiers, des biens comme des services), les monnaies, les systèmes de production, de distribution et de consommation, les valeurs, les normes et les comportements, il convient aussi de décaler le point de vue et de questionner l'évidence du phénomène. Ce décalage permettrait de développer des analyses qui explorent les spécificités de la période actuelle à l'aune de la dimension historique, les différences selon les zones géographiques, les aspects géopolitiques. Les conditions dans lesquelles la globalisation se manifeste et la manière dont les acteurs les éprouvent, s'en saisissent et l'interprétation qu'ils en donnent, sont autant de questions qui permettent d'appréhender la globalisation dans sa complexité et de contribuer à mieux s'inscrire dans les mutations qu'elle annonce. L'analyse des effets de la globalisation à travers les modes de production de la connaissance, de circulation des concepts, de diffusion des normes et sur les formes et les modes de gouvernance vise à apporter des éclairages novateurs sur les phénomènes en jeu.

Ces questions concernent différents domaines : sécurité, gestion des conflits ; environnement, climat et pollutions ; santé ; éducation ; marchés financiers et monnaies ; production industrielle et des services ; échanges commerciaux ; production de la connaissance ; politiques scientifiques ; modes de production des normes et des services ; mode de gouvernement et institutions nationales, européennes, régionale, mondiales ; entreprises, collectivités et organisations.

Résultats attendus

Grâce au renouvellement des terrains d'études, aux approches historiques sur longue et courte période, aux comparaisons géographiques, à l'analyse des dimensions géopolitiques, à l'étude des dynamiques de production des normes et à leur mode d'utilisation, à celle des conditions de transmission des connaissances ou à celle des modes de gouvernement dans la sphère publique ou privée, les travaux dans le cadre de ce thème devrait permettre de mieux caractériser les phénomènes de globalisation.

Impact espéré

Permettre de préciser les enjeux de la globalisation, c'est contribuer à en mieux maîtriser les conséquences, notamment sur les modèles nationaux ou régionaux de gouvernement.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques, sociaux et politiques

La globalisation s'accompagne :
- d'une multiplication des échelles d'action ;
- de l'apparition de nouveaux défis (effets sociaux d'une économie mondialisée, risques environnementaux, climatiques et sanitaires,…) souvent transnationaux ;
- du développement de nouvelles technologies (dont les technologies de l'information et de la communication qui ont des effets directs sur l'espace public et les droits des citoyens) ;
- de l'augmentation de la part des acteurs privés (entreprises, associations, ONG) dans la fourniture de biens et de services publics (sécurité, gestion des réseaux, régulation, notation…) ;
- de mutations dans les manières d'administrer et de gouverner les affaires publiques et privées ;
- de la confrontation entre des zones où les États, les institutions politiques, les modes de représentations, les services publics sont organisés et des zones où ceux-ci sont défaillants, voire inexistants, où prévalent des modes « informels » ;
- de processus d'influence et d'appropriation différentielle dans le domaine de la transmission et de la production des connaissances, comme de l'expertise et de la production des normes.

La connaissance des acteurs impliqués dans la construction des normes – y compris juridiques -, comme des rapports de force est un domaine essentiel pour appréhender les enjeux de compétitivité des entreprises et les transformations de l'action publique et les modes de gouvernement.

Enjeux écologiques et environnementaux

Les problèmes d'environnement, de climat, de sécurité ou les problèmes sanitaires présentent une forte dimension planétaire et leur prise en charge implique d'articuler différentes échelles de décision et d'action. Ce sont aussi des questions pour lesquelles la production des connaissances scientifiques, des normes et leur diffusion est centrale, rendant particulièrement stratégique la mise en évidence des tensions, des interdépendances qui les caractérisent.

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

Axes et thèmes des recherches

- **Modalités de production et de diffusion des normes**

Le phénomène de globalisation de la production des normes s'inscrit dans trois grandes logiques étroitement mêlées : politique avec la création de nouvelles entités supranationales politiques ou non ; économique et industrielle à travers des processus de régulation supranationaux[26] ou la diffusion de pratiques professionnelles ou des appareils productifs en réseau ; éthique à travers la protection des droits fondamentaux, la promotion des droits de l'homme. Les organismes supranationaux sont porteurs de modèles à prétention universalisante mais qui sont culturellement, politiquement, socialement situés. L'étude des modalités de production de ces modèles doit d'être approfondie.
Dans un tel contexte, il apparaît important, de mieux connaître les mécanismes de diffusion des normes - y compris juridiques - , des logiques qui les déterminent, des acteurs qui les portent et des procédures adoptées (par exemple en termes d'évaluation ou de notation) en particulier dans les domaines suivants : éducation ; échanges monétaires, bancaires et commerciaux ; industrie ; technologies et transferts de technologies ; référentiels internationaux de normalisation ; environnement, climat ; sécurité et gestion des conflits.

- **Modes de gouvernement et processus internationaux d'export-import des modèles de politique publique**

La transformation des formes de gouvernement peut être étudiée à travers l'évolution des institutions politiques, de la conception de l'État, de son rôle et de son action, de l'organisation des administrations, des politiques mises en œuvre, ou du point de vue des différents acteurs (partis politiques, syndicats, ONG, lobbys, réseaux, entreprises), des nouveaux équilibres entre État, société civile et marché.
La diffusion des normes concerne aussi la détermination des modèles nationaux de gouvernement. Le vaste champ d'étude des « *policy transfers* » donne à voir des processus d'influence ou d'imposition de modèles de politique publique : soit dans le cadre d'un recours à la comparaison dans la perspective d'une réforme, soit dans le cadre de la diffusion de modèles de réforme conçus par des instances supranationales. Les multiples façons dont

[26] Par exemple, par l'établissement de modes institutionnalisés d'arbitrage comme ceux conçus par le GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) ou par le WTO (*World Trade Organization*) sous forme d'un *Dispute Settlement System.*

les destinataires s'approprient ces modèles en fonction de leurs propres traditions nationales, de leurs contraintes ou de leurs dysfonctionnements structurels méritent d'être étudiés. Comment les références en termes d'universalisation des modèles de politique publique s'articulent-elles avec les spécificités inscrites dans l'histoire des pays concernés ?

- **La dimension globale de la gouvernance**

Le processus de globalisation entraîne une comparabilité de plus en plus forte entre pays et, par voie de conséquence, une perméabilité des modes de gouvernance nationaux. Cette évolution est importante et intéressante dans la mesure où elle signifie une certaine « convergence globale » des systèmes nationaux de gouvernance. Mais la question de la gouvernance se pose également directement au niveau global. Les organismes internationaux, de l'ONU à l'OMC en passant par le FMI et la Banque Mondiale, sont sans pouvoir mais des lieux éventuels de dialogue et de négociation entre nations. Les G8 et G20 qui réunissent les chefs des grands états pourraient éventuellement assurer un certain rôle de coordination. Ils ne le font que dans des situations de crise et pas forcément de façon efficace. Le sommet de Copenhague sur les questions climatiques a également fait la preuve de l'absence d'une gouvernance mondiale dans un domaine pourtant crucial. Quels seraient les instruments qui pourraient être mis en place ? Selon quelles modalités ?

- **Déterminants macro et micro économique et gouvernance**

La récente crise a montré l'interdépendance croissante entre les différents niveaux de l'économie et les modes de gouvernance publics et privés. Ce contexte invite à mieux caractériser les formes de cette interdépendance, que celles-ci concernent les échanges commerciaux internationaux et les déterminants de leurs évolutions, les formes d'intervention des gouvernements et les budgets publics, le fonctionnement des institutions publiques, les espaces de gouvernance régionaux ou mondiaux, les divers modes d'action et réglementations. Assise-t-on à des évolutions des échanges commerciaux mondiaux et cela doit-il conduire à des transformations des politiques industrielles et de transferts de technologies ? Comment élaborer de nouvelles règles pour les activités bancaires ? Comment peuvent s'articuler les différentes zones monétaires ? Quel type de gouvernance peut contribuer à maintenir la stabilité de la monnaie ? La zone euro n'a pas contribué à la convergence économique, par exemple en terme de PIB par tête des différents pays : quels sont les effets à court, moyen et long terme et les évolutions possibles ? Comment adapter les transferts de technologies ? Quels outils mobiliser pour prendre en compte les risques environnementaux adaptés aux spécificités des économies des différents pays, aux formes de croissance ?

- **Modes de production de la connaissance**

La dimension internationale de la production de connaissances mérite d'être mise en perspective historique notamment grâce aux travaux sur les transferts culturels. Quels sont les contenus des transferts en termes de concepts, de théories ou de paradigmes, mais aussi de modèles de politiques scientifique et de structuration des conditions de production de la connaissance ? Des observations comparées portant sur des domaines scientifiques et des disciplines diverses permettrait de mieux comprendre les modalités de la mondialisation des savoirs.

Dynamiques de recherche

Cet appel à projets permettra de renforcer la recherche française dans le domaine de la gouvernance, sur lequel en dépit d'un potentiel important, le leadership est assuré par les pays anglo-saxons, notamment dans les domaines du droit, des sciences politiques, de la sociologie et de la philosophie politique. Par ailleurs, il permettra de valoriser l'important potentiel de recherche dans le domaine de l'économie financière et monétaire, des échanges commerciaux, de l'évaluation des politiques publiques et à renforcer le potentiel dans le domaine de l'économie industrielle et de l'environnement.

- **Type de recherche**

Le programme « Métamorphoses des sociétés » concerne la recherche fondamentale. Il doit favoriser la mobilisation des différentes disciplines des sciences humaines et sociales et les coopérations entre ses disciplines. Il vise à soutenir des projets tant monodisciplinaires qu'interdisciplinaires. Le thème « Inégalité – Inégalités » peut également permettre d'associer les disciplines des sciences de vie et de la santé.

Positionnement du programme « Métamorphoses des sociétés » par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Parmi les partenaires pouvant participer au financement des projets, on peut citer : la Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la performance (Ministère de l'Éducation nationale), la Dress Mire, l'Observatoire national de la précarité et de l'exclusion sociale, la Caisse Nationale de. Solidarité pour l'Autonomie.

- **Type de partenariat de recherche**

Cet appel à projets concerne particulièrement des partenariats du type recherche publique. Des partenariats avec des institutions publiques ou des entreprises peuvent également être envisagés.

Positionnement international du programme « Métamorphoses des sociétés » par rapport au partenariat

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes**

Un programme intitulé « Human and social dynamics » a été mise en œuvre par la NSF pour une période de 4 années.

Ingénierie, Procédés, Sécurité

Ingénierie, Procédés et Sécurité

En 2011, quatre programmes seront proposés dans les domaines de l'ingénierie, des procédés et de la sécurité. Deux d'entre eux ont déjà donné lieu à plusieurs appels à projets. Le renouvellement, sous une forme notablement modifiée, du programme « Mat et Pro » est souhaité. De plus, un nouveau programme, initié et financé par la DGA est proposé en création. Les programmes prévus pour 2011 sont donc :

- Matériaux et Procédés pour des Produits Performants – MatetPro (création souhaitée en 2011)
- Chimie Durable-Industrie-Innovation – CD2I (crée en 2010)
- Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale –CSOSG (crée en 2006)
- Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense – ASTRID (création souhaitée en 2011, avec un premier AAP fin 2010)

Les programmes MatetPro, CD2I et CSOSG se situent au carrefour d'une recherche allant de l'amont à la R&D et de plusieurs préoccupations sociétales majeures, toutes liées aux évolutions du monde (contraintes environnementales de toutes natures, contraintes dues à la complexité et la densité des sociétés modernes, contraintes économiques). Ces programmes proposent des appels à projets qui sont essentiellement partenariaux, car c'est une démarche, associant recherche universitaire et entreprises, qui conduit à un effet significatif à court et moyen terme, pour faire face aux défis de ce début de siècle. En effet, l'association du monde académique et celui de l'entreprise permet, en général, de mieux définir la recherche amont dans un contexte d'objectif ciblé, et de fortement accélérer la mise en application des innovations issues des recherches. Cette démarche conduit à un fort effet de levier des programmes. La pérennité de l'action est assurée par le mélange des acteurs autour d'un objectif partagé et par la formation de doctorants et de post doctorants.

Matériaux et procédés et Chimie Durable s'inscrivent dans une large thématique liée au développement durable et à la compétitivité des entreprises. En effet, le monde de l'industrie a intégré la réalité d'un certain nombre de contraintes (coût énergétique, crédits CO_2, maîtrise des rejets, recyclage, règlement REACH, …) et un travail considérable de R&D est nécessaire pour trouver des solutions durables et compétitives. La compétitivité des entreprises implantées en France (et donc des emplois qui y sont associés) dépendra à terme de la pertinence de ces solutions.

En ce qui concerne le programme MatetPro, un des enjeux est de fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la science des matériaux, le génie des procédés, la chimie, la mécanique, la physique, les mathématiques appliquées, autour d'un objectif commun qui est le développement de matériaux et de procédés conduisant à des produits plus performants. Les critères définissant la « performance » sont variables en fonction des industries, mais il est possible d'identifier :

- les économies d'énergie (efficacité énergétique et réduction des émissions de CO_2)

- les économies de matière première (ressources fossiles et ressources minérales)
- les procédés innovants (élaboration, mise en forme et assemblage) conduisant à une meilleure compétitivité

L'aspect transverse des matériaux et procédés associés, fait que ce programme touche des domaines industriels importants et très variés allant des transports (terrestre et aérien), la production d'énergie, l'industrie manufacturière, le bâtiment, …
Le nouveau programme intègre des évolutions significatives. Outre les forces motrices pérennes (énergie, émissions de CO_2, compétitivité, …), le programme insistera sur une plus grande intégration matériaux/procédés/produits pour conduire à une amélioration des performances. Les démarches d'analyse de cycle de vie devront également être mieux intégrées. Plus particulièrement, les problèmes liés à la disponibilité des ressources naturelles seront pris en compte.

Dans le domaine de la chimie, il est clair que l'avenir de l'utilisation de substances et produits chimiques nécessite d'une part, une bien meilleure évaluation de leur impact sur l'homme et sur l'environnement, et d'autre part, une meilleure utilisation des ressources naturelles (énergie, eau, ressources renouvelables, ressources fossiles, …). L'avenir des industries chimiques, ainsi que des industries utilisatrices de ces produits dépendra de réponses proposées face à ces enjeux.

Ceci nécessite, en qui concerne REACH, la mise en place de nouveaux outils d'évaluation des risques et de modélisations quantitatives de la relation structure-activité (QSAR) afin de prévoir (et réduire l'expérimentation animale) d'éventuelles toxicités. Pour les produits soumis à autorisation (CMR), la recherche de produits de substitution est devenue un enjeu majeur dans de nombreux domaines, et il est important de ne pas sous-estimer les difficultés. Pour s'affranchir, au moins partiellement des ressources fossiles, des recherches en synthèse de nouvelles molécules issues des ressources renouvelables sont nécessaires. Il faut insister ici à la fois sur l'aspect substitution et sur les propriétés nouvelles que certaines molécules issues de la diversité naturelle peuvent procurer.

Des recherches sur des procédés propres (moins de déchets, sous-produits, …), économes en atomes, en solvant et en énergie sont également nécessaires. Les procédés appropriés sont une des clés pour le maintien de l'industrie chimique en Europe. Ce point est devenu particulièrement important au moment où les usines actuelles doivent, en partie, être soit renouvelées, soit fermées. Des technologies innovantes et compétitives encourageraient la deuxième option.

Le programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale (CSOSG) vise des enjeux tout aussi importants, mais de nature très différente. Nos sociétés modernes sont de plus en plus complexes, très spécialisées, mondialisées, interconnectées et donc de plus en plus vulnérables. Dans ce contexte, il est impératif de mettre en place une approche globale et d'ensemble de la sécurité des biens et des personnes dans un espace de liberté et de justice. Selon le périmètre large de la protection des personnes, des infrastructures d'importance vitale et des réseaux (transport, énergie, informatique, …) de la gestion de crise, quelle que soit son origine (malveillance, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle), le programme CSOSG a créé un cadre qui permet de proposer une approche interdisciplinaire scientifique

structurée pour aborder ces problèmes. La recherche en sécurité couvre en effet de très nombreux domaines et disciplines scientifiques, qui sont appelés à concourir à l'amélioration de la sécurité, tant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'Homme conditionne l'efficacité de tout système de sécurité.

Une des très grandes réussites de cette démarche est d'avoir permis à une communauté scientifique et technique de se mettre en place. Le succès grandissant des colloques annuels WISG (Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale) témoigne de la réalité et de la vitalité de cette communauté. Un autre point fort de ce programme est le parti pris de proposer une vision globale et transverse des problèmes et non pas sectorielle. Ceci conduira à l'émergence de concepts génériques et d'outils communs. L'aspect partenarial du programme participe à une structuration des acteurs industriels, y compris de nombreuses PMEs, de ce domaine. Il est également essentiel de maintenir le fort couplage de cette recherche avec les acteurs de la sécurité publique et civile.

Le programme vise aussi à promouvoir les équipes françaises au niveau communautaire (7ème PCRD / Sécurité). Plusieurs succès significatifs ont déjà été obtenus en la matière et sont à mettre au crédit du programme CSOSG.

Les principales évolutions du programme porteront d'une part sur le renforcement de son caractère international, en complément du partenariat stratégique avec le programme allemand de recherche en sécurité, et d'autre part, sur la prise en compte des enjeux, sans cesse renouvelés et prégnants, de sécurité au niveau national qu'international.

Le nouveau programme "ASTRID" vise à promouvoir des recherches à caractère "dual" conduisant à des retombés dans les domaines militaires et civils. Ce programme est ouvert à l'ensemble des domaines scientifiques et techniques qui concerne la Défense. L'approche est largement « bottom-up » et des projets originaux sont attendus.

Programme :
Matériaux et Procédés pour des Produits Performants

Résumé :
L'objectif est le développement et l'analyse de matériaux et de procédés en vue d'obtenir des produits performants, répondant à des besoins exprimés par la société (santé, sécurité, confort), avec des contraintes liées au développement durable (nouvelles matières premières, nouvelles sources et économies d'énergies, recyclage, changement climatique) et avec le souci d'intégrer l'analyse de leurs cycles de vie. Les matériaux et les procédés peuvent également répondre à des objectifs en termes de hautes performances et de compétitivité.
Ce programme cherche à favoriser le transfert de connaissances entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PMEs innovantes particulièrement nombreuses dans ces domaines. L'amélioration de la connaissance des matériaux et de leurs procédés d'élaboration par les entreprises doit contribuer à l'accroissement de leur compétitivité.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme « Matériaux et Procédés » a représenté durant les années 2005, 2006 et 2007 287 projets partenariaux soumis avec un intérêt croissant de la communauté scientifique et industrielle.
En 2008, il a été décidé de faire évoluer cet appel. Dans le programme « Matériaux Fonctionnels et Procédés Innovants » durant les années 2008, 2009 et 2010, les accents ont été mis sur la fonctionnalité des matériaux étudiés, sur l'innovation des procédés d'élaboration et de mise en œuvre.
En 2011, cet appel évolue. Dans le programme « Matériaux et Procédés pour des Produits Performants » les aspects matériaux pour l'énergie, matières premières, santé, sécurité et compétitivité sont mis en avant

Résultats des années antérieures

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2005	82	16	7	12,1 M€	83	40
2006	99	23	27	18,3 M€	148	70
2007	106	28	46	21,24M€	154	69
2008	104	25	58	22,38M€	127	53
2009	85	22	39	19,7M€	92	42
2010	78					

La réponse aux appels à projets 2009 et 2010 a été un peu plus faible qu'en 2008 ou 2007 en nombre de projets. Les projets de type partenarial sont plus difficiles à monter dans un contexte économique difficile. A noter que le nombre de projets éligibles en 2010 est supérieur à celui de 2009.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Ce programme vise à fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la chimie, la mécanique, la physique, la science des matériaux, les mathématiques autour d'un objectif commun qui est le développement de matériaux et des procédés pour des produits plus performants répondant à une demande sociétale (santé, sécurité, confort), de développement durable (énergie, $C0_2$, matière première, recyclage, changement climatique), mais également de hautes performances.

Résultats attendus

Ce programme vise à favoriser le transfert de connaissances entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PMEs innovantes particulièrement nombreuses dans ces secteurs. La participation des entreprises aux éditions antérieures de ce programme a été forte puisqu'elles représentent presque la moitié des partenaires. On attend également une forte synergie entre des équipes de recherche en lien direct avec le caractère multi disciplinaires de l'appel. Les matériaux et les procédés associés sont présents dans presque tous les secteurs d'activités, qu'ils soient traditionnels ou innovants.

Impact espéré

Ce programme est destiné à promouvoir une recherche pour le développement de produits et services fondés sur de nouvelles technologies. Les projets doivent également satisfaire des besoins sociétaux à moyen terme et contribuer à résoudre des problèmes d'environnement. Enfin, les collaborations ainsi initiées doivent contribuer à structurer la communauté scientifique du domaine pour initier des programmes de dimension européenne dans le cadre du 7ème PCRD. En effet, les résultats du thème 4 « Nanosciences, nanotechnologies, matériaux et nouvelles technologies de production » du 7ème PCRD montrent une faiblesse de la participation des PMEs dans les projets de recherche. La structuration de cette communauté de PMEs autour d'un objectif de développement économique semble nécessaire et vitale déjà à un niveau national. Le saut à franchir pour une collaboration européenne en sera d'autant difficile.

Cela passe par :

- une forte communication autour de cet appel à projets, y compris au niveau des PMEs,
- une synergie avec les pôles de compétitivité qui sont des acteurs majeurs de la participation des PMEs aux projets de recherche.

Les acteurs concernés sont :

- bien entendu les acteurs académiques tels que : CNRS, CEA, Universités, Ecoles d'ingénieurs,…
- les centres techniques, cœur du transfert industriel,
- les industriels de grands groupes comme ARCELOR, ALCAN, Rhodia, ARKEMA, Saint-Gobain, Lafarge, PSA, Renault, Thales, EADS, Airbus, Safran,
- les PMEs,
- mais également les pôles de compétitivité : EMC2, MATERALIA, ASTech, SCS, System@tic, Céramique, Fibres Grand Est, Techtera, AXELERA, Viameca, Plastipolis, Aerospace Valley,…qui sont pour certains d'entre eux des acteurs importants de ce programme fédérant autour d'un projet de recherche les partenaires académiques, les PMEs et les grands groupes.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'amélioration des connaissances des entreprises dans le domaine des matériaux et des procédés d'élaboration permettra le renforcement de leurs compétences et l'accroissement de leur compétitivité. L'ajout de nouvelles fonctionnalités à certains matériaux permettra d'augmenter leur intérêt et donc leur valeur d'usage, ce qui est un atout considérable à un moment où la compétition avec les pays à faibles coûts de production est sévère. Ces matériaux fonctionnalisés sont également un atout important pour le développement de PMEs ou de TPEs dans des secteurs de niches.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le développement de fonctionnalités telles que la résistance aux chocs, aux feux et à toutes autres sollicitations extrêmes est une réponse à un besoin accru de sécurité dans les transports, les bâtiments et les sites industriels.
Le remplacement par des matériaux de substitutions de certains matériaux ne satisfaisant plus aux critères de développement durable et/ou de la directive REACH répond également aux enjeux de sécurité.

- **Enjeux écologiques et environnementaux n termes de sécurité**

L'analyse du cycle de vie, de la recyclabilité des matériaux étudiés ainsi que l'écoconception des produits et leur rendement énergétique font partie des objectifs majeurs du programme.

- **Ressources naturelles**

Ce programme aura un impact majeur sur l'utilisation des ressources naturelles et sur les ressources fossiles. D'une part, en améliorant la performance des matériaux, il est possible d'en utiliser moins pour atteindre les fonctionnalités voulues et de manière générale cela se traduit aussi par des économies d'énergie. D'autre part, le programme encouragera la recherche de solutions alternatives qui réduirait la dépendance sur certaines matières premières. Finalement, par le biais de l'augmentation de la durée de vie de certains produits et l'intégration de recyclages adaptés, des économies de ressources naturelles sont réalisées.

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

Axes et thèmes des recherches

Axe 1 Matériaux et fonctionnalités pour des produits performants
Ici la fonctionnalité est à prendre au sens large. Il s'agit, en ce qui concerne par exemple l'allègement, les multimatériaux, les composites et leur assemblage ; pour la production d'énergie, il s'agit de matériaux hautes températures pour améliorer l'efficacité thermodynamique (centrales nucléaires, centrales thermiques, moteurs thermiques). L'efficacité des moteurs et des transmissions peut être abordée par des matériaux minimisant les pertes par frottement. Le thème de l'énergie est abordé par le biais de matériaux pour l'éclairage basse consommation, ainsi que les matériaux pour la production et le stockage d'énergie (PV, PAC, batterie, …). La compétitivité des produits est aussi liée à des matériaux multifonctionnels (optique/ thermique/ magnétique, …) sans oublier l'importance des propriétés sensorielles dans la perception du produit final par le consommateur. Cet axe visera à soutenir des recherches qui iront des matériaux vers les produits finaux. Des analyses de cycle de vie des solutions proposées seront encouragées.

Axe 2 Procédés d'élaboration optimisés et innovants
Dans de nombreux cas, les matériaux utilisés ont atteint une certaine maturité et ne sont pas près d'être remplacés à court terme. Les voies de progrès passent alors vers des procédés de mise en forme ou d'assemblage, soit optimisés, soit innovants. Les liens spécifiques entre

matériaux/procédés et produits deviennent alors particulièrement importants. Une attention particulière doit viser l'assemblage des multimatériaux. L'introduction de nouveaux matériaux nécessite également une maîtrise des procédés de mise en forme et d'assemblage. Un aspect important concerne les procédés mettant en oeuvre des matériaux et des structures mieux recyclables que ceux des fabrications classiques.
Un retour sur la métallurgie extractive devient également d'actualité car la pression sur les matières premières a conduit à l'exploitation de minerais de faible qualité. Des recherches sur les procédés de séparation de produits complexes ainsi que sur des techniques de désassemblage présenteraient une grande importance pour la mise en place de recyclage de grande envergure.

Axe 3 Matières premières : économie, substitution
Certaines matières premières peuvent présenter des pénuries pour des raisons soit de réelle rareté, de position dominante des fournisseurs, de demande qui devient ponctuellement supérieure à l'offre ou encore de spéculation. Il devient donc d'importance stratégique de :
- chercher des substitutions pour faire face à des raretés de matière première (intrinsèque ou conjoncturelle) ou à des problèmes de toxicité ;
- optimiser l'utilisation des matières premières (amélioration des performances, amélioration de la durabilité, résistance à la corrosion, à la fatigue, …) ;
- encourager la réutilisation, le recyclage et la réparabilité.

Axe 4 Prévision du comportement, modélisation et simulation
La prévision du comportement grâce aux outils de simulation est devenue une démarche de base pour la conception des produits. Les approches multi-échelles nécessitent encore des développements. Un des défis est de pouvoir concevoir aux limites, c'est-à-dire au plus juste (gain de compétitivité, économie de matière). Des progrès sont encore nécessaires notamment en ce qui concerne la prévision des durées de vie (endommagement, corrosion et phénomènes couplés). Pour des situations plus complexes, où les fonctions requises ne se résument pas uniquement aux aspects mécaniques, l'utilisation d'approches multiphysiques devient nécessaire et doit aussi être plus développée.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques et technologiques sont la mise en commun des connaissances venant de disciplines variées afin de mettre en évidence des propriétés nouvelles ou améliorées. L'approche multi échelle, multi physique et multidisciplinaires est un challenge important pour accroître nos connaissances dans le domaine des matériaux et les relations structure-propriétés d'usage.

- **Type de recherche**

Ce programme concerne des projets de recherche industrielle exploratoire en partenariat public-privé.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Le programme Matetpro est un partenariat public –privé. L'ANR est le seul financeur du programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat est du type public-privé. Le consortium d'un projet doit comprendre au moins une entreprise et un partenaire académique. Les projets peuvent être labellisés par un ou plusieurs pôles de compétitivité. Les entreprises et en particulier les PMEs, TPEs et les Centres techniques sont des acteurs essentiels des projets.

Positionnement international

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

Le programme « Matériaux et Procédés pour des Produits Performants » concerne des axes thématiques transverses et intéresse les domaines de la santé, de l'énergie, des transports, du bâtiment. Son positionnement par rapport aux autres programmes de l'ANR se fait en concertation avec les responsables de programme.
Ce programme, comme les autres appels ANR, vise à structurer la communauté au niveau national en lui permettant de travailler ensemble, à permettre aux acteurs nationaux de monter en puissance pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites. En particulier, ce programme est cohérent avec les priorités exprimées dans le programme du thème 4 « Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production » du 7ème PCRD.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Cependant, des projets ERA-Net : ERASPOT ont été soumis aux appels précédents. Des projets comportant des partenaires européens ont été soumis simultanément à l'ANR et une autre agence européenne (DFG).

Programme :
Chimie durable – Industries – Innovation - CD2I

Résumé :
La chimie aujourd'hui doit se mettre au service du développement durable. En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé des actions dans des domaines concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017.
A la période d'"éco-efficacité" que nous avons connue doit succéder une ère d'"écoconception", où l'ensemble des paramètres environnementaux sont pris en considération dès la conception du produit. Il est nécessaire d'améliorer les procédés existants et d'imaginer de nouvelles stratégies de synthèse visant à réduire la production de déchets, dans un souci constant d'économie d'atomes et d'énergie. Il est nécessaire aussi de trouver des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation (REACH).

2ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2010 - 2011 - 2012
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR**

Ce programme s'inscrit dans la continuité du programme « Chimie et Procédés pour le Développement Durable – CP2D » qui en 2009 en était à son 3ème appel à projets. Il en reprend l'essentiel des objectifs, mais comme il devient essentiellement partenarial ses thématiques scientifiques ont été modifiées de manière significative, notamment pour prendre en compte les conséquences du règlement européen REACH

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme CD2I a parmi ses objectifs :

- d'amener les chercheurs à penser différemment en intégrant les principes de l' « écoconception » dans leurs méthodologies de synthèses, dans leur approche pour améliorer ou définir de nouveaux procédés, dans la recherche de nouvelles ressources renouvelables pour remplacer les ressources d'origine fossile,
- de contribuer au maintien et au développement de la compétitivité des industries chimiques, en offrant, notamment aux nombreuses PMEs de ce secteur, un moyen pour améliorer leurs relations de recherche avec le monde académique. Dans le cadre des exigences du règlement REACH le programme a aussi comme ambition la mise au point de nouveaux outils et de nouvelles méthodes destinés à être mis à la disposition des industriels et des instances d'expertise. Il a aussi comme ambition d'imaginer des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation,
- de contribuer finalement à la prise en compte par l'ensemble de la communauté des chimistes des concepts de la chimie durable et donc de participer aussi à donner ou redonner au grand public une image positive de la chimie.

Résultats attendus et impact espéré

Dans le domaine de la chimie, une recherche de base et une innovation fortes prenant en compte la protection de l'environnement sont nécessaires. Elles ont été mises en avant en 2005 par le groupe de réflexion « Avenir de l'industrie chimique en France à l'horizon 2015 ». En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé des actions concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain, qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017. La maîtrise des impacts et des risques liés aux substances et produits chimiques sur l'homme et l'environnement, telle qu'elle apparaît à travers la mise en place du règlement européen REACH (effective depuis le 1er Juin 2007) est devenue un objectif majeur. Des dizaines de milliers de substances sont concernées. Il faut dès à présent envisager des solutions de substitution aux plus dangereuses comme les CMR (cancérigène, mutagène, reprotoxique).

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'industrie chimique participe à la compétitivité de la France, sa contribution au PIB étant estimée à 18,5 milliards d'euros en 2008. Elle a généré 182 140 emplois directs et 720 000 emplois si l'on considère les emplois indirects. Sur la scène internationale, elle est en 2009 le premier secteur exportateur avec 13,4 % des exportations de l'industrie manufacturière. Selon son excédent commercial de 5,1 milliards d'euros, elle est positionnée au troisième rang des secteurs industriels derrière l'industrie aéronautique et spatiale et la fabrication de médicaments *(source : UIC).* L'industrie chimique française se situe au 5ème rang des pays

producteurs et se positionne encore comme un des exportateurs mondiaux significatifs dans le domaine, mais pour combien de temps encore ? La concurrence internationale, en particulier celle des pays asiatiques, devient chaque jour de plus en plus dure.
La Chimie française n'a pas d'autre choix que de s'adapter pour rester concurrentielle. Cette adaptation passe forcément par l'innovation…et l'innovation par la recherche 'amont' en permettant aux laboratoires académiques et à l'industrie de mettre en commun leurs savoirs et leurs expertises à travers des projets collaboratifs.

Enjeux sociaux et pour la société

La découverte et l'invention de nouvelles molécules, de nouvelles substances, de nouveaux matériaux sont les fonctions essentielles de la chimie. A ce titre la chimie joue un rôle fondamental pour l'amélioration des conditions de vie de l'humanité. Présente dans la vie quotidienne (alimentation, cosmétique, produits de la vie courante), indispensable à la santé (animale et végétale) et participant au développement économique (agriculture, industrie) les substances chimiques contribuent à l'amélioration de la qualité de la vie.
Forte de plus de 1100 entreprises, dont **80 % de PMEs-PMIs**, réparties sur l'ensemble du territoire français, pour un effectif direct voisin de plus de 178 000 salariés, l'industrie chimique représente un gisement d'emploi important qui, dans un contexte de restructuration et de délocalisation, doit être au minimum maintenu. Une recherche et une innovation forte devraient y participer.

Enjeux écologiques et environnementaux

La synthèse, la fabrication de molécules, de substances, de produits chimiques sont associées :
- principalement à l'utilisation de ressources limitées et non renouvelables (pétrole),
- quelquefois à la production de molécules toxiques ou non sélectives de la fonction visée et qui peuvent générer des pollutions avec modification ou dégradation de l'environnement.

Y remédier, trouver des ressources renouvelables permettant l'accès aux intermédiaires (synthons) pour la chimie, en un mot intégrer les critères de l' « écoconception » dans une démarche « chimie » est devenu une nécessité.
Y remédier passe aussi par la maîtrise des procédés qui peuvent intégrer des fonctionnalités multiples et complémentaires. Le choix, le dimensionnement et les outils de contrôle d'un procédé doivent en effet (i) favoriser l'intensification et la maîtrise des réactions (fiabilité et sûreté), la qualité du(es) produit(s) élaboré(s), l'économie de réactifs et d'énergie, tout en (ii) minimisant les impacts négatifs (production de co-produits néfastes pour la qualité du produit élaboré, pour le contrôle de la réaction et/ou pour l'environnement).

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

Axes et thèmes des recherches

Un programme traitant de « chimie durable » et de ses différents aspects a été et est toujours souhaité par les ministères en charge du développement durable et par de nombreux

organismes. Le comité sectoriel « Chimie, Matériaux, Procédés » a réaffirmé son soutien à la poursuite du programme CD2I sous forme partenariale.
Le programme « Chimie durable – Industries – Innovation – CD2I » a évolué depuis sa 1ère édition et est désormais structuré autour de 3 thèmes de recherche et d'innovation :

- **Axe 1 : Ressources, voies et produits alternatifs innovants**
- **Axe 2 : Réactions et procédés efficients**
- **Axe 3 : Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux**

Les projets visant plus spécifiquement les co-valorisations matière-énergie de la biomasse, par des transformations primaires, dans le contexte des bioraffineries, pour l'obtention de molécules plates-formes, considérées comme molécules de démarrage de voies de synthèse, pourront être soumis à l'appel à projets « BioME ». Le présent programme est davantage focalisé sur la valorisation matière secondaire de la biomasse, en vue de l'obtention de molécules à haute valeur ajoutée. De même, les projets traitant plus spécifiquement des substituts aux carburants pétroliers et des additifs pourront être soumis à l'appel à projets « BioME » de l'ANR.

- **Axe 1 : Ressources, voies et produits alternatifs innovants**

La chimie industrielle produit environ 30 000 substances. Sur ces 30 000 substances, 60 % sont issues de ressources fossiles, autrement dit, du pétrole, du gaz ou du charbon.
Dans cette thématique, chaque consortium doit être en mesure de démontrer les améliorations potentielles qu'apporterait le projet par rapport à une voie classique. Dans le cas de nouvelles molécules, le projet devra comprendre une phase de réflexion et une liste d'indicateurs renseignés ou à renseigner sur l'impact environnemental de la solution. Cet axe s'intéresse à :

- **la recherche de nouvelles ressources** (pour faire face à l'épuisement des ressources fossiles et/ou minérales, ou métalliques et promouvoir de nouveaux produits). Cela concerne la synthèse d'intermédiaires chimiques nouveaux ou existants à partir de l'exploitation de matière première carbonée dite renouvelable issue de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la mer, du CO_2 (issu ou non du stockage) ou bien de déchets. On s'intéressera notamment aux « *ressources issues de la biomasse* » (synthèses à partir des molécules plates-formes ; molécules et produits à haute valeur ajoutée à partir de la biomasse, à la valorisation du CO_2, aux ressources minérales alternatives, aux molécules issues du recyclage ou de la valorisation de co-produits …
Les voies d'accès aux molécules plates-formes issues de la biomasse seront plutôt traitées dans le nouveau programme BioME.

- la recherche de solutions de substitution concernant des substances soumises à autorisation dans REACH (critères CMR1 CMR2 …) ou autres produits de substitution conduisant à des produits plus respectueux de l'environnement. On s'attachera particulièrement à regarder la substitution par type de fonction. La substitution de produits ou molécules conduisant à apporter des avantages significatifs, par exemple permettant la diminution d'émission de gaz à effet de serre, ou bien répondant aux principes de la chimie verte, sera aussi recherchée, de développer des méthodes d'évaluation *a priori* de la réactivité (approche *in silico*) de ces nouveaux produits dans un contexte de sécurité des installations et

des impacts biologiques et environnementaux. On pourra s'intéresser au criblage de propriétés, approches QSAR, etc., pour le développement des méthodes prédictives basées sur une compréhension à l'échelle moléculaire des relations structures-propriétés et de la réactivité chimique des produits.

- le recyclage : réutilisation et 2ème vie. Ce thème vise la réutilisation de matières premières issues du traitement des déchets, comme source de carbone ou autres éléments. Des avancées technologiques sont attendues (récupération, purification puis transformation en de nouvelles molécules) dans un contexte économique serré. Seront abordés notamment : la production de synthons à partir du traitement de produits organiques en fin de vie (notamment à partir de polymères), la synthèse de nouveaux produits issus des déchets ou bien la valorisation de co-produits, développement de produits plus responsable en matière de protection de l'environnement dont l'axe conduisant à des produits qui pourront être biodégradables, produits verts, issus de la biotechnologie.

- **Axe 2 : Réactions et procédés efficients**

Dans cette partie, les projets doivent conduire à la mise au point de mécanismes réactionnels et procédés efficients aussi bien en terme d'économies d'énergie que d'économie d'atomes. Cet axe concerne :

- **la chimie innovante et l'intensification de procédés.** On s'intéressera notamment à la mise au point d'équipements (échelle pilote et industrielle) permettant de lever les points bloquant dans les procédés d'intensification (implication d'équipementiers), aux travaux sur les nouvelles technologies d'extraction (eau sub et supercritique, microondes, ultrasons...), de purification et de séparation (par exemple séparation des huiles de pyrolyse), au développement de réacteurs mettant en œuvre de nouveaux objets catalytiques (catalyse homogène, supportée, hétérogène, catalyseurs nanostructurés …), ainsi qu'aux méthodes de régénération in situ de ces catalyseurs, au développement de dispositifs d'analyse en ligne associés.

- les Biotechnologies blanches, à travers le développement de nouveaux procédés. On s'intéresse ici à l'emploi de systèmes biologiques pour la fabrication, la transformation, ou la dégradation de molécules grâce à des procédés enzymatiques ou de fermentation dans un but industriel, utilisés comme alternative aux procédés chimiques classiques dans un souci économique et environnemental. Ce sous-thème s'intéresse notamment à la production de molécules élaborées à partir de molécules plateformes issues de la biomasse, la production de molécules plateformes concernant plus spécifiquement le programme BioME.

- la modélisation, la simulation, l'extrapolation des procédés ces dernières années ont vu le développement d'appareils intensifiés pour la synthèse chimique (couplage réaction/séparation, miniaturisation (micro, milliréacteurs). La compréhension et la modélisation du comportement de ces appareils sont bien avancées dans le cas de milieux homogènes. Des efforts importants de recherche et de développement sont encore à faire afin de répondre aux exigences industrielles dans les domaines suivants : le traitement des systèmes réactifs complexes (milieux diphasiques voire triphasiques, milieux visqueux, chargés … pour lesquels la miniaturisation peut influer fortement sur les modes de transfert), l'élaboration d'outils de simulation de ces appareils (mais aussi d'appareils 'plus

classiques') permettant en plus, de tester différentes conditions opératoires de synthèse envisagées industriellement tout en minimisant l'effort expérimental et la dépense en énergie et matière.

- la sécurité des procédés, y compris l'acquisition de données pour la sécurité des procédés, notamment la mise au point d'outils pour la conduite en sécurité des procédés (analyse de sensibilité paramétrique de modèles d'estimation des conséquences d'accidents), l'évaluation du caractère intrinsèquement plus sûr des nouveaux réacteurs intensifiés développés, le contrôle et la commande de procédés.

- **l'écoconception de procédé** : l'appel à projets concerne plus particulièrement la méthodologie d'analyse de cycle de vie (revisite des bases de données sur les produits chimiques, concordance des modèles le long de la chaîne de valeur, optimisation et simplification), la mise au point d'outils de pilotage de l'écoconception à destination de l'industrie chimique, notamment des PMEs, s'appuyant sur des bases d'inventaire prenant en compte les réglementations pesant sur la chimie (REACH), le développement de méthodologies pour la mesure de l'empreinte écologique.

- **Axe 3 : Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux**

L'amélioration de la qualité de l'environnement (air, eau, sol) s'appuie sur deux axes forts : la minimisation de l'utilisation de solvants générateurs de COV (phases de réaction, de séparation et de purification) et le traitement des pollutions. Cet axe aborde :

- les solvants et réactifs sans COV : ce thème concerne l'utilisation de nouveaux solvants et milieux de synthèse non ou peu générateurs de COV.

- le traitement de l'air : mise au point de microsystèmes catalytiques pour le traitement de composés organiques volatils dans des environnements industriels divers, procédés qui pourraient facilement s'adapter et répondre à des pollutions diverses et localisées quels que soient les polluants, le débit et l'application, projets de traitement du CO_2 en rupture avec les technologies existantes.

- le traitement de l'eau : compréhension, la modélisation et sur l'optimisation de procédés appliqués à des eaux domestiques ou industrielles : dépollution d'effluents par séparation, dégradation chimique, biologique ou électrochimique de la pollution, traitement de l'eau en vue de sa potabilisation, utilisation efficiente de l'eau dans les systèmes.

- la chimie de la décontamination : projets de développement de procédés chimiques et biochimiques pour de la décontamination de stocks d'effluents dangereux, notamment liquides (aqueux, non aqueux) ou solides et la remédiation des sols.

- la prévention et la lutte contre la biocontamination : l'objectif est de maîtriser l'hygiène des matériaux utilisés dans des secteurs très diversifiés (médical, cosmétique, pharmaceutique, agroalimentaire, etc.). Ce thème aborde les nouvelles méthodes de décontamination physiques et/ou chimiques et/ou biochimiques, la mise au point de nouveaux matériaux aux propriétés antimicrobiennes, les méthodes de détection des biocontaminants à faible niveau, les nouvelles approches anti-microbiennes, pour contrarier

la formation du biofilm dès que les bactéries entrent en contact avec leur support en cherchant des molécules (des formulations), qui empêchent leur adhésion …

- la biodégradabilité : ce sous-thème concerne les méthodes de caractérisation de la biodégradabilité des produits (issus de voies de synthèse existantes ou nouvelles). On s'intéressera notamment (liste non limitative) à : l'établissement de relations structure–biodégradabilité, la caractérisation de la biodégradabilité des produits issus de la transformation des agroressources, en vue d'étudier leur impact sur les sols et les composts, la biodégradabilité des liquides ioniques (tests aérobie et anaérobie, investigations sur parties anioniques et cationiques, identification d'enzymes efficaces …), la recherche de traitements permettant d'augmenter la biodégradabilité, l'élaboration des normes permettant de qualifier la biodégradabilité.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les projets devront montrer de façon la plus quantitative possible quel est leur apport en terme de « gain environnemental » en particulier s'ils ont comme objectif de se substituer à des procédés existants.

- **Type de recherche**

Le programme CD2I de l'ANR a vocation à financer des projets partenariaux de recherche et d'innovation qui relèvent de la recherche fondamentale (RF), de la recherche industrielle (RI) et du développement expérimental (DE).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

La Direction Générale de l'Armement – DGA a participé, à hauteur de 1,5 M€, au financement de l'AAP 2010 du programme CD2I.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est essentiellement réservé au partenariat public-privé, mais n'exclut pas des projets d'excellence dans le domaine de la recherche publique.

Positionnement international

Des rapprochements sont en cours avec DTI/EPSRC (Royaume-Uni) et BMBF /DFG (Allemagne).

Programme :
Concepts systèmes et outils pour la sécurité globale

Résumé :
Ce programme doit permettre de faire émerger, selon une approche prospective et systémique, des solutions innovantes aux enjeux liés à la sécurité selon les principales missions suivantes : la protection du citoyen, la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, information), la sécurité des frontières et des flux, la gestion de la crise (des phases de planification jusqu'à la réparation ou résilience). Ce programme est réalisé en partenariat avec le ministère de la Défense (DGA) et le ministère de l'Intérieur (DGPN).

6ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international depuis 2009 (BMBF)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Cinq éditions du programme CSOSG depuis 2006. Chaque année, les sujets sont largement renouvelés à l'intérieur d'un périmètre très large. Jusqu'à 2009, ces éditions étaient réservées aux partenaires français et ont permis de créer une communauté nationale en parallèle du lancement et du début de l'exécution du volet sécurité du 7ème PCRD (PERS). En 2009 et 2010, l'ouverture mutuelle au programme de recherche en sécurité civile du BMBF, a eu pour objectif de favoriser un lien privilégié et stratégique entre la France et l'Allemagne.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Ce programme vise à la réalisation de projets de recherche contribuant à une meilleure compréhension des enjeux organisationnels, sociaux, culturels, économiques, juridiques et/ou technologiques de la sécurité et/ou démontrer la faisabilité de systèmes, méthodes et outils à l'aide de réalisations ou démonstrateurs limités. En terme de périmètre, les missions de sécurité retenues doivent permettre tout à la fois de prendre en compte les priorités nationales en matière de sécurité, mais aussi d'inscrire ce programme dans une logique européenne, qui a conduit en particulier à initier le volet spécifique du 7ème PCRD (Programme Européen de Recherche en Sécurité : PERS). Ce programme vise également à faire émerger une dimension spécifique à la recherche au sein d'une préoccupation fondamentale de nos sociétés.

Résultats attendus

Les résultats attendus sont de plusieurs ordres :

- Promouvoir une véritable approche systémique avec des propositions de concepts et architectures permettant d'orienter et de cibler des axes d'efforts technologiques et organisationnels essentiels au traitement des menaces et des risques. Pour exemple, les projets présentant des approches globales dans la sécurisation de sites industriels et critiques, la protection de la chaîne logistique de bout en bout, la lutte contre la criminalité organisée contribuent à la définition d'une véritable ontologie de la sécurité.
- Proposer des solutions applicables, tant du point de vue de l'éthique et de l'acceptabilité des systèmes que de leur efficacité pratique et économique. En particulier, il est absolument nécessaire d'anticiper les phases de certification et de normalisation des systèmes et équipements de sécurité. De ce point de vue, l'association systématique des utilisateurs, des organismes de régulation et de contrôle dans les phases amont de la recherche permet une véritable acculturation des parties prenantes au sein des projets de recherche.
- Favoriser des projets de recherche fortement interdisciplinaire abordant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'homme. Lors des précédentes éditions, la grande majorité des projets ont fait appel à des équipes issues au moins de trois grands champs de compétence. La moitié des projets comportent des équipes issues des sciences humaines et sociales.

Impact espéré

Deux types d'impacts majeurs sont visés :

- L'agglomération d'une communauté de recherche sur ce sujet par nature transverse. La naissance de consortia (sur la base des critères d'éligibilité) regroupant des acteurs de la recherche publics et privés, des entreprises, mais également des utilisateurs (publics, parapublics et privés) est recherchée au même titre que la pluridisciplinarité des acteurs. Le colloque national[27] mis en place à l'aide de ce

[27] WISG – organisé annuellement par l'Université de Technologie de Troyes

programme réunit chaque année 450 acteurs de la recherche en sécurité de tous horizons. Le nombre croissant et la diversité des laboratoires publics ou privés impliqués chaque année expliquent l'augmentation sensible des projets et des montants déposés depuis 2006 (+20 % entre 2009 et 2010, +100 % en volume depuis 2006).

• Le renforcement de la compétitivité française en Europe sur un enjeu considéré comme majeur par la Commission européenne et les principaux Etats membres. En particulier, CSOSG a pour ambition de renforcer la présence des acteurs industriels et académiques français en amont du programme de travail du 7ème PCRD/PERS. Trois consortiums financés par l'ANR en 2006 ont été retenus lors des appels à projets européens à la suite de leurs travaux.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

Si de façon générale le sentiment d'insécurité est considéré comme un frein à la consommation, on constate que la vie quotidienne des usagers / consommateurs est souvent conditionnée par des mesures de sécurité collective et individuelle.

A titre d'exemples :

• Les mesures de sécurité (sûreté) du transport aérien ; en effet, des résultats de recherche permettant la mise en place d'organisations et/ou d'outils de contrôles plus performants dans la lutte contre l'introduction d'explosifs en soute ou cabine, contribueraient à réduire les temps d'attente à l'embarquement pour l'usager.

• La connaissance des pratiques de la grande criminalité sur internet et la recherche d'outils efficaces contre la fraude renforcent l'efficience des autorités et finalement la confiance des consommateurs dans les transactions faites en ligne.

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

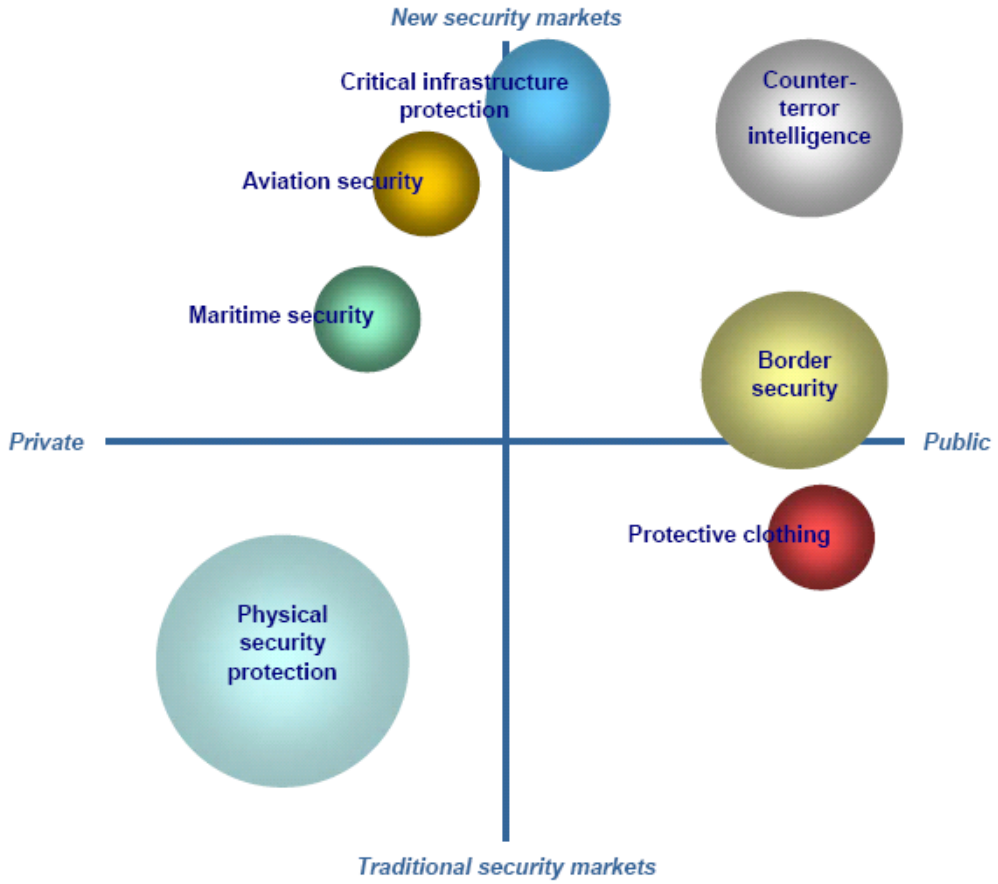
L'offre de sécurité est vécue par les producteurs de biens et services soit comme une contrainte (sous le coup de le réglementation), soit comme une plus-value nécessaire. A titre d'exemples :

• Les nouvelles méthodes et technologies permettant une meilleure traçabilité des marchandises combinent les deux aspects, avec d'une part des demandes étatiques visant à combattre la grande criminalité (trafics, contrebandes et contrefaçons) et, d'autre part, l'amélioration significative de la chaîne de stockage et de distribution.

• Les infrastructures critiques, comme les sites de production industriels obéissent à un cadre réglementaire (SEVESO II, directives nationales de sécurité) en vue d'assurer une sécurité globale de leurs installations (causes de dysfonctionnement endogènes ou exogènes liées à la malveillance). Les études de concepts et de scénarios (effets dominos), outils de simulation, mais aussi les technologies assurant la détection et la gestion de crise constituent des champs de recherche du programme.

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

Le marché mondial de la sécurité représente plus de 100 Milliards € / an et sa croissance moyenne est de 8 % (jusqu'à 50 % selon les secteurs d'activité) et de façon durable. L'Europe constitue environ 25 à 30 % de ce marché, la France de 5 à 10 %[28].
La part public/privé est variable selon les secteurs.



La dépense publique est d'environ 30 Mds€ par an en France (tous secteurs confondus hors défense, selon une étude 2007 de la FRS), sans comptabiliser les investissements des collectivités locales (par exemple, les Services départementaux d'incendie et de secours ont leur budget propre).
C'est un secteur pour l'instant à faible intensité capitalistique, mais les choses changent rapidement en particulier sous la pression des Etats-Unis, par le biais de l'imposition de nouvelles règles et standards internationaux. Il est à signaler à ce propos, la création d'un groupe de travail ISO sur la sécurité qui pourrait déboucher à terme sur un corpus général de normes en sécurité à l'image d'ISO 9000 et 14000. Le groupe de réflexion européen ESRIF (European Security Research & Innovation forum[29]) propose la création d'un label européen de la sécurité.

[28] Cf. étude ECORYS, Novembre 2009

[29] Rapport final de l'ESRIF – décembre 2009 – disponible sur www.ESRIF.eu

Enfin, il faut signaler la démarche conjointe de syndicats professionnels (GIFAS et FIEE) afin de soutenir la création d'une filière industrielle de la Sécurité dans le cadre des Etats généraux de l'industrie.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Des exemples de sujets couverts par le programme CSOSG en terme de finalité :

- Le caractère mondial et croissant des flux d'échanges (hommes, marchandises) renforce la nécessité d'un positionnement européen fort sur la sécurisation de ses réseaux et infrastructures, en particulier quant aux solutions et innovations technologiques que l'Europe entendrait faire valoir pour des raisons économiques ou stratégiques. La sécurité portuaire est, entre autres, le théâtre de ces enjeux depuis l'instauration d'une première vague de mesures post-11 septembre (normalisation…) qui ont contraint les ports français à s'équiper de nouveaux systèmes (biométrie, portiques de détection, surveillance sur terre et mer) sous peine de voir leur trafic maritime diminuer sensiblement.
- L'équipement des forces de protection civile et publique est un enjeu pour l'instant essentiellement national voir local.
- L'interopérabilité des systèmes d'informations et de communications entre ces différentes forces de sécurité pour la gestion de crise est un enjeu par contre européen.

Enfin, le programme CSOSG a un impact non négligeable sur les écosystèmes régionaux de la recherche avec le financement de 32 projets depuis 2006 issus de 15 pôles de compétitivité, dont 9 mondiaux.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

La progression du marché mondial des systèmes et des outils pour la sécurité a bien sûr un impact fort en termes d'emploi, avec plus 2 millions de personnes employées essentiellement aux Etats-Unis et Europe.

L'analyse conjuguée des opérateurs et des fournisseurs de technologies converge vers la nécessité d'introduire des solutions de plus en plus innovantes et des nouvelles technologies. On voit apparaître également des nouveaux modèles économiques dans le domaine des services. Pour les grands acteurs industriels français comme EADS, SAFRAN, THALES la sécurité représente plus de 20 % de leur chiffre d'affaires. Lors des quatre premières éditions du programme CSOSG, des entreprises de création très récentes (<1 an) ont proposé et pour certaines obtenu des financements sur projets. Lors de l'édition 2009, près de 30 % du budget alloué a été capté par des PMEs/PMIs.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

L'innovation en terme de sécurité a, en particulier, pour objectif d'augmenter l'efficience des forces de sécurité publique et civile (remplacer une culture de ressources humaines par celles des moyens). Elle peut également contribuer à l'émergence d'une véritable culture de la sécurité qui permettra aux organisations et aux citoyens d'envisager le risque de façon objective et rationnelle. Dans le cadre européen, la création de cursus scolaires complets sur la sécurité globale est proposée par l'ESRIF.

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

Le principal enjeu est de savoir si l'Europe est capable d'inventer un modèle alternatif à celui des Etats-Unis vis-à-vis de la protection de ses citoyens. Pour ce faire, au seul critère d'efficacité, il faut également ajouter la juste proportion au niveau des menaces et des risques. Cela nécessite d'associer tous les acteurs, y compris dans les phases les plus en amont de la conception de ces systèmes, à commencer par les citoyens et les utilisateurs. Le concept anglo-saxon de « Security by design », c'est-à-dire l'ajout de fonctionnalité de sécurité à haute valeur ajoutée dans la conception de services et de produits, doit aller de pair avec le respect de la vie privée et des libertés publiques (« privacy by design »). L'approche prospective promue par CSOSG doit pouvoir contribuer à ces différentes approches.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La recherche en sécurité était jusqu'à maintenant traitée de façon fragmentaire dans bon nombre de thématiques scientifiques (TIC, transports, SSI …). L'orientation mission et l'approche systémique doivent faire naître l'innovation, en réponse à la complexité des risques et des menaces et leur interdépendance. La réponse capacitaire à ces besoins nécessite un programme de recherche de nature transverse et pluridisciplinaire.

Hormis, le secteur de la défense, tous les aspects liés à la sécurité sont potentiellement abordés (sécurité économique, sécurité sanitaire, sécurité informatique et numérique, sécurité du territoire, aérienne et maritime, sécurité civile, industrielle…). Cette orientation est celle retenue par le programme de recherche en sécurité du 7ème PCRD depuis 2007. On constate également cette évolution depuis 2005 aux Etats-Unis (programme du DHS[30]) avec des équipes intégrées autour de cette problématique sociétale (par exemple l'Arizona State University avec une branche pluridisciplinaire intégrée autour de l'anticipation et la détection des menaces NRBCE[31]).

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

La sécurisation des réseaux d'approvisionnement vis-à-vis de leur détournement à des fins malveillantes (crime organisé, terrorisme…) concernent aussi bien les matières fossiles (gazoduc par exemple), que les ressources en eau. L'amélioration des systèmes de détection et de diagnostic en temps réel est un des objectifs principaux de projets de recherche y afférant.

- **Pollutions**

La lutte contre la pollution et les rejets illégaux en mer est une des missions transverses de la surveillance des approches maritimes. La recherche en matière de surveillance maritime contribue à mettre au point des nouveaux moyens de détection, de collections et de corrélation de données puis le cas échéant d'actions en mer.

La surveillance des sites industriels dans le cadre de la prévention et de la gestion de crise met en jeu des nouveaux outils en matière de détection puis de surveillance d'émanation toxique et d'échappement gazeux. Les systèmes et technologies employées sont de nature

[30] Departement of Homeland Security

[31] Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique et Explosifs

également à contribuer à la protection des infrastructures critiques et de leur voisinage ou à la surveillance de réseaux d'eau par exemple.

- **Risques naturels et risques industriels**

La gestion de la Crise, une des principales missions de CSOSG, recouvre les méthodes et les moyens permettant d'anticiper et de répondre à un accident/catastrophe d'origine humaine, technologique ou naturelle. En effet, du point de vue opérationnel, la mutualisation des moyens est la règle par exemple pour les forces d'intervention de la sécurité civile. Du point de vue de l'innovation à mettre en œuvre, seule une approche systémique est à même de prendre en compte les multitudes de risques et menaces, leur imbrication et les effets en cascade (effets dominos). Ces approches, y compris dans les phases de prévention et d'anticipation, sont privilégiées dans la gestion des catastrophes climatiques de plus en plus récurrentes.

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

Axes et thèmes des recherches

Ce programme cible un certain nombre de fonctions spécifiques ou capacités, sous-ensembles des missions suivantes, qui constituent donc le large périmètre de la sécurité couvert :

- la sécurité du citoyen qui recouvre la lutte contre le terrorisme et la grande criminalité, les problématiques liées à la « petite » criminalité et à la délinquance, le secours aux personnes, mais également la gestion de la preuve (police scientifique par exemple) ;
- la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, informatique) et leurs interconnexions ;
- la gestion de crise, quelle que soit son origine (malveillance, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle) et cela lors des phases de préparation et de planification jusqu'à la réparation ;
- la sécurité des frontières maritimes terrestres et aériennes ainsi que la gestion des flux matériels et immatériels et des interconnexions.

Au sein de ces axes thématiques, les sujets abordés et les projets retenus sont cohérents thématiquement avec les priorités nationales (renouvelées chaque année) et/ou temporellement avec le programme de travail du programme européen (PERS).
Ainsi, 4 projets financés en 2006 et 2007 ont mis l'accent sur les briques technologiques pour la détection des substances chimiques et explosives en avance de phase d'un grand projet de démonstration européen qui sera lancé en 2011. Deux projets sur la surveillance maritime étendue ont contribué aux solutions technologiques retenues en 2010 par la commission européenne[32].

[32] Projet de démonstration PERSEUS du 7ème PCRD

En 2007 et 2008, la sélection de 4 projets complémentaires sur la vidéoprotection devra permettre de positionner les équipes françaises à l'état de l'art mondial[33].
En 2008, l'accent a été mis sur la protection des infrastructures critiques. Les outils de gestion de crise ont fait l'objet de projets sur les futurs équipements des forces d'interventions et de secours en particulier pour la détection de victimes ensevelies et l'amélioration des conditions d'intervention en environnement hostile.
En 2009, la thématique sur la traçabilité et le suivi des biens et des marchandises a fait l'objet de l'ouverture avec le programme allemand de recherche en sécurité. CSOSG a été également pour la première fois affichée dans le département sciences humaines et sociales afin d'augmenter le nombre de projets sous coordination d'équipes SHS (4 projets dirigés par des équipes issues des sciences humaines et sociales ont été jusqu'alors financés).
L'édition 2010 a mis en avant d'une part l'identification et l'authentification des personnes par des techniques biométriques (en ouverture mutuelle avec le BMBF) et sur la recherche pour la Police Technique et Scientifique.
En 2011, la résilience sociétale[34] pourrait être une des priorités, avec le soutien des conclusions d'un Atelier de Réflexion Prospective. La protection des transports ferroviaires transfrontaliers pourrait également faire l'objet d'une ouverture avec le programme allemand.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La recherche en sécurité couvre par nature de très nombreux domaines et disciplines scientifiques qui sont appelés à concourir à l'amélioration de la sécurité. Elle fait appel aux sciences dites « dures » (physique, chimie, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, mathématiques, informatique…) et aux sciences humaines et sociales (sociologie, ethnologie, anthropologie, gestion, économie, droit, psychologie, ergonomie…) tant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'homme conditionne l'efficacité de tout système de sécurité.
A ce jour, la coopération entre les acteurs des sciences dites dures est acquise. La grande majorité des projets font appel à des équipes issues d'au moins trois grands champs de compétence. Le travail collaboratif avec les sciences humaines et sociales est progressif et se réalise par diffusion lente. Cependant, des signes encourageants, comme la présence dans la moitié des projets d'équipes SHS, incitent à poursuivre. La présence importante dans le comité d'évaluation de représentants des SHS (20 % des membres), l'obligation de traiter les aspects éthiques ou d'organisation, et en 2011, l'organisation d'une session spécifique SHS lors du colloque national (ayant pour but de croiser les expériences dans les différents projets) renforcent ce message.
Un des grands mérites de l'approche transverse promue par CSOSG, conduit aujourd'hui à la participation systématique des utilisateurs finaux de la sécurité au sein même des projets. Tous les retours convergent : la collaboration du monde de la recherche avec celui des opérateurs ou prescripteurs est, à condition que chacun garde ses prérogatives, source de

[33] Un des projets CSOSG en cours a vu sa solution de traitement d'image arriver en tête aux évaluations du NIST fin 2009.

[34] Cf. les définitions du Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale, ou celles issues de l'ESRIF.

gain de temps et d'efficacité, mais également contribue à de nouvelles approches prospectives.

- **Type de recherche**

Concepts Systèmes et outils pour la sécurité Globale promeut une recherche finalisée, industrielle et interdisciplinaire. Des projets proches des concepts de plate-forme ont été déposés et financés en 2006 et 2007 et 2009.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Depuis 2007, le programme CSOSG a été co-financé par le ministère de la Défense (DGA) et le ministère de l'Intérieur (DGPN). L'ANR cherchera à renouveler ces partenariats en 2011. D'autres ministères dont les attributions sont significatives en terme de sécurité pourraient être également associés (ministère en charge des transports en particulier).

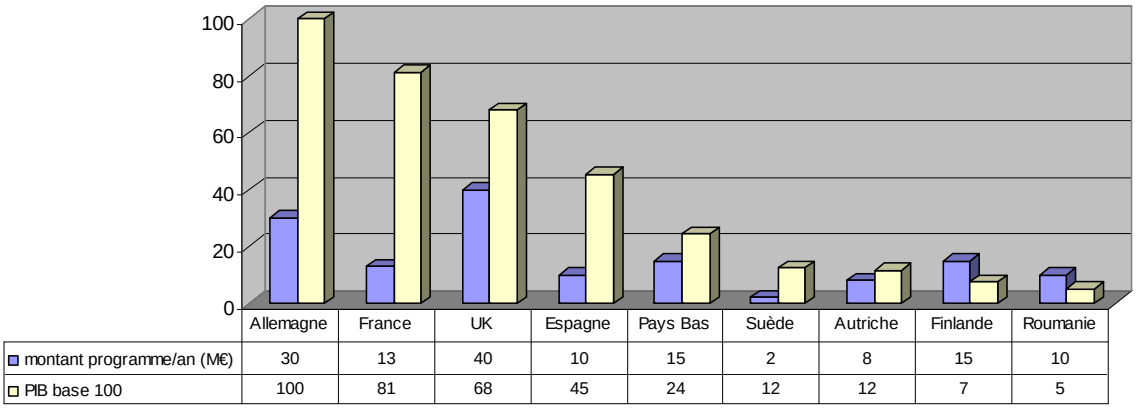
- **Type de partenariat de recherche**

Le programme CSOSG vise à une recherche de type partenariale entre les entreprises et les organismes de recherche. Une particularité est que l'adjonction d'opérateurs privés ou publics de la sécurité est souhaitée dans le consortium ou lors du suivi de projet. Une possibilité est ouverte pour les laboratoires de sciences humaines et sociales de proposer des projets sans entreprise depuis 2007. Enfin, des projets de recherche fondamentale, mais de durée limitée (inférieure à 24 mois), sont éligibles depuis 2010.

Positionnement international

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

Le programme CSOSG est fortement articulé avec le 7ème PCRD, Programme européen de Recherche en Sécurité (PERS), d'une part, par son périmètre quasiment identique et d'autre part, par la recherche d'un phasage calendaire en termes de sujets abordés. A mi-parcours du 7ème PCRD, la France arrive significativement en tête en matière de retour géographique, devant le Royaume-Uni et l'Allemagne (15 % contre moins de 12 et 11 % respectivement).
Le programme CSOSG a contribué à cette performance en permettant à de nouveaux entrants français (dont des PMEs) à participer à des consortia vainqueurs, mais aussi de proposer des solutions novatrices, sources de propositions.
De tous les programmes nationaux des Etats-Membres lancés, depuis le démarrage du 7ème PCRD, le plus notable est le programme national allemand, lancé en 2006 par le BMBF en coordination interministérielle, et doté de 130 M€ sur 4 ans. Ce programme a donné lieu jusqu'à présent à deux appels à projets par an, focalisés sur des sujets inclus dans le périmètre de CSOSG. Il sera renouvelé pour une période d'au moins 5 années en 2011.



	Allemagne	France	UK	Espagne	Pays Bas	Suède	Autriche	Finlande	Roumanie
montant programme/an (M€)	30	13	40	10	15	2	8	15	10
PIB base 100	100	81	68	45	24	12	12	7	5

Un accord bilatéral avec le BMBF a permis l'ouverture mutuelle des deux programmes sécurité dès 2009. Cet accord se veut être un accord-cadre appelant d'autres ouvertures voire accords bilatéraux. Il devrait donc être renouvelé en 2011. Le BMBF souhaite poursuivre avec le programme français ce partenariat stratégique sur le long terme[35].
Le leadership français sur la thématique sécurité du 7ème PCRD ainsi que l'organisation du programme ANR et le contexte interministériel positionne naturellement le programme national vis-à-vis d'une initiative ERA-Net de la DG Entreprise.
Des sujets équilibrés et prometteurs sont tout à fait envisageables dans le cadre d'une coopération avec des agences nord-américaines (US et Canada), mais les discussions avec le Department of Homeland Security US ne pourront être menées à terme compte tenu du manque de marge de manœuvre budgétaire de CSOSG, qui vient obérer la crédibilité d'une telle coopération.

[35] Cf. déclaration de Georg Schütte, secrétaire d'État au ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche (BMBF) lors de la réunion de démarrage du projet franco-allemand Rescue-IT du 16 juin 2010.

Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

STIC et Nanotechnologies

Les sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) ainsi que les nanotechnologies constituent des domaines pour lesquels la recherche a une forte valeur ajoutée et impactera directement l'économie et les sociétés de demain. Nous vivons une période de transition marquée par des bouleversements considérables des STIC (émergence de la société numérique avec explosion des systèmes embarqués et objets communicants, la domination de l'Internet, la dématérialisation de tout ce qui est information…) et des nanotechnologies (émergence de produits « nano » sur le marché, croissance de la nanoélectronique et des MEMS, émergence de clusters géants en particulier en Asie, questionnement « sociétal » sur la dépendance aux TIC et nanosystèmes).

Selon le rapport de la commission du grand emprunt, « le secteur numérique est au coeur du progrès économique et technologique : il représente plus du quart de la croissance et 40 % des gains de productivité de l'économie ». En plus de constituer un secteur porteur de croissance et d'emplois, le numérique a un impact diffusant sur le reste de l'économie, en contribuant à améliorer la compétitivité globale de l'industrie et des services et en étant le support d'offres innovantes dans tous les secteurs ».

Les enjeux sont donc la compétitivité de l'industrie nationale et européenne, mais également la réalisation d'avancées et de progrès en matière de formation, santé, développement durable, accès à la culture. Ils concernent également le développement d'un monde numérique sûr inspirant la confiance aux usagers.

En termes d'organisation de la recherche et développement, les STIC et les nanotechnologies présentent des caractéristiques communes :

- **La nécessité d'actions pluridisciplinaires**, par exemple les objets étudiés résultent de la convergence de diverses disciplines ou de l'intégration de technologies multiples. De même, dans de nombreux cas, recherche, innovation et réflexion sur les usages et les modèles économiques sont intimement liés dans un processus de conception itératif.
- Il s'agit **de sciences et technologies « diffusantes »** qui prennent toute leur valeur lorsqu'elles sont appliquées à un autre domaine tel que énergie, santé, environnement, transport, matériaux intelligents…
- **La recherche fondamentale côtoie les applications qui résultent d'une recherche plus finalisée**. Il reste dans tous ces domaines des sujets de recherche fondamentale fascinants. Pourtant, la distance entre recherche amont et produits industriels peut être écourtée si la chaîne de production du savoir est bien organisée. Les programmes ANR STIC sont à ce titre mixtes avec une composante partenariale largement majoritaire.

Les programmes STIC

Le Comité scientifique sectoriel (CSS) STIC propose une certaine évolution de la programmation ANR pour la période 2011-2013, basée sur une organisation en quatre grands programmes. Ces programmes représentent les thématiques et défis structurants du cœur de métier des STIC. Ils touchent aussi des thèmes ou sous thèmes d'interaction des STIC avec les autres domaines consommateurs des STIC.

Cette programmation 2011-2013 se donne comme objectif de préparer l'émergence de la société numérique, caractérisée notamment par plusieurs grands enjeux : l'Internet du futur et les objets communicants ; la diffusion du numérique notamment dans les domaines santé, transport, énergie, production, développement durable ; l'avènement d'une nouvelle économie de la connaissance et des réseaux sociaux ; les problématiques des grands systèmes, de la complexité, de la confiance et de la sécurité.

Les principales évolutions par rapport à la période 2008-2010 sont :

- La confirmation du domaine des contenus, des connaissances, des interfaces et interactions qui a reçu plus de 100 soumissions en moyenne sur la période précédente, et qui continue à se développer avec la numérisation de la société ;
- Un renforcement des approches numériques et un élargissement sur la thématique plus globale d'un « monde virtuel numérisé » au sein duquel les modèles, la simulation et la visualisation jouent un rôle prépondérant ;
- Le rapprochement au sein d'un même programme des problématiques d'infrastructures : communication, traitement, stockage, qui étaient auparavant réparties sur les deux programmes ARPEGE et VERSO ;
- Le rassemblement au sein d'un même programme ingénierie des aspects matériel/logiciel, systèmes embarqués, et génie logiciel ;
- L'identification de la sécurité des systèmes d'information - et plus globalement de la problématique de la confiance - au sein d'un même programme ;
- L'abandon des anciens acronymes au profit d'appellations mettant en avant le contexte global de la Société Numérique.

Les quatre programmes proposés se résument comme suit :

Infrastructures pour la société numérique (INFRA) : rassemble au sein d'un même programme l'ensemble des problèmes d'infrastructure : composants, architectures, algorithmes, API, systèmes. Ce programme reprend pour l'essentiel le contenu du programme 2008-2010 VERSO « réseaux du futur et services », y ajoute les infrastructures pour le web, le calcul ubiquitaire et le calcul intensif, et le stockage réparti.

Ingénierie numérique et sécurité (INS) : comme son nom l'indique, rassemble au sein d'un seul programme les questions d'ingénierie numérique et de sécurité des systèmes d'information. Ce programme reprend pour l'essentiel le contenu du programme 2008-2010 ARPEGE « Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures », y ajoute l'ensemble des questions de sécurité des systèmes d'information, telles que préconisées par le groupe de

travail du CSS sur le sujet. Les questions d'infrastructures de calcul et du web sont intégrées au programme INFRA.

Contenus Numériques et Interactions (CONTINT) : rassemble au sein d'un même programme l'ensemble des problèmes de contenus, d'interactions avec humains et environnement physique, d'économie et d'usages. Comme l'indique la préservation de l'acronyme, ce programme poursuit pour l'essentiel le programme 2008-2010 CONTINT « Contenus et Interactions ». Une première inflexion est d'identifier spécifiquement les interactions des systèmes numériques avec le monde physique, en particulier pour la robotique. Une deuxième inflexion est de souligner l'importance, dans ce contexte, des méthodes issues de l'intelligence artificielle notamment les représentations sémantiques et l'apprentissage automatique.

Modèles Numériques (MN) : rassemble au sein d'un grand programme les aspects de modélisation numérique, de simulation et les grands traitements in silico. Dans le prolongement du programme 2008-2010 COSINUS « Conception et Simulation », ce programme prend une nouvelle dimension par une attention particulière donnée à la notion de monde virtuel numérisé, s'appuyant sur la modélisation, la simulation, le calcul intensif et le traitement de données massives, en interaction avec l'humain sous forme de visualisation avancée, de réalité virtuelle et/ou augmentée.

Une analyse de la contribution de chaque programme aux grands défis sociétaux, économiques et environnementaux, a été effectuée et est fournie sous forme de tableau dans la fiche du programme.

Le positionnement des programmes thématiques est complété par celui des deux comités STIC des programmes non thématiques « Blanc » et « JCJC » du domaine Sciences de l'Information, de la Matière et de l'Ingénierie, en veillant à une bonne articulation scientifique et au souci de suivi commun des projets sur des thématiques proches.

ERA-Net CHIST-ERA

En complément, le CSS STIC soutient la continuation et l'amplification de l'ERA-Net CHIST-ERA que l'ANR coordonne depuis fin 2009. CHIST-ERA est un ERA-Net du programme FET du 7ème PCRD. Ses objectifs globaux sont de développer la coordination et la coopération des agences de financement de la recherche en Europe, sur des sujets émergents et prometteurs du domaine des STIC. CHIST-ERA regroupe aujourd'hui 9 agences et reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient le rejoindre.

CHIST-ERA vise à mettre en place des processus de collaboration communs durables :

- Echange des objectifs stratégiques et construction d'une vision commune,
- Echange des bonnes pratiques pour la programmation des sujets émergents,
- Lancements d'appels communs,
- Définition de procédures communes d'évaluation, de sélection, d'implémentation et de suivi des projets financés

CHIST-ERA proposera chaque année deux sujets « chauds » définis l'année précédente. Ces sujets sont variables d'une année sur l'autre, ils présentent néanmoins tous la caractéristique

commune d'inclure des projets collaboratifs hautement innovants et pluridisciplinaires. Pour 2011, les deux sujets sélectionnés sont les suivants :

- Fondations et Technologies de l'information quantique,
- Au-delà des systèmes autonomes, le challenge de la conscience.

Les programmes nanosciences et nanotechnologies

Les nanosciences et les nanotechnologies constituent un domaine scientifique et technologique défini par une échelle de longueur : le nanomètre. Toutes les disciplines sont concernées du moment qu'elles s'adressent à des objets ou une structuration des objets inférieurs à 100 nm. Ainsi ce champ thématique se caractérise principalement par des convergences scientifiques. Les nanotechnologies sont par ailleurs perçues comme des « enabling technologies » c'est-à-dire des technologies qui vont conditionner un bon nombre des mutations des domaines industriels classiques et l'émergence de nouveaux domaines basés sur l'intégration technologique, en interface avec de nombreux champs scientifiques et technologiques. Le socle défini par les connaissances acquises dans les nanosciences va irriguer les domaines des matériaux, de l'électronique et des systèmes, de la chimie, de la biologie qui vont eux-mêmes alimenter des innovations dans des domaines applicatifs aussi variés que l'énergie et l'environnement, la mobilité et les transports, la santé et la médecine, la construction, la défense et la sécurité, l'éducation et les loisirs et enfin la communication. Ces technologies sont indispensables pour répondre aux enjeux de gestion responsable des ressources naturelles, et de qualité de vie et santé. Elles vont en effet permettre de réaliser des économies de ressources en optimisant l'efficacité des fonctions des composants et des systèmes utilisées pour leur gestion mais aussi par l'économie engendrée par la miniaturisation de ces systèmes. Dans le domaine de la santé, des progrès considérables sont attendus au niveau du diagnostic et des traitements des maladies par une amélioration des seuils et des temps de détection des espèces biologiques et le ciblage des effets des médicaments. Tous les progrès attendus doivent conduire à une amélioration durable de la qualité de vie. Enfin, elles présentent des perspectives de marchés considérables et sont des éléments de compétitivité économique.

Les nanosciences et les nanotechnologies font partie des priorités identifiées dans la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation. Elles sont soutenues au sein de l'agence à travers un ensemble de programmes. Cette programmation se poursuit aujourd'hui en interaction avec les alliances (Allistène, Aviesan, Ancre, Allenvi) qui ont identifié les nanosciences et nanotechnologies parmi leurs domaines de compétence respectifs.

A travers ses programmes, l'agence soutient les nanosciences et nanotechnologies de façon très significative à une hauteur estimée au tiers des recherches en France en année courante. Ce soutien se répartit sur plusieurs domaines et appels positionnant de fait les nanosciences et nanotechnologies en transverse au sein de l'ANR.

La programmation 2011-2013 comporte deux programmes « cœur nanotechnologies» au sein du département STIC :

- P2N, Nanotechnologies et Nanosystèmes
- RTB, Recherche Technologique de Base

dans la ligne des programmes 2010, avec des priorités redéfinies dans P2N sur les écotechnologies, la biologie-santé et l'agro-alimentaire, la nanoélectronique (au sens large), la nanofabrication et la nanosimulation. En complément, le caractère transverse des nanotechnologies apparaît par sa diffusion dans les programmes d'autres départements thématiques en particulier :

- Matériaux et Procédés pour les nanomatériaux ;
- Contaminants-Ecosystèmes-Santé pour la nanotoxicologie ;
- Un nouveau programme en Sciences Humaines et Sociales sur les relations entre innovation, technologies et société pour lequel les nanotechnologies constituent une thématique majeure ;
- Et d'autres programmes qui reçoivent « traditionnellement » de nombreux projets nano notamment dans le domaine de l'énergie.

Le programme RTB poursuit son soutien au réseau des grandes centrales de technologie et assure une démarche de prospective et de planification stratégique de l'investissement en équipements lourds, ouverts à la communauté nationale.

Le positionnement des programmes thématiques en nanotechnologies est complété par celui du comité Nanosciences des programmes non thématiques « Blanc » et « JCJC » du domaine Sciences de l'Information, de la Matière et de l'Ingénierie.

Au plan européen, la poursuite de l'ERA-Net Nanosciera sur les nanosciences est envisagée sous forme d'un programme multilatéral auquel l'agence participera.

Programme :
RTB : Recherche Technologique de Base

Résumé :
Le programme vise à doter la France d'une infrastructure de recherche technologique au meilleur niveau international pour les micro-nano-technologies. Le réseau est composé de centrales technologiques développant des recherches allant de l'amont à des transferts vers l'industrie. Les centrales sont focalisées sur la nanofabrication, la nanoélectronique, la nanophotonique et les micro- et nanosystèmes incluant les dimensions de nanocaractérisation, de simulation et de conception. Le réseau est composé de sept centrales réparties sur cinq grandes zones du territoire : Paris IDF (LPN et IEF), Lille (IEMN), Nord Est (FEMTO), Grenoble (PTA et LETI), Sud Ouest (LAAS). Le programme assure l'investissement et l'exploitation de ce réseau avec une volonté d'ouverture à la communauté scientifique et industrielle.

6ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 -2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme national / ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme est la continuation du programme RTB 2008-2010. Il est lié à P2N et au programme non thématique Nanosciences dans la mesure où ces centrales sont des acteurs majeurs de ces programmes.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les objectifs du programme sont :

- de disposer en France d'une infrastructure de recherche technologique de niveau comparable à celle disponible dans les autres pays (Instituts Fraunhofer en Allemagne, Etats-Unis, Corée, Taiwan, Japon) ;
- de coordonner de façon stratégique les investissements au travers d'un programme scientifique et d'une répartition des infrastructures sur l'ensemble du territoire français ;
- de favoriser le transfert entre recherche fondamentale et recherche applicative ;
- d'assurer l'ouverture des ces infrastructures à l'ensemble de la communauté scientifique.

Résultats attendus

Les résultats attendus sont :

- une infrastructure de recherche compétitive et bien coordonnée,
- la disponibilité pour les équipes de recherche extérieures à ces centrales de moyens lourds permettant de réaliser des échantillons de plus en plus complexes,
- des avancées scientifiques et technologiques majeures,
- la disponibilité pour l'industrie de moyens de R&D de niveau suffisant,
- des accès technologiques facilités pour les start-ups et les PMEs.

On doit donc plutôt parler de résultats en cours dans la mesure où il s'agit d'un programme à moyen/long terme visant à maintenir l'infrastructure de recherche nationale en nanotechnologies au meilleur niveau et dont la première phase de 5 années dédiée à la remise à niveau de l'infrastructure vient seulement de se terminer. Ce programme a été suivi depuis 2006 par un panel international qui mentionne dans ses conclusions en 2009 :

Le panel RTB a recommandé de lancer une phase 2 du programme RTB constituant de nouveaux défis et a proposé de nouveaux objectifs ainsi que leur mise en œuvre. Il apparaît clairement au panel que tous les partenaires du programme RTB, CEA-LETI et centrales CNRS, ont réussi à démontrer que les progrès suivants résultent du programme RTB :

- Un accroissement des activités communes et des projets en collaboration. Le programme RTB a renforcé l'esprit de coopération de façon remarquable. Une augmentation de la visibilité des partenaires au niveau international peut ainsi être attestée.

- Le programme RTB a motivé la coopération. La fragmentation des partenaires est de plus en plus réduite désormais. Des stratégies communes et des feuilles de route sont apparues et conduisent à des synergies et une cohérence entre les partenaires. Le positionnement le long de la chaîne de valeur s'est amélioré avec une focalisation du CNRS sur la recherche amont et pour le LETI, une recherche qui mène à l'industrialisation.

- Les recommandations du panel des années antérieures ont été prises en compte et les partenaires en ont fait un chemin remarquable de progrès. A titre d'exemple, on notera la mise en place d'un point d'entrée unique pour les utilisateurs des centrales.

En résumé, le panel RTB constate de façon unanime le progrès considérable effectué en ce qui concerne le travail réalisé, les résultats obtenus et les présentations. Compte tenu de l'importance de la recherche dans le domaine du hardware, le programme RTB était et est extrêmement utile à la communauté de recherche française.
Il ne fait absolument aucun doute qu'il faille recommander la poursuite du programme RTB. [36]

Le programme contribue à lui seul à un nombre conséquent de projets ANR et de projets européens. Il permet d'accueillir désormais près de 600 projets exogènes annuellement sur les centrales de technologie qui représentent 14 000 m² de salle blanche.

Impact espéré

L'infrastructure que ce programme permet de maintenir est nécessaire au développement des nanotechnologies dont les conséquences en terme d'irrigation d'innovations dans de nombreux domaines applicatifs utilisant les STIC seront considérables. L'impact attendu de ce programme est :

- Le maintien à niveau des équipements des centrales de technologie, qui leur permet de proposer une offre de service compétitive au niveau international
- La poursuite d'une vision stratégique commune, permettant de rationaliser les investissements
- Une augmentation de la pertinence et de la qualité scientifique des équipes utilisant ces infrastructures
- Une meilleure implication dans les programmes européens et internationaux
- Une augmentation de l'attractivité du territoire français pour y créer des entreprises innovantes
- Une augmentation des performances et de la compétitivité des starts-ups et des PMEs du domaine

36 Last year the BTR panel suggested to start with a new even more challenging phase 2 of the BTR program and made suggestions for new goals and their implementation. It is the clear statement of all the panel members that the BTR funded organizations CEA-LETI and the CNRS institutes achieved to demonstrate the following progress indicators as an effect of the BTR program:

- There is clear evidence of increased joint activities and collaboration projects. The BTR program strengthened the network spirit in a remarkable way. Impressive figures of merit and outstanding results were achieved. As an effect, an improved visibility of the funded organizations in the international world can be stated.
- The BTR program motivates for cooperation. The fragmentation of the institutes is subdued more and more now. Common strategies and roadmaps have shown up resulting in synergies and coherence between the institutes. The positioning along the value chain has been improved with a focus on early stage research (CNRS) on one side and more "bridge to industry" like research (LETI) on the other side.
- The funded organization really took up the last years suggestions of the BTR panel and transformed them in a remarkable way into progress. Just one example for this is the design and realization of the common entry point for users of the BTR equipment. The institutes should continue to open their facilities and to operate them in a user-oriented and user-friendly un-bureaucratic manner.

In summary the BTR panel agrees unanimously that there was a huge progress step visible in the work, the results and in the 2009 presentations of the funded institutes in comparison to the last year. Taking into account the importance of hardware oriented research the BTR program was and is extremely useful and helpful to the French research community.

There is absolutely no doubt in recommending the continuation of the BTR program.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Tous les analystes annoncent des perspectives de marché très importantes pour les nanotechnologies pour les années futures avec des perspectives de croissance également très importantes. Cela tient au fait que les technologies vont irriguer des innovations dans de nombreux applicatifs. Une autre évolution majeure se fait jour et concerne les nanotechnologies pour des applications en systèmes intégrés à forte valeur ajoutée. Cela sous-entend une augmentation de la complexité des structures et une diversification des matériaux et technologies existantes. Ceci va nécessiter des infrastructures de recherche adaptées à ces nouveaux enjeux qui nécessitent une très forte synergie entre la recherche académique et la recherche applicative afin de bénéficier des innovations. Le programme RTB regroupe dans un même réseau ces deux types d'acteurs avec la présence sur le territoire français du CNRS et du CEA. Il offre une opportunité unique d'avoir un ensemble de chercheurs d'une taille critique très importante qui font des recherches allant de l'avancée des connaissances à l'intégration technologique, ce qui permettra un meilleur transfert vers les industries.

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

Le programme RTB a pour objectif de préparer les futures générations de composants et de systèmes miniaturisés qui viendront équiper les futures architectures de traitement de l'information et de la communication et qui viendront proposer des ruptures par rapport aux technologies existantes en termes de coûts, de performance, de fiabilité, d'encombrement et de poids. De nombreux domaines applicatifs sont concernés en particulier dans le domaine de la santé, de l'énergie et de l'environnement où ces systèmes vont permettre d'améliorer les techniques de diagnostic et de soin ainsi que l'utilisation et la gestion des ressources naturelles. L'impact attendu pour les consommateurs en terme de bien-être et de qualité de vie est donc considérable et ce, à un coût moindre en raison de la miniaturisation des dispositifs.

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

La diminution des coûts et des consommations passe par le développement de filières technologiques sur des substrats de taille plus importante et de composants aux dimensions submicroniques. C'est pourquoi, il est important d'avoir une infrastructure de recherche compatible avec les unités de production afin de proposer des innovations. Dans cet objectif, en Europe, trois structures ont été mises en place à Dresde, à Leuven et à Grenoble dont la plate-forme est incluse dans le programme. En complément, en amont de cela, il est important de préparer le futur et en particulier la levée des verrous technologiques associés aux approches « More Than Moore » pour lesquels l'Europe et la France occupent une position de leaders qu'il faut impérativement maintenir et renforcer.

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

En structurant de façon stratégique les plates-formes de micro-nanotechnologie de l'amont vers l'aval, le programme RTB va permettre un transfert accéléré de ces technologies vers les industries non seulement de la micro-électronique mais aussi des STIC, du transport, des loisirs, de la santé, de l'énergie, de l'environnement et de la sécurité. Les PMEs et les starts-ups pourront bénéficier d'infrastructures de démonstration et de prototypage à l'état de l'art mondial et ainsi inclure des innovations technologiques à forte valeur ajoutée dans leurs produits. Un fort impact sur les pôles de compétitivité (MINALOGIC, Microtechniques, SCS, AESE, Systematic…) est attendu.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Maîtriser la technologie sur le territoire est un enjeu stratégique et est nécessaire pour assurer une forte indépendance économique et politique. Il est impératif que la France continue de se doter de capacités technologiques pour se maintenir dans la compétition économique et ne pas se retrouver en situation de dépendance.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Le programme RTB va permettre de former des chercheurs à la micro-nano-technologie qui pourront ensuite intégrer des entreprises utilisatrices des nanotechnologies, en particulier les PMEs et start-ups. La possibilité d'accéder à des ressources technologiques pour les entreprises sera un atout pour leur compétitivité et sera donc créateur d'emploi.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Le programme permettra d'avoir un réseau de personnes très compétentes dans le domaine générique des nanotechnologies. Il contribuera également à leur pluridisciplinarité étant donné le grand nombre de techniques et de projets qui sont développés dans le réseau.

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

L'enjeu est indirect mais bien réel. En effet, les nanotechnologies diffuseront vers des systèmes liés à la santé, l'énergie, l'environnement où à la qualité des services et le développement de nouveaux services à la personne. Elles permettront dans un contexte tendu d'accès à l'énergie et de préservation de l'environnement de poursuivre le développement économique en assurant une meilleure utilisation et gestion des ressources.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme aura un impact en terme de développement de capteurs pour la sécurité et la santé. En effet, le développement de micro et nanocapteurs embarqués et miniaturisés permettra la mesure d'une dose de médicament sur des patients ou la détection des quantités très faibles d'explosifs ou de matière dangereuses.

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

L'effet est indirect mais on peut s'attendre comme par le passé avec l'émergence de la microélectronique que les innovations en nanotechnologie débouchent sur de nouveaux produits contribuant à des changements de mode de vie (par ex : médecine à domicile).

- **Ressources naturelles**

Le programme RTB aura un impact via le développement de microsystèmes de stockage et de gestion de l'énergie ce qui aura pour but de minimiser la pression sur les ressources naturelles. Dans le même temps, des procédés à faible budget énergétique sont recherchés. Enfin, les nanotechnologies, en diminuant la taille et en augmentant la sensibilité des composants réalisés, doivent permettre une utilisation plus faible de quantités de matières premières.

- **Pollutions**

Le programme contribuera d'une part, au développement de capteurs assurant un meilleur suivi des pollutions de l'environnement et assurer sa préservation et d'autre part, à minimiser l'impact sur l'environnement par le choix des matériaux utilisés (par ex: actionneur piézoélectrique sans plomb).

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

Axes et thèmes des recherches

Les thèmes de recherches qui sont développés sont dans la continuité des années antérieures :

- Nanofabrication
- Nanoélectronique
- Nanophotonique
- Micro et nanosystèmes
- Intégration hétérogène
- Nanocaractérisation
- Nanosimulation et conception

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Cette infrastructure va permettre de progresser dans l'avancée des connaissances et surtout à développer des filières technologiques qui seront utilisées pour la réalisation de dispositifs miniaturisés aux fonctionnalités augmentées. Il sera important par exemple de ne pas se concentrer uniquement sur les filières silicium et de continuer à explorer les filières GaN et surtout à étudier de nouvelles filières « non silicium » alternatives (électronique organique, électronique moléculaire, spintronique,…). Il faut enfin souligner que ce programme est coordonné avec une initiative de la DGRI qui a pour objectif de disposer d'une deuxième catégorie d'infrastructures plus légères davantage orientées vers la recherche fondamentale et pluridisciplinaire et qui seront associées avec les centres de compétences C'NANO. Ce dispositif à terme complètera le dispositif stratégique de la France dans le domaine des infrastructures de recherche pour les nanosciences et les nanotechnologies.

- **Type de recherche**

Il peut s'agir aussi bien de recherche fondamentale, industrielle que de développement expérimental. Le programme vise également des aspects pluridisciplinaires en regroupant sur un nombre limité de sites des équipements permettant de réaliser des recherches dans de nombreux domaines applicatifs et d'intégrer des nanodispositifs différents dans des microsystèmes complexes.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Le programme est financé par l'ANR mais permet de réaliser tous types de projets y compris des projets de recherche partenariaux ou même financés directement par les industriels à travers des partenariats.

- **Type de partenariat de recherche**

Le réseau est de type académique mais est ouvert aux laboratoires académiques de la communauté scientifique et aux PMEs et startups. Le taux d'ouverture total en 2009 était de plus de 35 % ce qui est révélateur de l'importance de cette infrastructure. Les pôles de compétitivité sont partie prenante dans ce réseau de recherche technologique à travers les projets qui y sont réalisés.

Positionnement international

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

Au niveau européen, il existe une alliance sur l'intégration hétérogène avec les instituts Fraunhofer et VTT et une des composantes du réseau (CEA-LETI). Il existe également une alliance autour des technologies Si 300 mm. Le réseau RTB a été impliqué dans des réseaux d'excellence européens et participe à une JTI du 7ème programme cadre (ENIAC). Il faut souligner que dans le monde entier, des infrastructures de ce type sont développées (aux US, en Corée, au Royaume Uni, Suède, Taiwan...) pour permettre la recherche en nanosciences et en nanotechnologies. Le comité international d'évaluation qui s'est réuni fin mai 2009 a souligné l'importance de ce type d'infrastructure ainsi que l'avance prise par la France dans ce domaine en organisant ses infrastructures en réseau national impliquant l'ensemble de la chaîne de valeur des nanotechnologies.

- **Caractère international du programme**

Le programme est bien sûr ouvert à des collaborations européennes très actives et à d'autres collaborations internationales.

Programme :
Infrastructures pour la société numérique

Mots-clés :

- Internet du futur, internet des objets, réseaux ad hoc, réseaux de capteurs, protocoles, contenus multimédia
- Composants optiques, optoélectroniques, hyperfréquences, signal
- Systèmes distribués, plateformes de services, virtualisation de ressources, « cloud computing », intergiciel, infrastructure pour le stockage et le calcul haute performance
- Processeurs multi-cœur, processeurs spécialisés, capteurs, actuateurs
- Mobilité, auto organisation, sûreté, résilience, multi-échelle, efficacité énergétique, interopérabilité, optimisation des ressources
- Infrastructures pour applications dans les domaines santé, habitat intelligent, environnement, énergie, transport, entreprise, la vie sociale, le service au citoyen, le tourisme, le management du risque, le développement durable, usages

Résumé :

Le programme infrastructures pour la société numérique recouvre toutes les recherches visant à produire les infrastructures matérielles et logicielles rendant disponibles des **ressources ubiquitaires de communication, de stockage et de calcul**. Ces infrastructures sont très largement réparties, à des échelles très diverses (multi-échelles), depuis des équipements très enfouis (capteurs, micro et nano contrôleurs) jusqu'à des architectures hétérogènes et massivement parallèles (multi-cœurs) et des grilles de machines à l'échelle d'Internet.

Le programme est au cœur de la montée de la société numérique, en particulier sur les thèmes suivants :

- La prise en compte d'une **mobilité** généralisée
- La gestion et **l'optimisation des ressources**, dont l'énergie
- Les communications **ubiquitaires** et les technologies du très **haut débit**
- **L'internet des objets** et le contrôle du monde physique
- Les **services omniprésents**, convergents et inter opérants
- Les infrastructures pour le **calcul haute performance** et le **stockage de masse**
- L'exploitation efficace des **nouveaux composants matériels**
- Les problématiques de sûreté, fiabilité, résilience, sécurité, performance et qualité de service liées à ces infrastructures
- Les applications et usages des services numériques liés à ces infrastructures

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 – 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme national / collaborations internationales traitées dans le cadre du programme blanc international et dans l'ERA-Net CHIST ERA
- **Relations avec des programmes antérieurs et nouveaux de l'ANR** :
  La programmation 2011-2013 se place dans la continuité de la programmation 2008-2010.
  Ce programme regroupe tous les thèmes précédemment traités dans le programme « réseaux du futur et services - VERSO» et les aspects infrastructures matérielles et logicielles traitées précédemment dans le programme « Systèmes embarquées et grandes infrastructures – ARPEGE ».
  Dans ce spectre, un projet dont l'objet principal est la sécurité serait plutôt dirigé vers le nouveau programme « Ingénierie des systèmes numériques et sécurité ».
- **Résultats des années antérieures**

Réseaux du Futur et Services : VERSO

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	**63**	**17**	**28**	**17, 9**	**90**	**57**
2009	**66**	**19**	**43**	**19, 2**	**107**	**44**
2010	**56**	**En cours**	**En cours**	**En cours**	**En cours**	**En cours**

Dans les différentes éditions du programme Réseaux du futur et services (VERSO) 80 % de projets sont centrés sur la recherche industrielle et le développement expérimental et 20 % sur la recherche fondamentale et il y a en moyenne 50 % de participation des industriels. Le thème « composants matériels et logiciels » pour les communications à lui seul concerne 40 % des projets.

Le tableau ci-dessous est une estimation du nombre de projets et du montant des financements pour le programme Infrastructures de la société numérique sur la base de la ventilation des thèmes correspondants des appels à projets VERSO et ARPEGE 2008 à 2010.

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué	Nombre de partenaires	Nombre d'entreprises
2008	**71**	**19**	**27**	**16,9**	**101**	**56**
2009	**68**	**19**	**42**	**18,7**	**108**	**44**
2010	**71**	**En cours**	**En cours**	**En cours**	**En cours**	**En cours**

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- Soutenir la recherche et des expérimentations sur des domaines stratégiques que sont les infrastructures pour l'internet du futur, les nouveaux services et modes d'utilisation associés, l'intelligence ambiante, le calcul et stockage haute performance et la disponibilité ubiquitaire des données. Ces domaines sont des priorités de la SNRI et sont considérés comme les domaines les plus porteurs d'innovation pour le développement des sciences du numérique pendant les prochaines années.

- Positionner la recherche en France dans le groupe de tête des pays actifs sur l'évolution des réseaux de communications et services associés à long terme, des infrastructures de calcul haute performance et des services de données. Développer des connaissances dans les laboratoires académiques mais aussi favoriser leur diffusion dans le milieu industriel, que ce soit par le biais des résultats obtenus en commun ou de la mise en contact de jeunes chercheurs avec des partenaires industriels.

- Soutenir la diffusion des technologies de l'information dans des nouveaux secteurs en proposant de nouveaux services et usages à forte valeur ajoutée pouvant se disséminer au plan mondial transformant ainsi les avancées technologiques en source de compétitivité et de nouveaux marchés pour les entreprises

Résultats attendus

- Un soutien de la recherche et des expérimentations dans les domaines stratégiques des infrastructures (matérielles et logicielles) de communication, de traitement et de stockage de l'information, de l'intelligence ambiante et des nouveaux services numériques associés
- Des échanges renforcés et plus efficaces entre le monde de la recherche académique et celui de l'industrie
- L'existence de plates-formes de recherche ouvertes permettant de mutualiser les efforts et/ou les moyens de manière pérenne
- Des retours en termes d'innovation pour les PMEs et l'apparition de nouveaux acteurs en particulier dans le domaine des technologies de l'information
- La diminution du coût de développement de nouveaux services
- L'anticipation des ruptures technologiques ayant potentiellement un impact sociétal sur l'organisation et les relations entre les citoyens
- L'affirmation et le développement d'un leadership international sur les domaines des technologies de l'information

Impact espéré

Avec les autres acteurs au niveau national (OSEO, FUI) et européen (PCRD, EUREKA),

- Soutenir l'industrie grâce à l'innovation technologique et en particulier à un renforcement de la place des PMEs.

- Contribuer au développement et la compétitivité des entreprises nationales par l'utilisation des technologies de l'information dans leur domaine et sur de nouveaux usages.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

L'activité économique et sociale des pays développés est déjà crucialement dépendante d'infrastructures numériques. Ces dernières, à l'image d'Internet et du WWW, sont également la source de nouveaux développements économiques, sous la forme de nouveaux services, à vocation commerciale ou non. La maîtrise de la conception et du développement de ces infrastructures est un enjeu économique majeur pour la France et l'Europe, notamment en raison des effets d'échelle et de leur caractère génératif (cf. Google). Le défi consiste à produire les infrastructures de communications, de calcul, de stockage et de services distribués, omniprésents, convergents et inter-opérants pour de nouveaux usages au sein de la société numérique. Ces infrastructures jouent un rôle clé pour le développement de la compétitivité des entreprises et pour le passage à l'échelle des nouveaux services centrés sur le citoyen.

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

La partie dédiée à la création de nouveaux services de ce programme consiste surtout à développer des architectures et composant de services ainsi que la composition de services permettant de diminuer le temps et le coût de création de nouveaux services. Tous les environnements de production de biens et de services vont en général accroître de façon significative la part de leur utilisation des TIC pour accroître leur compétitivité.

- **Enjeux d'emploi**

Les technologies visées sont diffusantes, et engendrent des emplois dans le secteur des STIC mais surtout dans les grands secteurs utilisateurs de ces technologies.

Extrait de la commission Juppé-Rocard sur le Grand-Emprunt
Le secteur numérique est au coeur du progrès économique et technologique : il représente plus du quart de la croissance et 40 % des gains de productivité de l'économie. En plus de constituer un secteur porteur de croissance et d'emplois, le numérique a un impact diffusant sur le reste de l'économie, en contribuant à améliorer la compétitivité globale de l'industrie et des services et en étant le support d'offres innovantes dans tous les secteurs.

Enjeux sociétaux

Extrait de la commission Juppé-Rocard sur le Grand-Emprunt
Plusieurs applications particulières des nouveaux usages numériques présentent des enjeux importants :
– en lien avec le souci largement partagé de développement durable, la gestion de l'équilibre des réseaux (d'électricité, de transports…) pourrait être un point d'application d'innovations dans le numérique. Le fonctionnement actuel des réseaux produit des externalités (surconsommation de

ressources énergétiques, insécurité routière, congestion) dommageables économiquement et écologiquement. L'utilisation des technologies numériques peut permettre de mieux gérer les flux de ces réseaux grâce à des dispositifs intelligents et de faire émerger de nouveaux services à forte valeur ajoutée ;
– l'efficience du fonctionnement de l'État constitue un autre point d'application du numérique. La dématérialisation des relations entre les administrations et les usagers est une voie de progrès substantiels vers une qualité de service accrue et un coût de fonctionnement des services de l'État réduit. Le développement de l'e-administration peut trouver des applications dans de nombreuses politiques publiques (justice, éducation, relation avec les entreprises…) et permettre d'optimiser les moyens de fonctionnement des administrations ;
– le développement de l'e-santé (à l'exclusion du projet de dossier médical personnel, financé par les voies budgétaires traditionnelles) est un autre point d'application du numérique. Il contribuerait à l'amélioration de la qualité et à la personnalisation des soins médicaux, en favorisant notamment la mise au point de supports informatiques permettant de mieux coordonner la prise en charge des patients ou de favoriser le maintien à domicile des personnes dépendantes.

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

Les réseaux et les services déployés grâce à leur présence ont d'ores et déjà d'énormes retombées en terme de bien-être social même si aujourd'hui nous ne pouvons encore en estimer l'étendue : santé et assistance à domicile, habitat comme ensemble de services à la personne, éducation et plus généralement accès à la culture, commerce, transport et environnement (déploiement « intelligent » de transport, services réduisant les déplacements, monitoring). On peut en attendre, par exemple dans le domaine de la médecine, un accès plus uniforme aux soins où que l'on soit, notamment lorsqu'il s'agit des expertises médicales uniques localisées.

En parallèle de ces recherches à caractères avant tout technologiques, il est crucial de soutenir une réflexion sur les secteurs d'applications, les usages, la sécurité, l'impact sociétal (vie privée, confiance) liés à ce déploiement d'infrastructures pour permettre un développement responsable des technologies de l'information.

- **Enjeux en termes de culture**

Le développement des réseaux permet l'émergence de nouveaux modes de distribution de contenus multimédia et qui est à même de faciliter un accès plus large à la connaissance et à la culture.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Gestion de l'énergie**

Un des enjeux de ce programme est la réduction de l'empreinte environnementale des infrastructures de calcul et de communication en optimisant la consommation d'énergie des objets communicants, des réseaux, des « data centers » et des calculateurs (Green IT). Un autre objectif est de faciliter, généraliser et rendre sûrs les différents modes de communications, rendant possible le télétravail, les téléconférences, les services associés, la consultation médicale à distance, évitant ainsi des déplacements, l'utilisation des TICs pour la gestion de trafic et l'optimisation de la consommation d'énergie des procédés industriels, y compris les transports (Green by IT).

Contribution du programme aux défis économiques et sociétaux

Le tableau ci-dessous présente les contributions attendues du programme infrastructures de la société numérique à un certain nombre de grands défis ou de grands sujets économiques et sociétaux pour la prochaine décennie. Plus il y a de « + » plus la contribution attendue est importante.

Défis économiques et sociétaux	INFRAN
Energie : smart grid et clean Tech	+++
Transport : route intelligente, véhicule intelligent	++++
Santé : Diagnostic, geste médicaux, modélisation biologie, corps humain.., information de santé et assistant living	++
Habitat : ville numérique et maison numérique	++++
Environnement : surveillance	++++
Entreprises : CRM et production	+++
Education : accès connaissances et apprentissage, serious game	++
Création : asset, design numérique, imaginaire	++
Etat, collectivité : infra critique et services aux citoyens	+++
Sécurité : infra critique, biométrie	+
Vivant : modélisation, criblage, simulation	+
Services numériques : Données collectives, Réseaux sociaux, capital et flux numériques…	++

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

Axes et thèmes des recherches

Ce programme sera développé selon quatre axes :

AXE 1 : LES RESEAUX DU FUTUR

L'architecture des réseaux doit évoluer pour faire face à l'intégration d'entités multiples et hétérogènes (terminaux personnels, capteurs-actuateurs, objets, machines) et à de fortes contraintes de passage à l'échelle, de temps réel, de gestion de l'énergie, de mobilité ou de performances. Dans ce contexte, l'interconnexion doit être garantie et maximale afin de permettre l'accès au monde physique, aux données et aux traitements à partir de n'importe quel terminal à travers l'Internet (lien avec les environnements pervasifs).

Cette évolution ne sera possible que par de nouveaux concepts et outils pour la gestion autonome et reconfigurable de réseaux complexes afin de permettre une disponibilité et une qualité de service adaptée aux services tel que : applications collaboratives, traitement de modélisation et de simulation, distribution d'informations et interactivité (voix, texte, vidéo), e-learning, dans un environnement ubiquitaire (fixe et mobile).
Cette autonomie se traduira par des décisions de gestion des ressources (dont l'énergie), de reconfiguration au plus près des besoins et devront tirer au maximum parti de toutes les techniques de décentralisation de la décision tout en garantissant une qualité de service.

Par ailleurs, repenser l'Internet du futur, dans une perspective services ubiquitaires à la personne et de mobilité généralisée conduit à repenser ce qui relève de la périphérie et du cœur du réseau.

AXE 2 : INFRASTRUCTURES POUR LE WEB, LES SERVICES ET LE CALCUL INTENSIF

Ces infrastructures de communication, stockage et de calcul visent au déploiement de services innovants (nomades et ubiquitaires, enrichis, personnalisés ou personnalisables, distribution de contenu, interactivité) : les calculateurs de forte puissance (grilles, clusters, multi-cœurs), les systèmes informatiques distribués à grande échelle, l'informatique « en nuage » et dématerialisée (cloud computing) ainsi que l'Internet comme plate-forme applicative.
Les enjeux transversaux sont notamment la maîtrise de l'énergie, l'évolutivité, l'autonomie, la qualité de service, la disponibilité, les performances, la sûreté de fonctionnement, la gestion des ressources matérielles et logicielles, l'optimisation globale de ces ressources, la tolérance aux pannes et aux agressions internes et externes, la sécurité (quand un projet aura comme focus la sécurité, il sera traité dans le programme ….).

Des défis scientifiques et techniques sont alors posés concernant la prise en compte et l'adaptation au contexte d'utilisation de ces services, l'offre d'une composition dynamique de ces services, la virtualisation des ressources logicielles et matérielles pour une distribution

et une disponibilité au plus grand nombre, le passage à l'échelle, la prise en compte de la mobilité. Ces défis relèvent de problématiques logicielles de déploiement, d'exploitation, d'administration, d'optimisation des ressources, et de programmation et d'algorithmiques innovantes. La problématique des données est cruciale avec la mise à disposition de masses données complexes, hétérogènes et dynamiques nécessitant des placements adaptés, des recherches efficaces et une cohérence adaptée.
Cet axe inclut les infrastructures dédiées au calcul à haute performance, avec, en plus de ce qui est cité ci-dessus des problématiques spécifiques liés aux exigences de hautes performances (rapidité et taille) et à leur très forte consommation énergétique potentielle et des exigences de fiabilité critique.

Par ailleurs, la problématique de l'expérimentation pour le développement des infrastructures de la société numérique constitue un thème de recherche en soi. Le développement de plate-formes logicielles et matérielles dédiées à l'expérimentation nécessite des recherches pour qu'elles soient pleinement efficaces (développement des méthodes d'évaluation, conduite et automatisation des expérimentations).

AXE 3 : COMPOSANTS LOGICIELS ET MATERIELS POUR LES COMMUNICATIONS ET LE CALCUL HAUTE PERFORMANCE

L'évolution des réseaux pour la prise en compte des contraintes d'environnement et d'accessibilité à tous ne pourra se faire qu'avec d'importantes ruptures technologiques aussi bien au niveau des composants matériels qu'au niveau des outils logiciels. De nouvelles approches sont à investiguer pour non seulement l'amélioration des performances, la réduction des volumes et de la consommation (éco-design), mais aussi pour maîtriser la complexité et réduire les fonctions de transfert (couche physique, routage, proxy, régénération, …) ainsi que pour augmenter la robustesse, la sûreté et la tolérance aux pannes.

L'évolution vers le calcul massivement parallèle et utilisant des architectures multi-cœur et des processeurs spécialisés capables de supporter des calculs extrêmement intensifs (petaflops, exaflops…) nécessite aussi un travail d'optimisation et de co-conception matérielle et logicielle. De même les nouveaux paradigmes de calcul devront être associés à des méthodologies en rupture de conception, optimisation, vérification, validation, fiabilisation de systèmes matériel et logiciel.

AXE 4 : APPLICATION ET NOUVEAUX USAGES

Les recherches menées sur les infrastructures de communication, de stockage ou de calcul étudiées dans les autres axes seront utilisées afin de répondre aux enjeux économiques et sociétaux, dans les domaines tels que la santé, l'habitat, l'environnement, l'énergie, le transport, l'entreprise, la vie sociale, le service au citoyen, le tourisme, le management du risque, le développement durable….

Les enjeux sont d'adresser les problèmes et contraintes spécifiques à l'application concernée et d'évaluer ainsi la pertinence des solutions proposées.

Il s'agit aussi de promouvoir la création, le développement et l'étude de nouveaux usages et de nouveaux enjeux économiques. On pourra ainsi impliquer les usagers et/ou les acteurs des secteurs applicatifs afin de prendre en compte très tôt dans le processus de conception l'appropriation par les utilisateurs et les professionnels, ou encore d'identifier les besoins et les modes d'utilisation, ou bien parmi les technologies en devenir, celles qui répondront à des besoins de la société et de l'économie. Des considérations de modes d'utilisation, d'acceptabilité, les aspects éthiques ou juridiques, ainsi que les nouveaux modèles économiques en lien avec une problématique d'infrastructure sont pertinents (les aspects usage plus liés au contenu seront traités dans le programme CONTINT).

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux sont de faire progresser les connaissances et de maîtriser les technologies dans le domaine des infrastructures matérielles et logicielles nécessaires pour :

- Les communications ubiquitaires et haut débit
- L'internet des objets et la commande du monde physique
- Les services ubiquitaires et le « cloud computing »
- Les grandes puissances de calcul
- Le stockage réparti de masses de données et services associés

Les défis scientifiques et techniques sont d'envergure et nous pouvons citer notamment :

- La prise en compte d'une mobilité physique généralisée dans la structure et les protocoles d'Internet : environnement de communication nomade, sûr, de confiance, régulable, commandable, intelligent et passant à l'échelle
- Le développement de systèmes et de réseaux de communication optique et radio évolutifs, flexibles, de grande capacité pour un futur internet performant et économe en énergie
- Le développement d'une technologie de réseaux de capteurs flexible et connectable à l'Internet
- Le développement de composants de communication électroniques, optique, radio fréquences pouvant soutenir ce type d'infrastructure (large bande, multi bande, adaptables, faible consommation, fiables et bas coût…..)
- La construction de systèmes sûrs et efficaces dans un environnement hautement dynamique et hétérogène en travaillant sur l'adaptabilité et l'auto-organisation
- Le développement de modèles, d'architectures, d'intergiciels et d'environnements de programmation pour la construction d'infrastructures logicielles dynamiquement et automatiquement configurables et multi-échelles
- Le développement d'une algorithmique distribuée auto-adaptative, contrôlée, pour une gestion des calculs, données, mémoires, et de l'énergie à grande échelle
- La mise au point de méthodes et d'intergiciels de virtualisation efficaces et sûres pour l'Internet du futur (cloud computing)

- Le développement de plateformes permettant un accès rapide à des données réparties, hétérogènes et multi-formes, associées à des services composables dynamiquement
- L'invention et la pérennisation de nouveaux paradigmes de calcul complètement renouvelés pour les infrastructures à grande échelle (calcul bio-inspiré par exemple) associés à des méthodologies en rupture de conception, optimisation, vérification, validation, fiabilisation de systèmes matériels et/ou logiciels
- La conception, le déploiement et l'administration d'infrastructures massivement distribuées allant jusqu'à supporter des calculs extrêmement intensifs (petaflops, exaflops…)
- La prise en compte des nouvelles architectures multi-cœurs, spécialisées et hybrides et la création de nouvelles architectures et plates-formes matérielles et logicielles
- Les approches de type « Domain specific language » pour la mise en œuvre efficace et rapide des applications
- La prise en compte de façon transversale des aspects « énergie » dont le calcul vert (green computing) et le calcul « responsable » (ecocomputing)
- La prise en compte de façon transversale de critères de qualités multiformes comprenant : performance, qualité de service, sûreté, résilience, sécurité, …

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets de collaboration recherche-industrie de trois types :

- Recherche fondamentale : approche en rupture sur les thématiques ciblées de l'appel
- Recherche industrielle
- Développement expérimental, notamment en direction des PMEs qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché

La répartition des projets sur cette typologie sera évaluée pour répondre aux objectifs du programme.
On pourrait envisager également d'identifier des objectifs très précis dans le but de tirer la recherche dans certains domaines, par exemple sous la forme de défi (une compétition sur trois ans entre plusieurs consortia pour réaliser un objet innovant).

Positionnement par rapport au partenariat

Les projets associent souvent des équipes multidisciplinaires avec une forte interaction entre développement matériel, logiciel et secteurs applicatifs.

- **Type de partenariat de recherche**

On vise de l'ordre de 90 % de projets en partenariat public – privé et 10 % de projets n'impliquant que des laboratoires pour les projets de type recherche fondamentale. L'objectif est d'amener les industriels à s'impliquer aussi dans les projets de recherche à plus long

terme. On cherche à encourager les projets « tripodes », c'est-à-dire favorisant l'insertion de PMEs. Ces projets associent recherche, développement technologique et utilisateurs finaux.

Positionnement international

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

En Europe : Les thèmes du programme sont très proches du défi 1 « infrastructures de réseaux et de services omniprésents et fiables » du programme ICT du 7ème PCRD. On trouve également certains thèmes dans le défi 3 : Composants, systèmes, ingénierie tels que Composants et sous-systèmes photoniques, ou bien micro et nano systèmes. Ces thématiques sont également abordées par le programme EUREKA CELTIC. Les objectifs de ce programme sont :

- d'améliorer le succès des partenaires français (en particulier celui des PMEs) et consolider leur positionnement dans le cadre dans les appels du FP7 ou EUREKA. Cela se fait en attirant de nouveaux acteurs vers ce type de programmation par projets (en démarrant dans le cadre plus simple que fournit l'ANR) mais aussi en permettant aux acteurs nationaux d'accumuler des compétences et le nombre de réalisations qu'ils peuvent mettre à leur actif.
- de soutenir des actions qui n'ont pas nécessairement besoin d'un cadre européen soient qu'elles soient complémentaires de projets européens en cours soient que leur objet ne nécessite pas un déploiement européen.

- **Caractère international du programme**

Les coopérations européennes qui seront établies dans le cadre de ce programme viseront à soutenir de nouveaux partenariats qui pourraient constituer un noyau solide dans la cadre de projets du FP7 ou de compléter voire parfois appuyer l'action du FP7 dans certains domaines ou dans le cadre d'actions spécifiques. En particulier, ce programme participera à la dynamique de coopération et de coordination européenne sur l'internet du futur (voir objectifs SNRI).

Les collaborations internationales sur les thématiques de ce programme avec le Japon, Singapour, la Chine, le Canada, le Chili, le Mexique sont traitées dans le cadre du programme blanc international et pour les collaborations européennes et sur les aspects les plus amonts dans l'ERA-Net CHIST ERA (long term challenges in ICT) que l'ANR pilote.

Programme :
Ingénierie du Numérique et Sécurité (INS)

Résumé :
La pénétration et la croissance exponentielle des sciences et techniques numériques dans la société, l'industrie, les services, les machines et les objets du quotidien impose une recherche de pointe en ingénierie des systèmes numériques et leur sécurité. Un tel phénomène s'inscrit dans le contexte de l'Internet du futur, colonne vertébrale des sciences et techniques numériques.
La recherche en ingénierie des systèmes numériques recouvre l'invention, la création et la mise au point de techniques, méthodes et d'outils innovants pour la conception et l'intégration de systèmes logiciel et matériel, l'invention et la mise au point de nouvelles architecture matérielles et logicielles, les systèmes embarqués, la robotique, la qualité de ces systèmes numériques, la sécurité surtout tant au niveau des parties matérielles que de l'information traitée et stockée, la sûreté de fonctionnement et la performance via leur optimisation comme l'économie d'énergie.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : suite partielle d'ARPEGE 2008-2010

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Ce programme vise l'ingénierie des systèmes numériques complexes basés sur des briques technologiques comme les intergiciels, les interfaces et bibliothèques de programmation (API en anglais), les plates-formes logicielles à services, l'informatique dématérialisée (supports pour la conception d'applications et systèmes dont l'Internet est l'ossature), les composants/architectures matériels et logiciels, les dispositifs intégrés, complexes et intelligents permettant l'accès pour les utilisateurs au monde numérique.
La sécurité concerne la conception de systèmes numériques de confiance, leur implantation et leur contrôle : anticipation des risques et des vulnérabilités (cryptologie, virologie, modèles et politiques de sécurité…). La prolifération incontrôlée de systèmes numériques connectés fait aussi appel à des notions comme l'auto-protection. L'objectif et la finalité sont aussi de traiter la sûreté de fonctionnement en complément du programme « Infrastructures du numérique ».
Parallèlement, le programme vise toutes les facettes de l'ingénierie (concepts, techniques et outils) pour développer ces systèmes, les mettre au point et les contrôler de façon continue : co-design logiciel/matériel, systèmes cyber-physiques incluant le contrôle/commande, la robotique, les composants et architectures (Systèmes FPGA, SoC, NoC…), les systèmes embarqués ainsi que toute l'ingénierie logicielle (paradigmes, méthodes et outils), usines à logiciel, la vérification/validation incluant le test, la fiabilisation, la qualité de service (performance, efficacité énergétique, aptitude au passage à l'échelle, à l'intégration et l'interopérabilité), l'autonomie au sens large.

Résultats attendus

Ce programme vise à :

- positionner la R&D nationale en pointe dans la compétition internationale sur les systèmes numériques à valeur ajoutée pour l'Internet du futur particulièrement ;
- conforter et développer des compétences nationales sur ces sujets à enjeux de souveraineté (sécurité informatique) ;
- soutenir fortement les PMEs, génératrices d'emploi ;
- soutenir et conforter l'industrie nationale des systèmes numériques dont les systèmes embarqués pour lesquels la position française dans le marché mondiale est très bonne (aéronautique, spatial, carte à puce, instrumentation, transport dont automobile et ferroviaire...) ;
- prendre des positions technologiques fortes et marquées au démarrage des grandes tendances, souvent brusques, qui renouvellent la problématique du traitement et de communication de l'information (informatique dématérialisée) ;
- diffuser ces technologies dans des secteurs prioritaires (développement durable...), stratégiques (énergie, sécurité…) et générateurs d'emplois (production de logiciels à forte valeur ajoutée) avec des usages sources de progrès, en rupture.

Impact espéré

- Positionnement de la recherche nationale dans les premiers rangs mondiaux sur les technologies des systèmes numériques dont la sécurité et la sûreté de fonctionnement

sont garanties notamment en liaison avec l'évolution rapide de l'Internet et sa complexification ;

- Amélioration de la compétitivité des industries de l'électronique, du logiciel et des services ; prise de parts de marché sur les technologies de pointe ;
- Programme ayant des domaines d'application de prédilection :

•Energie : smart grid et clean Tech	++
•Transport : route intelligente, véhicule intelligent	+++
•Santé : Diagnostic, geste médicaux, modélisation biologie, corps humain.., information de santé et assistant living,	++
•Habitat : ville numérique et maison numérique	+++
•(Défense : Intelligence (observation, comm, trait), robotique, opération)	+++
•Environnement : surveillance	+++
•Entreprises : CRM et production	+++
•Education : accès connaissances et apprentissage, serious game	+
•Création : asset, design numérique, imaginaire	++
•Etat, collectivité : infra critique et services aux citoyens	++
•Sécurité : infra critique, biométrie	++++
•Vivant : modélisation, criblage, simulation	+
•Services numériques : Données collectives, Réseaux sociaux, capital et flux numériques…	+++

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

Dans ce programme, les enjeux de consommation résultent de tous les équipements, dispositifs et systèmes numériques au confluent des TIC. Ainsi, la part des systèmes embarqués est en très forte croissance considérant en particulier la multiplication des systèmes matériels et logiciels qui inondent la vie : électronique et informatique dans les automobiles, télévisions, vidéo surveillance, domotique... La fabrication de ces systèmes et leur qualité de service dépend fortement de nouveaux paradigmes, technologies, plates-

formes et outils de traitement et communication de l'information dont l'Internet est le support central d'exécution. Des développements économiques autour des systèmes numériques sont pour certains encore à imaginer, donnant des perspectives importantes de création de richesses et d'objets nouveaux (robots grand public par exemple).

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

Les TIC entrent de façon de plus en plus importante voire critique dans les autres domaines scientifiques et technologies. Par exemple, on ne peut plus imaginer un appareil médical au service de la santé sans composants matériels et logiciels en son sein. Nombre de produits (matériaux...) et procédés (agriculture, chimie...) du futur vont dépendre de façon de plus en plus importante et critique des TIC pour la sophistication de leurs fonctionnalités, leur sûreté de fonctionnement. Tous les environnements de production de biens et de services vont en général accroître de façon significative la part de leur utilisation des TIC.

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

Pour l'industrie des TIC, la maîtrise des technologies noyau comme les standards matériels et logiciels (*i.e.*, système d'exploitation Linux) est une des clés de la compétitivité. Au-delà, les gisements de productivité sont liés aux développements rapides et à forte valeur ajoutée des services. Toutefois, ces services à forte valeur ajoutée ne peuvent reposer que sur des composants et briques logicielles à terme standardisées pour faciliter leur adoption et diffusion. La normalisation, la certification doivent ainsi prendre une place croissante considérant le taux d'utilisation de ces systèmes, leur criticité, leur rôle et impact au quotidien.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Le positionnement thématique des pôles de compétitivité fait que le programme INS a plus d'importance et d'impact dans les pôles traitant du logiciel et du matériel ainsi que les pôles « métier » (transport, sécurité…) fortement utilisateurs de systèmes numériques (e.g., SYSTEM@TIC, Images & Réseaux**,** Solutions Communicantes Sécurisées, Minalogic, AEROSPACE VALLEY, Transactions Electroniques Sécurisées).
Pour le logiciel, INS s'intéresse à la production et la fourniture de logiciel propriétaire et libre (i.e., « open source »). Ces deux modes vont économiquement cohabiter dans le futur mais le logiciel libre a vocation à doper la connaissance en permettant de capitaliser les résultats généraux et de valoriser les produits finis par assemblage de briques logicielles sur étagère, évolutives, prouvées (intensification des tests) et contrôlables *a posteriori* (ouverture du code).

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

L'industrie des TIC est une industrie dont la croissance perdure et qui est faiblement touchée par la crise. La création d'emplois dans ce secteur au sein de PMEs particulièrement est un point fort du programme. De nouveaux champs d'étude et de recherches avec le besoin de personnel qualifié sur ces sujets, est également une issue potentielle du programme.
Malgré la délocalisation de la production de composants et de logiciels, la nécessité d'une maîtrise des processus d'intégration pour la fabrication de produits à forte valeur ajoutée (ex. logiciels pour télévisions haute définition) est une ambition avérée du programme INS.

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

Les systèmes embarqués communicants fournissent des environnements d'intelligence ambiante. Par exemple, des applications domotiques facilitent la vie de citoyens à mobilité réduite, ayant des handicaps. Le thème « systèmes embarqués » d'INS incluant la robotique et le contrôle/commande de dispositifs physiques, est aussi un outil pour développer des systèmes de confort pour l'aide aux personnes, la prise en charge de tâches dangereuses et pénibles dans l'industrie, etc.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Ce programme traite fondamentalement de la sécurité numérique. INS inclut un axe sur la sécurité informatique c'est-à-dire la protection des systèmes d'information (préventif et curatif), la protection du citoyen dans son utilisation d'Internet (confidentialité, intégrité…), la sécurisation des dispositifs de calcul tant matériels (puces…) que logiciels (services…). INS insiste aussi beaucoup sur la confiance dans les systèmes numériques, c'est-à-dire des assurances et des garanties sur des comportements envisagés (conception) puis réellement observés (surveillance, pilotage, adaptation).

Enjeux écologiques et environnementaux

Ce programme se préoccupe également de l'impact des TIC sur l'environnement. En ce sens, il inclut des projets portant sur les économies d'énergie, l'optimisation en général tant matérielle que logicielle, de l'utilisation raisonnée de ressources par les systèmes numériques. Parallèlement, le pilotage intelligent de systèmes physiques (bâtiments intelligents, usines numériques…) via les TIC doit être source de diminution de l'empreinte carbone.

- **Pollutions**

Ex. : solution matérielle/logicielle fondée sur un intergiciel dédié déployé dans un bâtiment « intelligent » pour diminuer sa consommation d'énergie et donc sa production de CO_2 (chauffage).

- **Risques naturels et risques industriels**

Ex. : plate-forme multi-agents de simulation d'évacuation d'un bâtiment objet d'un incendie.

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

Axe 1 : Sécurité des systèmes d'information et de communication

Cet axe concerne la sécurité au sens large, c'est à dire la sécurité des systèmes d'information, la protection des composants, des systèmes d'exploitation, de calcul, de communication et des données de ces systèmes contre des attaques et des violations délibérées. Le programme ARPEGE 2008-2010 disposait déjà d'un axe « sécurité et sûreté de fonctionnement ». Le programme INS met un accent plus fort sur la partie « sécurité » au sens large sur la base de la reprise dans l'appel à projets, des thèmes de recherche proposés dans le document de synthèse du GT sécurité.

Cet axe a donc vocation (par extension) à la prise en compte systématique de la confiance en général[37], la prédictabilité des systèmes numériques, l'autonomie (systèmes auto-adaptatifs, auto-organisant, auto-gérant…) en cohésion/synergie avec d'autres « disciplines » comme le génie logiciel (test, vérification/validation, preuves, méthodes formelles…), l'électronique embarquée (capteurs, actionneurs), la robotique… (cf. autres axes ci-dessous).

Axe 2 : Méthodes, outils et composants pour les systèmes embarqués

Cet axe concerne les méthodes et outils des différents types de systèmes numériques, des systèmes mixtes intégrant de façon efficace des composantes matérielles et logicielles comme les systèmes embarqués, les systèmes d'exploitation, les systèmes cyber-physiques jusqu'au contrôle/commande et la robotique. Il s'attache aux systèmes de calcul individuels dans les objets du quotidien (dispositifs/installations industriels, instruments de surveillance, de mesure, de commande…) et les machines (avions, voitures, robots, production…) et leurs fonctionnements collaboratifs (Internet des objets). Cet axe s'intéresse aux nouveaux paradigmes de programmation pour l'embarqué, les nouvelles architectures, le co-design matériel/logiciel, l'intégration et la coopération de systèmes embarqués hétérogènes, le couplage entre parties logiciel/matériel d'une part et le système physique à piloter d'autre part.

Axe 3 : Méthodes et outils pour les systèmes d'information

Cet axe s'intéresse aux grands ensembles de données organisées (entrepôts de données, réseaux sociaux, CRM, *supply chain*…) pour lesquels l'omniprésence sur Internet pose des problèmes critiques de sécurité (intégrité, confidentialité, disponibilité…), de dynamicité, vivacité, gestion de la cohérence. De nouveaux mécanismes comme les systèmes multi-agents (modèles, outils et architectures) cohabitent avec les bases de données qui sont le support des systèmes d'information hautement répartis (jusqu'à la mobilité, l'évanescence). Le besoin d'un continuum entre données non-structurées (grand corpus de textes par exemple) jusqu'aux collections distribuées de données (semi-)structurées s'impose également. L'autre point clef est la nature et la sémantique des données, souvent changeantes ou à modalité multiple : production de connaissances, élaboration de documents, statistiques, analyse/synthèse de données…

Cet axe traite aussi de l'interdépendance entre bases de données et systèmes embarqués (bases de données embarquées, diffusantes…), la sûreté de fonctionnement (archivage, résistance aux pannes massives, sauvegardes), la conception (services Web, *cloud computing* côté *Software as a Service* (SaaS) et *Platform as a Service* (PaaS)), la disponibilité… (cf. autres axes).

Axe 4 : Ingénierie du logiciel

Cet axe recouvre toute l'économie du logiciel c'est-à-dire la fabrication via des méthodes efficaces et rationnelles de logiciel (applications, composants, Web services et agents logiciels) à très grande échelle via des usines à logiciel notamment. Cet axe a un focus

[37] La sûreté de fonctionnement, c'est-à-dire l'anticipation dans la conception des systèmes numériques puis le contrôle des pannes, défaillances, dégradations dont une partie peut avoir des conséquences néfastes en termes de dangerosité pour les utilisateurs et l'environnement de mise en œuvre de ces systèmes numériques, apparaît dans le programme INS comme transverse à tous les axes.

marqué sur le logiciel libre clef de l'indépendance, de la conservation de souveraineté, du contrôle de la sécurité des logiciels.
On considère les concepts, techniques et outils de l'ingénierie logicielle (ingénierie des besoins, validation/vérification, test, preuve, programmation, bibliothèques de code, réutilisation, rétro-ingénierie, compatibilité, évaluation/garantie de performance, facilité d'utilisation…), l'ingénierie des modèles, la compositionnalité (l'aptitude de briques matérielles/logicielles à être assemblées et aisément/immédiatement intégrées) de ces systèmes dans des démarches méthodologiques bien codifiées et des paradigmes émergents comme les agents, composants, services, nuages…

Axe 5 : Usages
Cet axe prévoit d'identifier explicitement les projets traitant des concepts, techniques, méthodes et outils des autres axes avec un focus/une innovation métier/sociétal(e) spécifique comme les systèmes d'information d'entreprises et les systèmes de sécurisation qu'ils tolèrent (vie privée), la gestion d'identité, la e-citoyenneté…

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Réduire le retard vis-à-vis des USA notamment quant au développement de solutions Internet distribuées et mobiles, s'appuyant de plus en plus sur les environnements de calcul virtuels (ex. *cloud computing*) qui se mettent en place. Ces environnements sont la preuve d'un retard non négligeable de l'Europe dès lors qu'ils diffusent des services élémentaires dont l'intégration concerne tout système périphérique de calcul, les robots, les systèmes embarqués, les systèmes cyber-physiques. S'ajoutent, l'omniprésence de telles solutions avec leur caractère critique sur la protection des états et des citoyens (sécurité informatique), les risques divers (sûreté de fonctionnement). Les solutions TIC du futur se présentent comme des parties noyau dont la maîtrise pour la souveraineté des états en particulier, la compétitivité, la création d'emplois qualifiés est fondamentale.

- **Type de recherche**

Types de projets : recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental ; présence marquée des pôles de compétitivité dans la labellisation des projets ;
Recherche partenariale (80 % attendu) et non partenariale (20 % attendu).
Nature des projets : projets partenariaux pour l'essentiel et éventuellement purement académiques ; plates-formes.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement seul par l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte avec une importante part de recherche partenariale de l'ordre de 80 %. Un but important est d'encourager les participations de PMEs en liaison avec des grands groupes et des laboratoires académiques. Le principe de plate-forme où s'ajoutent de nombreux acteurs aux projets (utilisateurs) au-delà de la vie du projet particulièrement est un point important.

Les pôles de compétitivité (SYSTEM@TIC, Images & Réseaux**,** Solutions Communicantes Sécurisées, Minalogic, AEROSPACE VALLEY, MOVEO...) sont des acteurs importants de ce programme.

Positionnement international

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

INS par ses thèmes se situe naturellement dans les thèmes du programme ICT du 7ème PCRD incluant la problématique de l'Internet du futur. Le soutien donné par INS aux acteurs français facilite leur positionnement dans les appels européens. INS a un positionnement marqué en regard du cluster EUREKA ITEA 2 (systèmes à composante logicielle prépondérante, http://www.itea2.org), EURIDIPES (systèmes intégrés intelligents, http://www.euripides-eureka.eu) ou encore des initiatives conjointes comme ARTEMIS (https://www.artemis-ju.eu/) sur les systèmes embarqués.

- **Caractère international du programme**

INS dispose d'équivalents au niveau mondial dont le programme *High-Confidence Software and Systems* du NITRD (http://www.nitrd.gov/Subcommittee/hcss.aspx).

Programme :
Contenus Numériques et Interactions (CONTINT)

Mots-clés :

- création de contenus numériques, édition, assemblage et mise à disposition de contenus numériques
- fouille et extraction de connaissances
- apprentissage
- représentation sémantique
- navigation, interaction homme-machine
- réalité enrichie
- usages, économie, confiance
- interaction avec le monde physique
- perception, cognition et collaboration en robotique

Résumé :

Le programme «Contenus Numériques et Interactions» rassemble deux domaines entre lesquels il existe de multiples convergences :

- L'ensemble de la filière des contenus numériques : création, production, édition, interaction et accès, économie et usages ; il recouvre l'ensemble des médias : audiovisuel, cinéma, animation, jeux, web, presse …
- La partie du domaine de la robotique qui se rapporte aux questions de perception et de cognition par des robots, placée dans le cadre général des interactions entre les systèmes artificiels et le monde physique.

A leur intersection, les notions de représentation sémantique et de montée en niveaux d'abstraction des données vers les connaissances deviennent essentielles.

La généralisation de la numérisation provoque des évolutions majeures à la fois dans l'élaboration et la manipulation des contenus, dans l'ubiquité et la pervasivité de leur accès, dans l'enrichissement des modalités d'interaction et dans le décloisonnement entre créateurs et utilisateurs. De nouveaux usages, de nouveaux modèles et de nouveaux acteurs économiques viennent aujourd'hui modifier et élargir considérablement les fondements historiques de l'industrie des contenus.

L'éducation tout comme la formation en entreprise vivent un véritable bouleversement dû à l'introduction de plus en plus massive des TIC. Le secteur de la culture est aussi fortement concerné avec la numérisation du patrimoine.

Le programme traite toute la chaîne des contenus numériques : création, capture, production, édition, accès, échange, préservation, mais aussi l'économie, les usages, la sécurité et le droit. Il prend en compte les contenus pour tous types de média : cinéma, audiovisuel, web, jeux vidéo, son, livre, document. À travers les recherches sur les questions d'interaction avec le monde physique, il traite aussi la robotique et sa relation avec le domaine de la création des contenus et de leur accès.

La complexité, l'hétérogénéité, la multiplicité des échelles d'intérêt, ainsi que le caractère dynamique des contenus nécessitent notamment la mobilisation d'outils et de méthodes issus de la recherche en intelligence artificielle en particulier les représentations sémantiques et l'apprentissage automatique.

4ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :
  C'est la quatrième édition de ce programme qui a été lancé en 2008 (ainsi que tous les autres programmes STIC 2008-2010). Les éditions précédentes ayant répondu aux attentes des communautés concernées, ce programme se poursuit avec des ajustements à la marge.
- **Résultats des années antérieures**

Année	Nombre de projets soumis	Nombre de projets acceptés	Nombre de projets présentés par des pôles	Montant alloué
2008	**110**	**27**	**69**	**20,4M€**
2009	**108**	**31 (dont 5 défi robotique)**	**61**	**19,55M€ (dont 1,75 défi robot.)**
2010	**105**	**En cours**	**En cours**	**En cours**

Le nombre de projets soumis sur la période 2008-2010 a été élevé et le comité d'évaluation a identifié des projets de qualité. On note une très forte composante partenariale toujours au-dessus de 80 % des soumissions, et de très nombreuses PMEs. Les données sur les projets acceptés en 2010 ne sont pas encore disponibles.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- **Développer des connaissances dans les laboratoires académiques et favoriser leur diffusion dans le milieu industriel,** que ce soit grâce aux résultats obtenus en commun ou à la mise en contact de chercheurs avec des partenaires industriels. Dans les secteurs visés par cet appel, les défis scientifiques à relever sont encore nombreux. On cherche à augmenter l'implication des entreprises dans les sujets liés à des produits loin du marché.
- **Susciter des synergies entre des secteurs actuellement distants** comme la robotique et les contenus, l'animation et les jeux, etc. Par exemple, les travaux en vision, interaction et intelligence artificielle menés dans le cadre de la recherche en robotique sont en forte synergie avec des thèmes tels que interaction homme - machine, analyse de scène, mouvement et animation, réalité virtuelle et augmentée que l'on rencontre traditionnellement dans les projets liés aux contenus numériques.
- **Encourager les recherches sur des volets non techniques** qu'il s'agisse d'études sur les usages, les facteur humains, les enjeux juridiques ou les modèles économiques et les chaînes de valeur. Il peut s'agir de la présence de partenaires en charge d'un volet « usage » dans un projet à dominante technique ou de projets leur étant entièrement consacrés.

Résultats attendus

Ce programme vise :

- A développer des connaissances et à favoriser leur transfert « verticalement » entre le monde de la recherche et celui de l'industrie (notamment les PMEs) mais aussi « horizontalement » en développant des synergies entre des secteurs actuellement distants (robotique et multimédia). Il est important de noter que dans ce domaine, l'avance technologique, ou le couplage d'une technologie et d'une idée d'usage peuvent être fortement différentiant
- A créer des masses critiques autour de sujets clés en suscitant des consortiums structurants
- A prendre en compte les conséquences du progrès technique, qu'il s'agisse du déploiement de services (là où il y a la plus forte création de valeur) mais aussi de son impact

Impact espéré

En plus de l'impact scientifique naturel au sein des communautés de recherche du domaine, il est pour de nombreux secteurs industriels qui sont concernés par la dématérialisation des contenus. Il s'agit d'aider les entreprises à innover pour rester compétitives en terme de productivité (c'est souvent une question de survie tant les mutations technologiques sont fortes) ou de développement de nouveaux concepts (que l'on songe à la recherche de données sur l'internet, à l'émergence de contenus autoproduits, aux outils de traduction, aux mondes virtuels…).

L'enjeu dépasse la simple dimension économique et concerne le citoyen français ou européen. Dans de nombreux cas, les industries concernées fournissent les outils qui servent à l'expression culturelle (jeu, création multimédia) mais aussi la presse, la défense de la langue française. L'impact devrait être également significatif dans les domaines de l'éducation, de la formation et de la culture.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

Les secteurs concernés recouvrent des enjeux économiques importants, compte tenu de la taille des marchés concernés : avec le secteur « cœur » du cinéma (22 G€ en 2007), de l'audiovisuel, des jeux vidéo (35 G€ en 2007), de l'édition de la presse et des médias électroniques, mais aussi des secteurs en mutation touchés par le numérique comme l'éducation, le tourisme, et d'autres marchés en émergence comme ceux de la domotique, de la robotique personnelle.

De nombreuses innovations sont prévisibles, à court et moyen terme, qui résulteront souvent du couple avance technologique, idée d'usage. Ce programme s'intéresse particulièrement aux thèmes suivants :

- les systèmes avancés d'interaction homme-machine qui concernent les domaines nécessitant une visualisation et une interaction riches, (contenus sémantiques, mondes virtuels, mondes réels augmentés).
- de nouveaux modes de création et d'usage des contenus, de nouveaux modèles, de nouveaux jeux d'acteurs économiques viennent aujourd'hui modifier et élargir considérablement les bases de l'industrie des contenus.

Toutes ces évolutions entraînent des modifications potentiellement importantes du paysage mondial et plus que jamais l'avance technologique et l'anticipation sont nécessaires y compris pour répondre aux besoins de régulation.

- **Enjeux de productivité et de compétitivité**

Du fait de la dématérialisation, de nombreux secteurs vivent de profondes mutations avec la numérisation de la chaîne des contenus : acquisition, création, production, interaction, usages et services associés. La numérisation apporte une évolution majeure dans l'élaboration et la manipulation des contenus, la manière de les produire. Il y a là de réels enjeux de compétitivité (par exemple dans le domaine du jeu ou de la production audiovisuelle). Ces mutations invitent, aussi, à réfléchir sur la nécessité de faire évoluer les cadres normatifs.

Enjeux sociaux

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Ces dernières années, on a assisté à l'explosion de nouveaux produits et modes de production associés à la dématérialisation des contenus, à l'augmentation de la puissance

des machines et du débit des réseaux, à l'essor d'Internet. Souvent, ils résultent d'un savant mélange de création, de réflexion sur les usages ou les modèles économiques. Cette évolution n'est pas achevée et est porteuse d'emploi dans les PMEs (nombreuses dans le secteur) dont on peut espérer en voir un certain nombre grossir mais aussi des grandes entreprises.

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

On attend du déploiement des technologies de l'information dans ces secteurs un certain nombre d'effets positifs : l'accès aux loisirs (cinéma, jeu,…), l'accès à l'information et à la culture, des modes d'interactions plus efficaces : services, éducation, assistance à domicile (robotique, services).

Les enjeux en termes de bien-être social concernent également la prise en compte d'un questionnement sur la réelle efficacité de ces technologies, leur impact sur la vie privée, sur l'organisation sociale, et sur la reconnaissance de la propriété artistique.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Il y a des enjeux de souveraineté nationale ou européenne évidents : la maîtrise de la production de l'information et de la capacité à y accéder sont devenus de plus en plus stratégiques.

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

On peut voir deux enjeux forts :

- Culturels pour ce qui concerne la maîtrise d'outils adaptés aux spécificités nationales ou européennes pour l'éducation, la formation, la recherche scientifique (e-science), le cinéma, l'audiovisuel, le jeu vidéo, et la gestion du patrimoine culturel.
- La francophonie passe par l'existence d'outils adaptés à la langue française, mais aussi par l'existence de passerelles entre notre langue et les autres.

- **Contribution du programme aux défis économiques et sociétaux**

Le tableau ci-dessous présente les contributions attendues de CONTINT à un certain nombre de grands défis ou de grands sujets économiques et sociétaux pour la prochaine décennie. Plus il y a de « + » plus la contribution attendue est importante.

Comme indiqué ci-dessus, CONTINT devrait impacter fortement de nombreux secteurs avec une importance particulière pour la création et l'éducation

Défis économiques et sociétaux	CONTINT
•Energie : smart grid et clean technologies	+
•Transport : route intelligente, véhicule intelligent	++
•Santé : Diagnostic, geste médicaux, modélisation biologie, corps humain.., information de santé et assistant living,	+++
•Habitat : ville numérique et maison numérique	+++

. Surveillance de l'environnement	++
•Entreprises : CRM et production	+++
•Education : accès connaissances et apprentissage, serious games	++++
•Création : asset, design numérique, imaginaire	++++
•Etat, collectivité : infra critique et services aux citoyens	+++
•Sécurité : infrastructures critiques, biométrie …	+
•Vivant : modélisation, criblage, simulation	+
•Services numériques : Données collectives, Réseaux sociaux, capital et flux numériques…	+++

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

Axes et thèmes des recherches

1. Chaînes de production, d'édition et de diffusion des contenus

- Création de contenus multimédia ; édition et diffusion de contenus ; les contenus coopératifs : création, annotation; capture et numérisation

Thèmes de recherche :

- nouveaux formats, 2.5D, 3D, multi-modalité, relief, temps réel, acquisition, création, production, postproduction
- dématérialisation, interaction, interactivité, modèles physiques, animation, intelligence artificielle, jeu, serious games
- effets spéciaux, workflows, création de contenu mobile, collaboration et coopération
- hybridation, ajout dynamique de fonctionnalités, structuration, interopérabilité, open source, échange et partage d'outils, transmédia.

2. Des contenus aux connaissances

- Indexation et annotation des contenus ; qualité des contenus ; fouilles de contenus ; extraction de connaissances ; création de services à partir de contenus

Thèmes de recherche :

- édition, fusion de contenus, web sémantique, web2.0, réseaux sociaux, standards, intégrité, qualité, délinéarisation des contenus
- métadonnées, ontologies, raisonnement, intelligence collective, résumé, synthèse et enrichissement de contenus

- archivage, pérennité des supports numériques, indexation automatique, métadonnées, personnalisation, fusion multimodale
    - extraction automatique d'information, traitement de grands volumes de contenus, interopérabilité, transcodage, traduction, transmédiation
    - Analyse des grands graphes, navigation multimédia et multilingue, adaptation, profilage, données enrichies, fusion de données

3. Interaction homme-systèmes riche et sémantique

- Technologies pour l'interaction, ergonomie et utilisabilité des interfaces ; interaction cognitive, 3D, tactile, tangible ; fusion du monde physique et du monde virtuel

Thèmes de recherche :

- interaction en situation de mobilité, visualisation interactive d'information, interfaces personnalisées et affectives, réalité virtuelle, mixte et augmentée, interfaces immersives et collaboratives, interfaces tangibles, modalités d'interaction (visuel, auditif, haptique), services interactifs, coopération, design d'interaction, apprentissage automatique pour l'interaction

4. Interaction avec le monde physique : perception cognition, collaboration

- Interaction entre systèmes artificiels et monde physique, en particulier en robotique ; interaction homme-système-environnement ; perception et analyse de scènes, navigation autonome
- Robotique cognitive et interaction coopérative de systèmes artificiels

Thèmes de recherche :

- analyse comportementale (geste et posture), perception et vision artificielle, SLAM (*simultaneous localisation & mapping)*, planification automatique, apprentissage automatique, modélisation sémantique et cognitive, intelligence artificielle, environnements intelligents, robots coopératifs

5. Usages et utilisations

- Utilisations des recherches sur les contenus et l'interaction pour des défis économiques et sociétaux, en particulier identifiées prioritairement dans le tableau ci-dessus : éducation, création, santé, services aux citoyens, habitat, systèmes d'information d'entreprises et de collectivités
- Réseaux sociaux, usages, droit, économie, protection de la vie privée

Thèmes de recherche :

- tous les thèmes des quatre premiers axes, pour la résolution de défis économiques et sociétaux
- sociologie, psychologie, sciences cognitives, éthologie, ergonomie, addiction, éthique, modèles économiques du numérique et économie des filières
- droit, sociologie, éthique, sécurité, patrimoine, gestion des données personnelles, vie privée, identité

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux sont de faire progresser les connaissances dans les domaines suivants et surtout de créer des liens entre des items qui sont peu explorés pour innover, ceci dans un contexte où les constantes de temps sont parfois très courtes.

Le programme est au cœur de la montée en puissance de la société numérique et notamment sur les thèmes suivants :

- Internet du futur
- Diffusion du numérique pour la santé, les transports, l'énergie…
- Economie de la connaissance
- Réseaux sociaux
- Confiance
- TIC ambiant : objets communicants, interaction homme-machine, réalité virtuelle et enrichie

- **Type de recherche**

Ce programme devrait principalement financer des projets de collaboration recherche industrie. On vise à ce qu'il soit centré sur de la recherche industrielle (plus de la moitié des projets) avec une ouverture sur :

- des projets amont sur quelques thématiques ciblées reconnues comme cruciales pour préparer le futur
- des projets de développement expérimental notamment en direction des PMEs qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme soutient des projets collaboratifs. On cherche à soutenir environ 90 % de recherche en partenariat public privé.

Positionnement international

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

Les appels ANR visent :

- à structurer les communautés au niveau national en leur permettant de travailler ensemble
- permettre aux acteurs nationaux de monter en puissance pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites
- d'autre part, certains projets à forte dominante culturelle sont plus facilement traités au niveau national

On peut noter l'existence de plates-formes européennes correspondant aux thématiques développées dans ce programme.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Les ouvertures internationales de la thématique STIC se retrouvent dans le programme blanc et dans l'ERA-Net CHIST-ERA.

Programme :
Modèles Numériques (MN)

Résumé :
Le programme MN vise à développer la modélisation, la simulation et l'optimisation numériques pour la recherche scientifique, l'industrie et les services. Le développement et l'utilisation de modèles numériques liés au traitement de grandes masses de données et adossés au calcul intensif, jouent un rôle primordial pour :

- **comprendre et prédire** : la modélisation et la simulation jouent un rôle essentiel pour la conception, l'analyse et l'évaluation des systèmes complexes ainsi que pour l'approfondissement de la connaissance scientifique. Elles interviennent dans tous les secteurs de l'industrie et des services, dans l'ensemble des grands défis scientifiques actuels et dans des enjeux de société critiques comme l'environnement et le changement climatique, la biologie ou encore la santé ;
- **concevoir et piloter** : qu'il s'agisse du monde de la recherche ou de celui de l'industrie, la simulation et l'optimisation numériques sont devenues incontournables pour assister la conception de produits, de procédés, d'infrastructures de production, de surveillance et plus généralement pour le contrôle de systèmes complexes ;
- **décider et agir** : la simulation et l'optimisation sont des outils d'aide à la prise de décision stratégique, permettant de réduire les cycles de conception, optimiser et conduire les procédés industriels et estimer les risques et attendus avant toute prise de décision. Enfin, elles sont le seul élément global permettant d'intégrer et visualiser toutes les informations et interactions disponibles, factuelles ou inhérentes au contexte extérieur et permettre ainsi les meilleures prises de décisions possibles.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : suite partielle de COSINUS 2008-2010

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- **faire progresser** les connaissances scientifiques notamment à travers la résolution de problèmes disciplinaires frontières ;
- **démontrer** l'intérêt pratique de ces recherches en favorisant leur mise en œuvre dans des domaines d'application prioritaires (cf. « Impact espéré »), qu'ils soient scientifiques (énergie, combustion, matériaux, sciences de la terre et de l'univers, climat, mécanique des fluides, santé…) ou plus appliqués (ingénierie, gestion du cycle de vie de produits (PLM), usines numériques, finance…) ;
- **capitaliser et pérenniser** les connaissances développées dans des logiciels de simulation et favoriser leur exploitation et leur valorisation dans un contexte industriel sous forme de logiciels commerciaux ou de logiciel libre, en visant la maîtrise des systèmes numériques de conception de biens et de services ; assurer une plus grande réutilisabilité des modèles (par exemple, géométriques) en définissant des standards et des passerelles entre logiciels ; diffuser largement les résultats dans l'industrie de la conception pour donner un avantage compétitif aux acteurs nationaux du secteur, et ce dans tous les domaines d'application ;
- **accompagner et encourager** les utilisateurs pour l'accès et l'utilisation d'infrastructures massivement parallèles de calcul et de traitement de données dont la mise en place s'effectue en France et en Europe. Cela doit se produire en exploitant au mieux les capacités permises par le massivement parallèle. S'agissant d'un saut important en termes de puissance, de capacité et d'architecture, l'effort se doit d'être global donc multidisciplinaire : modélisation, méthodes numériques, optimisation…
- **créer, dynamiser, renforcer** des communautés nationales de développeurs et d'utilisateurs, autour des problématiques de modélisation et leur donner les moyens de participer aux grandes coopérations européennes et internationales. Ces communautés, réunies autour de grandes thématiques ou transdisciplinaires regroupent des membres issus de la recherche publique ou de la R&D privée. Il s'agit plus généralement de contribuer au développement de l'écosystème de la modélisation et de la simulation en France et en Europe en y intégrant les développeurs, les utilisateurs et, aussi, les industriels de l'informatique (matériel, logiciel, service). En effet, la pérennisation de cet écosystème doit nécessairement s'appuyer sur un tissu de recherche en matière d'architectures et de technologies logicielles innovantes et en rupture pour les nouveaux défis technologiques de calcul comme celui de l'*exascale computing*.

Résultats attendus

Ce programme doit conforter, développer tous les concepts, techniques et outils de modélisation, simulation et optimisation. La connaissance de phénomènes complexes physiques et/ou logiques comme les molécules, les matériaux, les fluides, les milieux naturels, les systèmes manufacturiers, les réseaux sociaux… dépend de modèles de plus en plus détaillés sur des échelles variées (du très petit au très grand), présentant des points de vue et des propriétés multiples (multi-physique) et faisant cohabiter des éléments

déterministes (lois *ab initio*) et plus aléatoires (incertitudes, éléments stochastiques). L'exploitation de tels modèles est liée au calcul intensif avec la production de grandes masses de données à traiter (prétraitement, post-traitement, visualisation, intégration des mondes réels et virtuels).
Les résultats attendus sont des progrès conséquents dans la création de nouvelles connaissances scientifiques, la conception de produits et procédés de plus en plus innovants et différentiant (moteurs d'automobile de nouvelle génération, nouveaux médicaments, nouveaux matériaux, dispositifs sûrs de stockage de CO_2, avion du futur…). Parallèlement, les phénomènes naturels (océans, incendies…) doivent être approchés par des modèles avec le plus « d'exactitude » possible pour surveiller, anticiper, contrôler voire infléchir de tels phénomènes. Pour la conception de systèmes, on peut aller jusqu'à certifier (aéronautique, spatial…) et garantir des propriétés fonctionnelles et non fonctionnelles par la simulation et l'énumération implicite de scénarios (vérification, démonstration virtuelle).
Ce programme vise à augmenter et « vulgariser » (pour les PMEs notamment) l'usage du calcul intensif, leur permettant de passer à l'échelle face à des volumes de données gigantesques bien connus dans des domaines comme la géologie, la génomique, la galénique ou encore la climatologie. Ce programme n'aborde pas l'invention de nouvelles infrastructures et architectures matérielles[38] (architectures GPU, hybrides…) mais aide à déterminer les environnements logiciels de demain (algorithmes, méthodes, plates-formes,…) pour la simulation et l'optimisation numériques. Ce programme a ainsi vocation à les valider de façon systématique dans le cadre de challenges applicatifs. On s'attend ainsi à voir dans les années à venir les premiers projets traitant de l'*exascale computing* (1 milliard de milliard d'opérations sur nombre flottant par seconde) qui constitue le futur en termes de calcul intensif. Ce programme doit finalement être un programme phare de l'ANR quant à l'interdisciplinarité en regard de tous les domaines applicatifs qu'ils concernent et ceux moins conventionnels, à venir (agroalimentaire, réseaux sociaux, mondes virtuels de l'Internet…).

Impact espéré

- Positionnement de la recherche nationale dans les premiers rangs mondiaux sur la modélisation appliquée, la simulation numérique et les technologies de calcul scientifique ;
- Amélioration de l'ensemble du dispositif scientifique allant du modèle au code de calcul avec, en particulier, des synergies entre disciplines ;
- Amélioration de la compétitivité des industriels de la conception, de la simulation et de l'ingénierie ;
- Fort impact scientifique sur la compréhension des phénomènes physiques, biologiques, chimiques, climatologiques, environnementaux, etc.
- Programme ayant des domaines d'application de prédilection :

[38] Cf. programme « Infrastructures du numérique ».

Défis	MN
▪Energie : smart grid et clean Tech	+++
▪Transport : route intelligente, véhicule intelligent	++
▪Santé : Diagnostic, geste médicaux, modélisation biologie, corps humain.., information de santé et assistant living,	++++
▪Habitat : ville numérique et maison numérique	+
▪(Défense : Intelligence (observation, comm, trait), robotique, opération)	++
▪Environnement : surveillance	+++
▪Entreprises : CRM et production	++++
▪Education : accès connaissances et apprentissage, serious game	+++
▪Création : asset, design numérique, imaginaire	+++
▪Etat, collectivité : infra critique et services aux citoyens	+
▪Sécurité : infra critique, biométrie	+
▪Vivant : modélisation, criblage, simulation	++++
▪Services numériques : Données collectives, Réseaux sociaux, capital et flux numériques...	+

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

L'émergence forte et marquée du monde numérisé est un facteur différentiant dans le cadre d'une compétition avec des pays à faible coût de main d'œuvre. Dans les secteurs économiques concernés par ce programme (aussi bien l'industrie de la modélisation numérique que les grands secteurs utilisateurs), la maîtrise des technologies noyau (modélisation mathématique, nouveaux paradigmes de calcul et environnements de calcul) est la clé de la compétitivité des entreprises. L'ensemble génère des connaissances nouvelles qui accroissent le leadership des industries hexagonales (énergie, automobile, aérospatial…). Ce programme concourt au développement du numérique appliqué à la science (modélisation, conception collaborative, systèmes virtuels). Il a des retombées économiques fortes pour la compétitivité des industries concevant des biens et des services, les démarches et outils de conception numérique en pointe étant un attendu important du programme MN.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

MN s'intéresse à la production et la fourniture de logiciels propriétaires et libres (*i.e.*, « open source »). Ces deux modes vont économiquement cohabiter dans le futur mais le logiciel libre a vocation à faciliter l'accès, la connaissance et l'utilisation à coût modéré de résultats de R&D accessibles directement par l'Internet et donc partout sur la planète.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Garder en Europe les centres de R&D et la capacité d'élaborer des procédés et des produits hautement complexes, sans cesse innovants, à forte valeur ajoutée et pour certains à enjeux de souveraineté (énergies renouvelables), est un objectif majeur. Cela passe par la capacité à maîtriser la modélisation mathématique, la simulation numérique et les effets induits comme le passage à très grande échelle (extrapolation, avancées dans le monde du très petit et du très grand). Le savoir-faire français est historiquement important dans le domaine des systèmes de calcul pour la simulation avec le groupe Bull notamment qui s'est différencié et spécialisé sur le calcul intensif. La structure GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif) est un acteur central de toute la R&D française. Le programme MN jour un rôle d'entraînement crucial pour la création d'emplois de très haute technologie tant dans le secteur des TIC que dans les secteurs utilisateurs. L'accès et l'assistance à l'utilisation de moyens de calcul importants, le savoir-faire quant aux infrastructures et architectures, sont des atouts aujourd'hui en France, à exploiter dans ce programme MN.

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

La conception, l'optimisation et la maîtrise de systèmes complexes, la maîtrise de systèmes physiques (tremblements de terre, centrales de production d'énergie, pandémies…) et logiques (données de réseaux sociaux sur l'Internet, communautés virtuelles…) offrent des cadres stables, structurants et sûrs pour les sociétés.

De plus en plus, le questionnement sur les enjeux sociétaux, l'anticipation, l'évaluation et la gestion des incertitudes poussent les décideurs politiques à passer par la simulation numérique. Le climat est un des exemples les plus médiatisés mais d'autres secteurs sont concernés notamment l'environnement au sens large, la santé, les conditions de vie (urbanisation…), l'agriculture, l'alimentation, l'eau (aquifères)…
Pour un certain nombre de projets attendus dans le domaine de la pharmacologie (e.g., docking de molécules), de la santé (e.g., imagerie médicale), le programme MN se doit d'être à l'origine de bouleversements importants dans les protocoles de soins, les possibilités de soin non invasif (diagnostiques).

- **Enjeux en termes de sécurité**

La simulation joue un rôle croissant et de plus en plus significatif dans la garantie de fonctionnement d'installations de production, la prédiction de phénomènes (tsunami…), la certification de procédés, la prédiction de comportements de produits (vieillissement, résistance, conservation de propriétés). La dimension sécurité liée à la confiance donnée à ces systèmes résulte de tests complexes en conditions multiples avec des données nombreuses, pertinentes, sensées… fondés sur la simulation.

Enjeux écologiques et environnementaux

MN est un programme clef pour le développement de solutions d'efficacité énergétique (aux niveaux « produit » et « système ») et pour la simulation de phénomènes (e.g., pollutions, incendies, inondations, explosions…) dont l'impact sur l'environnement peut être critique. L'acquisition de connaissances élaborées sur ces phénomènes et notamment leur comportement, leur évolution spatiale et temporelle par la simulation, permettent de définir des stratégies appropriées de protection des écosystèmes, des environnements fragiles à préserver ; de prévenir toute dangerosité lorsqu'elle a potentiellement un impact sur l'homme.

- **Ressources naturelles**

MN développe la notion de modèles prédictifs où l'anticipation des usages et donc des détériorations de systèmes est cruciale. On peut imaginer le calcul du rendement d'installations de production d'énergie intelligente, l'établissement de méthodes d'utilisation et de gestion rationalisées et responsable de ressources, la préservation d'environnements…

- **Ecosystèmes**

MN adresse tous les écosystèmes (modélisation structurelle et comportementale, simulation de l'évolution, plans de gestion…). L'acquisition de grands pools de données sur ces écosystèmes, leur traitement et l'interprétation d'indicateurs contribuent à leur pérennité, leur utilisation raisonnée.

- **Pollutions**

Cf. points précédents.

- **Risques naturels et risques industriels**

Cf. points précédents.

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

Axes et thèmes des recherches

Axe 1 : Modélisation et simulation de systèmes complexes
Cet axe thématique concerne l'élaboration, la mise au point et la validation de modèles riches et détaillés pour des applications basées sur le calcul intensif, la simulation, la résolution de problèmes sous contraintes, l'optimisation et la maîtrise des systèmes complexes en général. Ces modèles ont par essence des natures différentes : continu/discret, stochastique/déterministe (gestion des incertitudes), mono-échelle/multi-échelle, mono-physique/multi-physique, hybride.
Les actions envisagées peuvent couvrir tout le spectre du calcul intensif, de la résolution de problèmes frontières et de la réalisation de « premières » applicatives à la conception d'outils et supports d'exécution dédiés de programmation au-dessus d'infrastructures[39] idoines, en passant par l'étude de nouveaux types de simulations (simulations digitales, simulations à événements discrets, simulations mixtes…), l'intégration d'outils et l'adaptation de codes aux nouvelles architectures massivement parallèles, nouveaux supports (*exascale*).

Axe 2 : Conception et optimisation
Cet axe thématique concerne les outils d'aide à la conception, à la décision, au contrôle et au pilotage de produits (PLM), procédés/processus, installations… Il s'agit de systèmes clefs au niveau industriel (usines numériques, *AO[40]), sociétal (bâtiments, villes… numériques) et environnemental (réseaux d'énergie intelligents (*smart grids*)…) pour lesquels les besoins d'innovation sont importants : les méthodes d'optimisation, d'intégration (conception collaborative), d'adaptation, d'évaluation… des modèles et leur numérisation, exécution, interopérabilité, aide au pilotage et à la décision.

Axe 3 : Masse de données
Cet axe thématique regroupe une classe de problèmes où le volume et la complexité des données manipulées et traitées constituent un verrou majeur. Ces données sont caractérisées par leur nature différente (temporelle, spatiale, hybride…), leur forme (signaux, déstructurées, semi-structurées…), leur représentation matérielle et logicielle, leur gestion à grande échelle (transport, stockage, volatilité, signifiance, interprétation, raisonnement…).
Concernant la simulation, tous les aspects de la gestion des données impliquées dans les cycles de simulation sont concernés. Les données du processus de simulation doivent être modélisées, stockées, traitées et manipulées par des algorithmes robustes, performants, et adaptés aux supports répartis.
Les sous-thèmes importants sont, de façon non exhaustive, le stockage de grands volumes de données avec notamment le *stream computing* (traitement en flux tendu des données) dans

[39] Sujet traité dans le programme « Infrastructures du numérique » comme les infrastructures réalisant la virtualisation en *cloud computing* par exemple.

[40] « N'importe quoi » assisté par ordinateur : CAO, CFAO, GPAO…

lequel le stockage classique est irréalisable, les techniques innovantes de modélisation par les données, de pré et post traitement, de fouille des données, de fusion…

Axe 4 : Visualisation et simulation interactive
Cet axe concerne le problème de restitution des résultats et d'interaction (pendant ou après le calcul : prétraitement, post-traitement) via des médias idoines (visuels en particulier) avec les problèmes d'immersion associés (cohabitation croissante des mondes réels et virtuels). Les sujets considérés incluent la mise en situation de l'utilisateur par simulation, l'utilisation de la réalité virtuelle pour servir le post-traitement des résultats d'une simulation numérique, l'emploi de nouvelles métaphores, nouveaux paradigmes, algorithmes, méthodes, outils… pour le rendu visuel de données de simulation, de résultats de calcul intensif et/ou d'ordre combinatoire, de résultats d'optimisation, de données organisées en réseaux, de graphes complexes, etc.

Axe 5 : Usages
Cet axe permet d'aborder diverses problématiques (cf. autres axes : gestion de grandes masses de données et complexité de calcul, collaboration de modèles et modules de calcul complémentaires, gestion d'incertitudes, interfaces homme-machine) à partir d'usages innovants et d'applications nouvelles de la technologie, par exemple, le développement et l'usage de modèles énergétiques, thermiques, sismiques, climatiques… selon des granularités spatio-temporelles et des maillages géométriques adaptés.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les logiciels de simulation et d'optimisation jouent un rôle essentiel pour l'analyse, la conception et le contrôle des systèmes complexes. Ils interviennent dans tous les secteurs de l'industrie et des services ainsi que dans l'ensemble des grands défis scientifiques actuels. La simulation est maintenant considérée comme le troisième « pilier » de la science, au même titre que la théorie et l'expérience. La complexité des systèmes rend nécessaire la prise en compte dans un même environnement de phénomènes multiples (aspect multi-physique), d'ordres de grandeur très différents (aspect multi-échelle) et intégrant des modes de représentation variés (continu versus discret, déterministe versus probabiliste...). Par ailleurs, l'évolution des systèmes d'information, en particulier des systèmes parallèles et distribués, induit le besoin de concevoir des algorithmes/méthodes/environnements nouveaux adaptés aux systèmes massivement parallèles. Le calcul intensif est l'outil de base par lequel vont se réaliser les simulations. Il est devenu un élément essentiel de la compétitivité nationale tant pour faire progresser la science que du point de vue économique.

- **Type de recherche**

Types de projets : recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental ; présence marquée des pôles de compétitivité dans la labellisation des projets ; recherche partenariale (80 % attendu) et non partenariale (20 % attendu) ;
Nature des projets : projets partenariaux pour l'essentiel et académiques ; plates-formes.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement seul par l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte avec une importante part de recherche partenariale de l'ordre de 80 %. Un but important est d'encourager les participations de PMEs en liaison avec des grands groupes et des laboratoires académiques. Le principe de plate-forme où s'ajoutent de nombreux acteurs aux projets (utilisateurs) au-delà de la vie du projet est une caractéristique du programme MN.
Les pôles de compétitivité (SYSTEMATIC, TENERRDIS, MEDICEM, ASTECH, AVENIA et bien d'autres) sont des acteurs potentiels de ce programme.

Positionnement international

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

MN par ses thèmes se situe naturellement dans les thèmes du programme ICT du 7ème PCRD ainsi que dans de nombreux autres clusters d'EUREKA. Les programmes sur les matériaux, l'environnement, la santé… sont potentiellement à même d'utiliser des mécanismes de calcul intensif et de simulation.
L'initiative européenne PRACE sur le calcul haute performance pourra fournir les calculateurs utilisés par les projets financés dans le programme MN. Le soutien donné par MN aux acteurs français facilite leur positionnement dans les appels européens.
MN est aussi dans la droite ligne et en appui des deux grandes initiatives sur l'*exascale computing*, EESI et IESP.
On peut aussi noter le lien ténu entre MN et le programme du G8 recherche géré par l'ANR concernant l'*exascale computing* pour le génie climatique.

- **Caractère international du programme**

MN pourra contribuer à l'initiative mondiale IESP (*International Exascale Software Project*) pour promouvoir des nouvelles plates-formes logicielles pour l'*exascale computing*.

Programme :
Long-term CHallenges in Information and Communication Sciences and Technologies (CHIST-ERA)

Résumé :
CHIST-ERA est un ERA-Net du programme FET du 7ème PCRD. Ses objectifs globaux sont de développer la coordination et la coopération des agences de financement de la recherche en Europe, sur des sujets émergents et prometteurs du domaine des sciences de l'information et de la communication.
L'ANR est le coordinateur de CHIST-ERA qui regroupe aujourd'hui 9 agences, et qui reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient nous rejoindre.
CHIST-ERA vise à mettre en place des processus de collaboration communs durables destinés à être utilisés sur plusieurs années :

- Echange des objectifs stratégiques et construction d'une vision commune,
- Echange des bonnes pratiques pour la programmation des sujets émergents,
- Lancements d'appels communs,
- Définition de procédures communes d'évaluation, de sélection, d'implémentation et de suivi des projets financés.

CHIST-ERA traitera chaque année deux sujets jugés prioritaires et choisis l'année précédente. Ces sujets seront très variables d'une année sur l'autre néanmoins, ils présentent néanmoins tous une caractéristique commune, celle de conduire à des projets collaboratifs hautement innovants, pluridisciplinaires et présentant un potentiel d'impact scientifique et technique important.
Pour 2010, les deux sujets sélectionnés sont les suivants :

- Sujet n°1 : Fondations et Technologies de l'information quantique,
- Sujet n°2 : Au-delà des systèmes autonomes, le challenge de la conscience.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2010 - 2011 - 2012
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme de coopération européenne de type ERA-Net
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Les différents appels à projet de ce programme traiteront des thèmes les plus amonts et pluridisciplinaires de l'ensemble des programmes STIC de l'ANR, COSINUS, ARPEGE,

VERSO, CONTINT, P3N et en particulier une grande partie des thèmes du programme DEFIS (2008-2009). Les projets seront menés en collaboration avec des équipes européennes.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

On prévoit de fortes évolutions technologiques qui auront un impact sur la puissance de calcul des machines, la gestion de l'information, le changement d'échelle des systèmes d'information, les interconnexions, les besoins de fiabilité des systèmes, l'interaction entre l'humain et ces systèmes. Ces évolutions auront potentiellement un fort impact sur la société en permettant des applications nouvelles, par exemple dans les secteurs des transports, de l'énergie, de l'habitat, des loisirs et de la santé.
Il s'agit de donner les moyens à la communauté de recherche académique et aux industriels de préparer les ruptures et les mutations attendues, qui remettent en cause les concepts les plus fondamentaux du domaine des STIC.

CHIST-ERA est un ERA-Net du programme FET du 7ème PCRD. Ses objectifs globaux sont de développer la coordination et la coopération des agences de financement de la recherche en Europe, sur des sujets émergents et prometteurs du domaine des sciences de l'information et de la communication. Sa finalité est de permettre l'émergence de nouveaux sujets de recherche et la constitution de nouvelles communautés de recherche au travers d'appels à projets dont les principaux critères de sélection, en plus de l'excellence scientifique, seront la nouveauté et la multidisciplinarité. CHIST-ERA se veut ainsi ouvert aux nouvelles idées et solutions originales exigeant des compétences interdisciplinaires afin d'élargir le sujet à plusieurs communautés scientifiques et de bénéficier ainsi de la fusion de leurs diverses approches et questionnements.

L'ANR est le coordinateur de CHIST-ERA qui regroupe aujourd'hui 9 agences, et qui reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient nous rejoindre :

1- ANR : French National Research Agency
2- EPSRC : Engineering and Physical Sciences Research Council
3- MIUR : Italian Ministry of Education, University and Research
4- MICINN : Spanish Ministry of Science and Innovation
5- PT-DLR : Project Management Agency
6- ICRST: Irish Research Council for Science, Engineering & Technology
7- FWF : Austrian Science Fund
8- NCBIR : Poland National Centre for Research and Development
9- SNSF : Swiss National Science Foundation

CHIST-ERA vise à mettre en place des processus de collaboration communs aux différentes agences durables sur plusieurs années :

- Echange des objectifs stratégiques et construction d'une vision commune,
- Echange des bonnes pratiques pour la programmation des sujets émergents,
- Lancements d'appels communs,

- Définition de procédures communes d'évaluation, de sélection et d'implémentation et de suivi des projets financés.

Croisement avec domaines d'application clefs

Par construction, les sujets scientifiques qui feront l'objet des projets conduits dans le cadre de Chistera seront nombreux, très divers, long terme et devront présenter des potentialités d'impacts scientifiques, techniques et sociétaux importants (Transformative Research). Une forte priorité sera mise sur tous les défis décrits ci-dessous.

Défis	ingénierie des systèmes numériques & sécurité (impact attendu)
•Energie : smart grids et clean Tech	++++
•Transport : route intelligente, véhicule intelligent	++++
•Santé : Diagnostic, geste médicaux, modélisation biologie, corps humain.., information de santé et assistant living,	++++
•Habitat : ville numérique et maison numérique	++++
•Environnement : surveillance	++++
•Entreprises : CRM et production	++++
•Education : accès connaissances et apprentissage, serious games	++++
•Création : asset, design numérique, imaginaire	++++
•Etat, collectivité : infra critique et services aux citoyens	++++
•Sécurité : infra critique, biométrie	++++
•Vivant : modélisation, criblage, simulation	++++
•Services numériques : Données collectives, Réseaux sociaux, capital et flux numériques…	++++

Résultats attendus

Ce programme vise à :

- Faire progresser les connaissances en explorant de nouvelles pistes en rupture, qui intéresseront l'industrie dans le futur.

- Rassembler en Europe des masses critiques de chercheurs autour de thèmes bien identifiés et de structurer ainsi la communauté française et européenne pour lui permettre d'être plus préparée à innover dans certains domaines à fort enjeu.
- Inciter le travail collaboratif dans des domaines émergents transdisciplinaire à l'échelle européenne.
- Affirmer et développer le leadership européen sur les domaines des technologies de l'information

Impact espéré

- **Une communauté scientifique française d'excellence reconnue à l'échelle** internationale, engagée sur des thèmes prometteurs correspondants aux nouveaux défis des sciences de l'information et de la communication
- Anticiper les ruptures technologiques dans le domaine des STIC
- Création de communautés de recherche capables d'attirer les meilleurs chercheurs internationaux

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

Il s'agit de mener une recherche d'excellence afin d'attirer et de former les meilleurs chercheurs sur ces domaines et, à terme, de contribuer au leadership industriel. Les retombées économiques de ce programme sont à long terme, et passeront par la mise en œuvre de ses résultats dans des programmes partenariaux. Ce programme est toutefois hautement stratégique puisque qu'il s'agit de se préparer à répondre aux grands défis à dix ans posés par l'évolution probable des STIC : architectures massivement parallèles, fin de la loi de Moore, pervasivité des communications et des traitements, évolutions des usages, passage des systèmes à de très grandes échelles, utilisation des STIC dans le domaine médical, systèmes bio inspirés.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Il s'agit aussi de se donner tous les atouts nécessaires (en termes de savoir faire mais aussi de compétences sur le marché du travail) pour prendre en compte les évolutions technologiques attendues.

Le repositionnement de la recherche nationale au tout premier rang des technologies de rupture dans le domaine des STIC, en lien avec des chercheurs d'autres pays européens, lui donnera une grande visibilité internationale, attirera les meilleurs jeunes chercheurs étrangers, et devrait aboutir à ce que la communauté nationale remporte des prix scientifiques internationaux.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Il y a des enjeux de souveraineté nationale ou européenne évidents : la maîtrise de la production de l'information et de la capacité à y accéder sont devenus de plus en plus stratégiques.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Gestion de l'énergie**

Un des thèmes de ce programme est l'optimisation de la consommation d'énergie dans les objets communicants, dans les processeurs et dans les réseaux, d'une part, en diminuant leur consommation mais aussi en explorant de nouveaux objets communicants capables de s'adapter à leur environnement et capables d'utiliser les ressources d'énergie ambiantes pour leur propre fonctionnement.

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

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Il s'agit de coopérer à l'échelle européenne sur de nouveaux paradigmes et des concepts en rupture et souvent à l'interface de plusieurs disciplines dans le domaine des technologies de l'information et de la communication afin de :

  - Constituer une masse critique de recherche coordonnée dans des domaines identifiés
  - Structurer une communauté européenne d'excellence dans le domaine
  - Partager une vision prospective commune à l'échelle européenne
  - Donner une impulsion significative dans des thèmes ciblés
  - Préparer les ruptures et mutations prévisibles à moyen terme et ceci aussi bien en termes de compétences que de structuration

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets en rupture de type recherche fondamentale ou de recherche industrielle menés en collaboration transnationale

Positionnement par rapport au partenariat

Les projets associent souvent des équipes multidisciplinaires à la frontière de plusieurs disciplines : nanotechnologies, développement matériel, logiciel, physique, biologie, cognition, neurosciences.

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme est ouvert à tous types de partenariat en particulier partenariat public/public, ou public/privé.

- **Participation au financement du programme**

Chaque agence finance la partie de la recherche effectuée dans son pays. L'ANR financera les partenaires français.

Positionnement international

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

En Europe, les thèmes du programme sont très proches et complémentaires du programme FET (Future Emerging Technologies), proactive ainsi que des projets financés dans le cadre de FET Open. Ces thématiques sont aussi abordées dans les parties les plus amont des 5 défis du programme ICT du 7e PCRD.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est un ERA-Net, donc européen par structure, il vise des sujets émergents à développer des communautés de recherche européennes pouvant atteindre rapidement une masse critique.
Ce programme s'articule avec la partie STIC du programme Blanc, les programmes thématiques COSINUS, VERSO, CONTINT, ARPEGE et P3N (Département STIC).

Nanosciences et Nanotechnologies

Programme :
Nanotechnologies et Nanosystèmes et multilatéral européen en NanoSciences

Résumé :
Les Nanosciences et Nanotechnologies se caractérisent par une échelle de longueur : le nanomètre. Elles concernent toutes les disciplines du moment, qu'elles s'adressent à des objets ou à une structuration des objets inférieurs à 100 nm. Ainsi, elles sont le lieu des convergences scientifiques entre disciplines. Elles sont aussi perçues comme étant susceptibles de modifier les industries classiques dans de nombreux secteurs (communication, énergie, santé et environnement) et de faire émerger des domaines applicatifs nouveaux issus de l'intégration technologique. Leur maîtrise est donc la clé de progrès dans ces nombreux domaines avec en particulier une utilisation plus efficace des ressources dont nous disposons. C'est pourquoi elles se développent très rapidement et font l'objet d'investissements importants de la part de nombreux pays à travers leurs programmes de recherche et développement.
Le programme a plusieurs objectifs. Il s'agit d'une part de construire des compétences, des concepts, des instruments et des méthodes qui sous-tendent le développement des nanotechnologies. Ensuite, il s'agit de faire la démonstration de nanodispositifs, de nanosystèmes dotés de nouvelles fonctionnalités. Enfin, il s'agit de renforcer la position stratégique de la France dans les domaines où elle est le mieux positionnée pour intégrer les nanotechnologies dans de futurs produits destinés aux grands secteurs listés ci-dessus tout en répondant aux enjeux de gestion responsable des ressources naturelles, de qualité de vie et de santé.
Il doit également favoriser à la fois l'émergence de nouvelles approches et la production conjointe de savoirs et savoir-faire entre chercheurs académiques et industriels afin d'accélérer l'intégration de ces connaissances dans des dynamiques d'innovation qui permettront dans un contexte de compétition mondiale croissante, une amélioration de l'emploi.

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 -2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** :

Le programme est couplé au programme multilatéral européen sur les Nanosciences qui fait suite à l'ERA-Net NanoSci-ERA. Il est également ouvert à l'international en particulier dans le cadre de l'accord avec la NSF. Les appels internationaux avec la Chine,

le Japon, Taiwan, Singapour, le Mexique, le Chili et le Canada seront ouverts dans le volet international du programme Blanc.

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

Ce programme est la suite au programme P2N (Nanotechnologies et Nanosystèmes) de 2010. Il est issu du programme PNANO qui a évolué depuis 2005 et est devenu P3N en 2009. En 2010, en raison de l'augmentation du budget dans le programme non thématique à hauteur de 50 % du budget de l'agence, les aspects les plus fondamentaux des nanosciences y ont été intégrés.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

D'un point de vue stratégique, le programme P2N se propose de renforcer l'excellence nationale dans le domaine de la micro et nano-ingénierie des technologies de base jusqu'aux systèmes et de rapprocher l'avancée des connaissances du transfert technologique et de l'innovation afin de donner la possibilité aux entreprises françaises d'exploiter les extraordinaires potentialités offertes par le secteur des nanotechnologies. D'un point de vue scientifique, le programme P2N se propose d'exploiter les propriétés et effets apparaissant aux dimensions nanométriques dans des architectures avancées de traitement de l'information et de la communication à savoir :

- développer de nouveaux procédés et de nouvelles technologies
- renforcer le domaine de la nanocaractérisation
- développer la nanosimulation en particulier dans les domaines à fort enjeu applicatif
- faire émerger de nouveaux champs scientifiques autour de l'ingénierie basée sur l'exploitation des propriétés quantiques (en particulier l'intrication ou la maîtrise de la cohérence) et autour de la chimie en milieu confiné
- explorer les applications des micro-nanotechnologies et micro-nanosystèmes dans des domaines où un fort impact est attendu comme la santé, l'énergie et l'environnement dans un contexte de développement responsable
- de prendre en compte les enjeux sociétaux associés au développement des nanosystèmes et d'explorer les aspects relatifs à l'économie et à la régulation des nanotechnologies.

Résultats attendus

L'année 2010 a vu l'édition des bilans des éditions 2005 et 2006 du programme PNANO avec une production scientifique excellente. En 2005, le bilan final fait état de 55 brevets et de nombreuses publications et communications internationales. En 2006, le bilan partiel a permis de dénombrer 40 brevets et plus de 1200 publications et communications internationales. A ces résultats tout à fait satisfaisants, s'ajoutent de nombreux faits marquants essentiellement dans le domaine de la recherche fondamentale même si l'on relève d'excellentes avancées au niveau industriel comme par exemple l'utilisation de la magnétorésistance géante pour des capteurs automobiles, projet qui a obtenu le prix Yves Rocard 2010. Au niveau de la santé, on peut également remarquer la démonstration de l'origine de la cataracte par une technique de nanoimagerie et en instrumentation, le développement d'un spectromètre polarimétrique nano-Raman.

Le renforcement du couplage de la recherche fondamentale avec la recherche technologique au travers de partenariats public/privé s'est traduit par une augmentation du nombre de projets partenariaux dans le domaine de la recherche fondamentale avec un taux passant de 6 à 39 % de 2006 à 2010.
Enfin, compte tenu du caractère transverse du programme et la diffusion des nanotechnologies dans de nombreux domaines applicatifs, il est attendu des retombées dans d'autres programmes de l'agence dans le domaine des STIC, de la santé, de l'environnement, de l'énergie ou encore dans le domaine de l'ingénierie, de la sécurité ou des procédés.

Impact espéré

Des impacts sont attendus dans trois domaines :

- Au niveau des applications, on attend des innovations dans le domaine des STIC, de la nanobiologie et de la nanomédecine, le développement de nouvelles générations de capteurs pour le contrôle et la surveillance de l'environnement, l'exploitation de nouveaux objets ou systèmes pour la maîtrise des enjeux énergétiques.
- De manière plus générale, on espère le renforcement de la compétitivité d'autres secteurs industriels comme la nanoélectronique et le développement d'architectures systèmes ultra miniaturisées « dites intelligentes » qui se traduiront par des gains de compétitivité significatifs pour les entreprises. Ces technologies vont irriguer des domaines comme les transports, la santé, les loisirs, la sécurité où les besoins sont aujourd'hui très importants.
- Enfin, ce programme doit permettre la prise en compte par les communautés de chercheurs, des impacts de ces développements sur la société ainsi que l'étude des besoins sociétaux associés (sur les plans économiques, juridiques, organisationnels, éthiques, etc…).

On s'attend ainsi à une meilleure diffusion des nanotechnologies dans le milieu industriel et sociétal et à l'accélération des mécanismes de création de start-ups ou de développement d'activité de PMEs ou de grands groupes industriels.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Compte tenu du caractère intermédiaire des nanotechnologies entre l'amont et l'applicatif, des retombées sont attendues à travers le savoir faire qu'elles permettent de développer et l'utilisation de nanotechnologies génériques dans de nombreux domaines applicatifs.

Enjeux économiques

Les analystes prévoient des marchés considérables associés aux nanotechnologies si bien que leur maîtrise est indispensable pour rester compétitif.
Les nanotechnologies vont permettre le développement de ces marchés à travers la réalisation de fonctions (calcul, capteur, actionneur,…) demandant moins de matière, moins d'énergie pour plus de complexité et tout ceci à un coût moindre. Le programme contribue à ce développement par des recherches en amont permettant d'identifier les secteurs où ses retombées auront un fort impact. Il favorise ainsi l'émergence rapide de solutions qui présentent les conditions nécessaires de viabilité en termes de choix de matériau, de cycle de vie des produits, d'usage ou d'éthique.

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

Il s'agit ici d'augmenter la valeur d'un produit en lui ajoutant des fonctions nouvelles (calcul, capteur, communication, visualisation) par intégration et de réaliser des fonctions miniaturisées plus performantes et moins coûteuses en raison du meilleur rendement de production dû à leur faible taille. Les applications envisagées autour de l'énergie, de la santé ou de l'environnement doivent bénéficier aux consommateurs en leur offrant de nouveaux services.

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

En termes d'activité économique, il s'agit d'apporter des réponses à des besoins tels que développement durable à travers la création de nouveaux produits à cycle de vie maîtrisés, à faible consommation ou même autosuffisants en énergie, utilisant des procédés de fabrication « doux », permettant de remplacer des matières premières raréfiées, etc…,. Le domaine de la nanoélectronique au sens large mérite une mention particulière du fait de son effet multiplicateur. Ce secteur estimé à près de 300 milliards de dollars va se traduire par des marchés dans le domaine des loisirs, des services, de l'énergie, et de la communication à plus de 6000 milliards de dollars.

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

Le marché prometteur des nanotechnologies est également un enjeu stratégique de compétitivité puisque les performances des composants et des systèmes issus de ces recherches permettront le remplacement de solutions plus anciennes devenues moins performantes et moins rentables économiquement.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Aujourd'hui, la compétition dans le domaine des nanotechnologies est mondiale et des clusters significatifs se forment aux Etats-Unis, en Europe et en Asie. Le bloc asiatique représente un concurrent sérieux car on y relève des taux de croissance élevés en termes de production scientifique et d'innovation et leurs objectifs affichés sont de rivaliser voire de dépasser les autres économies.

Dans le domaine de la nanoélectronique, l'Europe et la France en particulier sont en situation fragile compte tenu de la concentration inéluctable des usines de production du futur et de la concurrence de l'Asie. La stratégie consiste à garder de fortes capacités de R&D dans le domaine et le plus d'unités de production possibles. En revanche, l'Europe et la France ont une position très pertinente dans le domaine des systèmes embarqués et dans le domaine des architectures qui devront être « revisitées » pour tenir compte des nouveaux effets (couplages multi-physiques, quantification de l'énergie, exaltation des champs). Toutes les feuilles de route stratégiques insistent aujourd'hui sur la dimension système voire système de systèmes qu'il faut prendre en compte : un exemple concerne l'introduction de nouvelles fonctionnalités dans les systèmes non seulement dans le domaine numérique mais également dans le domaine analogique car cela donne davantage de souplesse avec moins de consommation énergétique. L'intégration hétérogène de capteurs, actionneurs et dispositifs de traitement de l'information et de la communication doit être particulièrement soutenue car la France, disposant d'une petite avance et d'un tissu de compétences au meilleur niveau

peut jouer dans ce domaine un rôle majeur. D'un point de vue technologique, ces systèmes miniaturisés dits « intelligents » pourront être développés via de nouvelles approches d'intégration hétérogène où beaucoup d'innovations sont attendues et où les produits pourront être développés par des petites et moyennes entreprises à haute technicité beaucoup moins sensibles à la mondialisation et la fuite vers des régions en émergence où le coût du travail est plus faible. Il faut enfin souligner que ces technologies d'intégration système seront duales et concerneront des secteurs stratégiques comme le transport et la défense et qu'il est indispensable de les maîtriser pour notre indépendance politique et économique.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Ce programme mixte est à la fois académique et partenarial. Il exprime la volonté d'augmenter l'efficacité du transfert des connaissances et des technologies et doit conduire à une augmentation des innovations dans le domaine des nanosystèmes. Cela doit se traduire par des créations d'entreprises innovantes et la consolidation des entreprises existantes. A plus long terme, on peut attendre une irrigation des innovations liées aux nanosciences vers des équipementiers et les utilisateurs finaux où les plus-values ne porteront plus uniquement sur les technologies ou les effets physiques mais sur le système final.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Les nanosciences et les nanotechnologies se traduisent par des aspects pluridisciplinaires très marqués à la fois au niveau modélisation, de la simulation, de la fabrication et de la caractérisation. Les jeunes chercheurs et les docteurs qui seront impliqués dans ce programme développeront de nouveaux champs de connaissances, pourront bénéficier aux industriels dont l'intérêt est d'introduire ces technologies dans leurs produits. La formation accordée dans ce domaine doit également leur permettre de créer à terme des entreprises nouvelles.

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

Trois domaines majeurs sont concernés à savoir la santé, l'énergie et l'environnement. Les STIC sont également concernées mais peuvent être considérées comme des intermédiaires entre les nanotechnologies et les domaines applicatifs cités ici. Dans le domaine de la santé, les nouvelles générations de capteurs et d'actionneurs qui seront développés auront un impact sur la médecine préventive, l'e-santé, la modélisation du vivant, la théranostique, les prothèses, la médecine régénérative, l'assistance au geste chirurgical. Dans le domaine de l'environnement, les retombées attendues concernent la prise en compte du cycle de vie des (nano) matériaux, la montée en puissance des besoins de connaissance sur l'impact environnemental des nanomatériaux manufacturés et sa maîtrise, l'étude de la pollution atmosphérique en tirant parti des technologies d'analyse développées pour les nanomatériaux manufacturés et de l'instrumentation croissante (capteurs) de l'environnement, le développement d'écotechnologies tirant parti des nanosciences et nanotechnologies. Enfin, dans le domaine de l'énergie, ce programme doit avoir un impact sur la production/conversion d'énergie, l'amélioration du rendement énergétique des procédés et l'intégration des procédés, les économies d'énergie, incluant les aspects de récupération d'énergie, le stockage de l'énergie. Pour tous ces secteurs, les résultats seront

obtenus directement dans le cadre de ce programme ou à travers un autre appel thématique de l'ANR en particulier dans le secteur biologie et santé, ou, énergie durable et environnement.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les nanotechnologies seront omniprésentes dans les applications défense comme elles le seront dans les applications civiles. Ainsi, ce programme bénéficie aux enjeux de défense et de sécurité à travers les technologies développées ayant des applications duales civiles et militaires.

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

La prise de conscience d'un impact potentiel des nanotechnologies (et des nouvelles technologies en général) sur les évolutions culturelles et comportementales se fait ressentir. Ces aspects seront traités dans un programme dédié de l'agence.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles, pollutions**

Les nanotechnologies doivent concourir à des économies de ressources en utilisant de façon plus efficace les matériaux utilisés dans les composants et les systèmes. Elles doivent également permettre un meilleur contrôle de l'environnement et des outils de production et concourir également de cette façon à une meilleure gestion des ressources naturelles et un moindre impact sur l'environnement.

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

Axes et thèmes des recherches

La programmation en Nanotechnologies et Nanosystèmes se fait dans la continuité de celle des années antérieures mais suit certaines inflexions en particulier dans le but de stimuler l'émergence de nouveaux champs de recherche. Alors que l'étude fondamentale des propriétés et des effets apparaissant aux dimensions nanométriques se fait principalement dans le programme non thématique, le programme P2N a pour objectif d'exploiter ces propriétés et effets nouveaux dans des architectures avancées de traitement de l'information et de la communication et de faire ainsi émerger des innovations les domaines applicatifs.

En 2010 les axes thématiques affichés sont résumés ci-dessous:

Axe 1 - Nouveaux matériaux et technologies de fabrication

- Nouveaux matériaux (nanotubes de carbone, graphène, piézoélectriques, ferroélectriques, ferromagnétiques, high-k, matériaux à changement de phase, …)
- Technologies de fabrication associées (développement des procédés CMOS 22 nm et 16 nm, intégration hybride, procédés de fabrication « propre » au sens environnemental en particulier les technologies de dépôts par jet d'encre utilisant des « nano-encres », techniques de nano-fabrication et nano-structuration en particulier les techniques utilisant les propriétés de bio-inspiration.

Axe 2 - Nanoélectronique-Nanophotonique-NEMS

- Intégration des propriétés des matériaux, des procédés technologiques dans des architectures de composants et de micro et nanosystèmes pour le traitement de l'information
  - architectures de composants pour les noeuds 22 et 16 nm,
  - architectures alternatives et les dispositifs quantiques,
  - composants pour mémoires avancées,
  - composants et microsystèmes organiques,
  - nouvelles générations de capteurs et d'actionneurs,
  - composants à cristaux photoniques, phononiques et métamatériaux,
  - composants pour l'infrarouge et dans le domaine Terahertz.

Axe 3 - Instrumentation-modélisation-simulation

- Développement de nouveaux outils de nanocaractérisation des nanoparticules jusqu'aux nanosystèmes en prenant en compte des aspects de métrologie et de standards. Instrumentation pour la micro et nanocaractérisation optique, mécanique et électrique (in situ et ex situ). Instrumentation basée sur des concepts nouveaux ou récemment développés, comme les atomes froids, l'intrication quantique, la spintronique, les supraconducteurs à haut Tc, le retournement temporel
- Modélisation des propriétés des nano-matériaux, nanoparticules, nanodispositifs et nanosystèmes ainsi que sur les techniques et méthodes de simulation incluant l'utilisation des grandes infrastructures de calcul comme GENCI. Simulation multi-physique et multi-échelle. Simulation de la croissance, des procédés technologiques et des composants incluant les mécanismes de défaillances (des nanomatériaux aux nanosystèmes).

Axe 4 - Nanotechnologies et Nanosystemes pour l'environnement et l'energie

- Matériaux énergétiques ;
- Micro-sources d'énergie (micro-piles, photovoltaïque, récupération d'énergie…) ;
- Dispositifs de stockage de l'énergie ;
- Développement de nano-capteurs pour la surveillance de l'environnement ;
- Développement de composants nanostructurés ayant des applications pour les technologiques de l'environnement.

Axe 5 - Nanotechnologies et Nanosystèmes pour la santé

- Micro et nano-fluidique, la fonctionnalisation de surfaces, de particules et l'interfaçage avec le vivant ;
- Développement de lab-on-chip multi-paramètres ;
- Développement de nouvelles générations de capteurs optiques, magnétiques, mécaniques ou chimiques pour la santé ;
- Nano-imagerie (ou imagerie moléculaire) incluant les nano-traceurs pour l'imagerie biomédicale ;
- Nano-dispositifs et nano-vecteurs pour le transport et d'adressage de substances actives ;
- Conception, fabrication et caractérisation de « nano-biomatériaux intelligents » pour l'ingénierie tissulaire (ex vivo et in situ).

Axe 6 - Dimensions sociales, culturelles et economiques des nanotechnologies

- Dimensions sociales, culturelles et économiques du développement des nanotechnologies et des nano-systèmes.

Pour la période de programmation qui démarre (2011-2013), les inflexions envisagées portent sur les aspects suivants :

En premier lieu, afin d'assurer une meilleure évaluation des projets et de les regrouper au sein de programmes non limités aux dimensions nanométriques des objets, il convient de traiter certains aspects relatifs aux nanosciences dans des appels à projets incluant d'autres technologies :

- Enjeux sociétaux
  L'impact des nanotechnologies sur la société sont perçus comme étant d'une grande importance. Plusieurs axes thématiques se sentent également concernés par cette problématique. Cela conduit l'agence à préparer un appel dédié permettant d'étudier les apports, bénéfices, risques et incertitudes des technologies émergentes en incluant les nanotechnologies. Cette action transverse sera suivie par l'agence afin de mesurer l'impact de cette action au niveau des nanotechnologies. Des aspects spécifiques au programme P2N seront conservés afin de couvrir le champ thématique. En particulier, les projets technologiques présentant des enjeux sociétaux importants devront consacrer une partie de l'effort de recherche sur ces aspects. Les aspects économiques des nanotechnologies et la régulation associée ne devront pas être oubliés et seront traités au sein du programme P2N si nécessaire.
- Analyse et maîtrise des risques
  Ce thème doit prendre en compte une approche globale de la question pour arriver à un développement responsable et maîtrisé des nanotechnologies. Il doit inclure les éléments de toxicologie, d'écotoxicologie, de maîtrise du cycle de vie incluant la traçabilité dans les milieux complexes (homme et environnement notamment), les caractérisations associées à ces différentes questions, la métrologie et la normalisation incluant les aspects de terminologie. L'ensemble de ces enjeux sera incluse dans le programme Contaminants, Ecosystèmes et Santé (CES) de l'agence qui inclut déjà un certain nombre de projets de nanotechnologie et doit être élargi pour prendre en compte l'ensemble des aspects évoqués.
- Les aspects de production des nanomatériaux et des nanopoudres, de plates-formes de mise en œuvre à l'échelle pré-industrielle seront pris en compte dans le programme MatetPro qui inclut déjà l'étude des nanomatériaux. Ce programme étant purement partenarial, les projets purement académiques pourront être pris en compte dans le programme P2N.

En second lieu, l'exploration des applications des micro-nanotechnologies et micro-nanosystèmes dans des domaines où un fort impact est attendu comme la santé, l'énergie et l'environnement dans un contexte de développement responsable seront conservés au sein du programme P2N en spécifiant certaines thématiques afin de se concentrer sur les enjeux les plus essentiels. A titre d'exemple, des ruptures sont attendues des nanosciences et des nanotechnologies sur les défis de génomique, protéomique,

métabolomique, en particulier sur cellules individuelles. La possibilité d'un défi à l'intérieur du programme P2N sur cette thématique est envisagée.
La nanoélectronique au sens large incluant les aspects More Moore, More than Moore, et Beyond CMOS reste au cœur du programme P2N en se concentrant en particulier sur les aspects suivants :

i) Les recherches Beyond CMOS qui sont menées en visant une preuve de concept technologique (pré-intégration technologique),
ii) Les recherches More Moore uniquement en dessous de 22nm,
iii) L'intégration hétérogène des technologies en favorisant le plus possible une approche conjointe des aspects hardware et software,
iv) Le design des composants et systèmes optoélectroniques organiques et/ou flexibles en lien avec les domaines d'utilisation (environnement, santé, fluidique, …),
v) Les technologies de capteurs compte tenu de l'explosion prévue de leurs utilisations. Les aspects "green IT" des composants, systèmes y compris des réseaux sont également à prendre en compte en lien avec les enjeux sur l'environnement.

En troisième lieu, des champs scientifiques nouveaux ont été identifiés sur lesquels il convient de mettre l'accent dès maintenant. Ces champs sont à structurer en favorisant le regroupement d'efforts concertés et le rapprochement entre la communauté académique et les industriels. Il s'agit de l'ingénierie quantique d'une part, basée sur l'exploitation des propriétés quantiques (principalement au sens de l'intrication et de la maîtrise de la cohérence) des électrons, photons, ou phonons pour le développement de nouveaux composants, circuits et applications. D'autre part, la chimie en milieux confinés ouvre de nouvelles perspectives qu'il convient d'explorer en tant que telles.

En dernier lieu, les enjeux de nanosimulation et de nanoinstrumentation. L'explosion de la puissance de calcul et des avancées théoriques laissent clairement entrevoir la perspective de l'expérimentation numérique réaliste et d'une révolution des outils de design. Il est donc important de dédier un soutien à la nanosimulation, de la simulation multi-échelles, multi-physiques au design numérique de matériaux et produits. Ce soutien doit s'accompagner de validation par des efforts de nanocaractérisation ad hoc.
Un défi majeur pour les années à venir concerne le développement de nouvelles techniques de caractérisation aussi bien pour l'élaboration des matériaux que pour la réalisation des composants élémentaires des micro- nano- bio- technologies. Le développement d'une instrumentation scientifique performante est donc un enjeu important.

En conclusion, ces inflexions décrites ci-dessus vont apporter une évolution importante des axes thématiques. Ceux-ci seront finalisés lors du montage de l'appel à projets. Une première idée de structuration pourrait être la suivante :

- Nanosciences et Nanotechnologies pour les éco-technologies incluant le domaine de l'énergie.
- Nanoélectronique incluant les approches More Moore, More than Moore et beyond CMOS (avec en particulier le champ en émergence de l'ingénierie quantique).
- Nanosciences et Nanotechnologies pour la santé et la biologie (et éventuellement l'agro-alimentaire). Un défi sur un thème donné pourra être envisagé.
- Nanofabrication à la précision atomique, nouveaux matériaux tirant parti de l'échelle

nanométrique maîtrisée et chimie en milieux confinés.
- Nanosimulation et modélisation, nanocaractérisation associée.
- Problématiques SHS spécifiques aux nanotechnologies.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les nanosciences et les nanotechnologies concernent toutes les disciplines scientifiques du moment, qu'elles s'adressent à des objets ou une structuration des objets inférieurs à 100 nm. Les nanotechnologies sont par ailleurs perçues comme capables de conditionner un bon nombre de mutations des domaines industriels classiques et l'émergence de nouveaux domaines basés sur l'intégration technologique, en interface avec de nombreux champs scientifiques et technologiques. Le socle défini par les connaissances acquises dans les nanosciences va irriguer les domaines des matériaux, de l'électronique et des systèmes qui vont eux-mêmes alimenter des innovations dans des domaines applicatifs aussi variés que l'énergie et l'environnement, la mobilité et les transports, la santé et la médecine, la construction, la défense et la sécurité, l'éducation et les loisirs et enfin la communication.

Les enjeux auxquels ce programme répond sont :

- Maintenir la France au meilleur niveau dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies dans un contexte de compétition internationale de plus en plus tendu
- Favoriser l'émergence d'idées nouvelles aux frontières des disciplines et conduire ainsi à la fois à des progrès dans les disciplines et à des nouveaux concepts. Permettre la valorisation de ces idées par des publications mais aussi en encourageant la recherche partenariale, le dépôt de brevet et le transfert industriel
- Développer des technologies conduisant à une gestion responsable des ressources naturelles, une meilleure qualité de vie et prendre en compte les questions sociétales liées aux recherches effectuées.

- **Type de recherche**

Le programme couvre des projets de recherche fondamentale, de recherche industrielle et de développement expérimental[41].

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Le programme P2N de 2010 a été cofinancé par la Direction Générale de l'Armement. Ce partenariat sera reconduit en 2011.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est mixte (académique et partenarial) car ces deux formats ont un rôle à jouer. D'une part, les nanotechnologies restent encore un domaine émergent et leur développement doit pouvoir se faire avec des visions d'application à court moyen ou long terme ce qui ne permet pas toujours d'impliquer des partenaires industriels. D'un autre côté, le programme souhaite favoriser le transfert des technologies développées en encourageant l'implication

[41] Ces termes sont définis dans les appels à projets de l'agence.

des partenaires industriels dans les projets. De 2005 à 2010, le taux de projets partenariaux a fortement progressé dans le programme.

Positionnement international

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

Les nanosciences et nanotechnologies donnent lieu à des investissements importants dans de très nombreux pays à travers des programmes dédiés ou non, des centres de recherches et des initiatives politiques, telle la NNI aux Etats-Unis. On assiste à l'émergence de clusters géants, notamment en Asie. Les applications dans le domaine de la santé, des STIC ou du développement durable font l'objet d'un intérêt particulier. Au niveau européen, un plan d'action défini en 2004 identifie 8 objectifs prioritaires. Les programmes NMP, ICT couvrent différents aspects de ces thématiques de même que le programme du JTI ENIAC. Par ailleurs de nombreux pays européens ont des programmes sur cette thématique. L'articulation avec l'Europe se fait à la fois de façon complémentaire et dans une logique de renforcement. D'une part, l'effort national développé dans le cadre du programme P2N permet de renforcer le partenariat en France indépendamment de la politique européenne. En complément, cet effort permet de consolider les équipes nationales et les liens qui s'établissent entre elles afin de leur permettre de mieux accéder à la dimension européenne. Cela est d'autant plus important qu'un déficit de résultats de la France aux appels d'offre européens du 7ème PCRDT a été constaté. Le programme P2N doit permettre aux laboratoires et aux entreprises d'améliorer leur positionnement scientifique et stratégique et d'atteindre le niveau requis pour être mieux à même de réussir aux appels d'offre européens.

- **Caractère international du programme**

L'agence dispose d'accords avec plusieurs agences étrangères qui permettent de lancer des appels communs dans le cadre du programme blanc international. En complément, le programme thématique P2N est ouvert à l'international en particulier avec la NSF. De plus à l'issue de l'ERA-Net NanoSci-ERA, une partie des agences partenaires de cette action (DFG, FOM STW, EPSRC, AKA, FCT) sont intéressées pour lancer un appel coordonné dans le domaine des nanomatériaux pour l'énergie.

Partenariats et Compétitivité

Partenariats et Compétitivité

Les actions dans le domaine « Partenariats et Compétitivité » (P&C) ont pour but de stimuler la recherche partenariale en soutenant toutes les démarches qui, d'une part, contribuent au rapprochement des acteurs de la recherche publique des entreprises et, d'autre part, favorisent l'exploitation des résultats de la recherche et leur valorisation.

En 2011, trois initiatives contribueront à remplir ces deux objectifs :

Dans le cadre du programme Carnot et dans une logique d'ouverture à l'espace européen de la recherche aux instituts de recherche technologique, sera lancé le troisième appel à projets entre les instituts Carnot et les instituts Fraunhofer. Il s'agit du programme « PICF ».

Un nouveau programme de chaires industrielles sera proposé pour rapprocher au plus près les laboratoires et entreprises sur des sujets d'intérêt commun dans une démarche de formation par la recherche et de création de projets collaboratifs.

Dans le cadre du transfert de connaissances et de technologies et de l'exploitation des résultats de recherche le programme Emergence de projets à fort potentiel de valorisation poursuivra sa deuxième édition.

Programme :

Chaires Industrielles

Résumé :
Le programme « Chaires Industrielles » vise à favoriser l'accueil au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche, d'enseignants-chercheurs éminents, français (expatriés ou non) ou étrangers ou le renforcement des meilleurs éléments et des meilleures initiatives développées dans l'enseignement supérieur et la recherche français. Le programme implique une collaboration pérenne entre l'établissement de recherche et des partenaires industriels dans un domaine hautement prioritaire et stratégique pour les parties concernées. La mission de la Chaire Industrielle sera d'une part de réaliser des recherches partenariales à caractère fondamental et appliqué, d'autre part de diffuser les connaissances produites au travers de formations par la recherche.
Les candidatures doivent impérativement être présentées par les établissements d'accueil, en étroite concertation avec les partenaires industriels.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013 - 2014
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme se distingue du programme « Chaires d'excellence » par la nature du partenariat public-privé des chaires industrielles

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme « Chaires Industrielles » constitue un nouveau dispositif de soutien à la recherche partenariale entre établissements de recherche et industriels. La création de ces lieux d'excellence reconnus sur les domaines stratégiques intéressant la recherche industrielle, doit contribuer à la constitution de liens pérennes entre le monde académique et le monde industriel.

Ce programme se donne l'ambition d'attirer les meilleurs enseignants-chercheurs du monde entier vers les centres de recherche nationaux ou de soutenir les meilleurs éléments et les meilleures initiatives développées dans l'enseignement supérieur et la recherche français.

Ces chaires poursuivront des programmes de recherche de grande envergure et d'intérêt stratégique pour l'industrie française. Ce programme vise également le développement d'une formation par la recherche d'excellence aux étudiants des cycles supérieurs, afin qu'ils aient l'opportunité de relever des défis en matière de recherche en étroite collaboration avec l'industrie. Ainsi, la formation par la recherche se fera en interaction entre le monde industriel et académique par exemple sous la forme de stages de recherche ou d'encadrements partagés.

Ce type de programme a tendance à se développer fortement dans les pays industrialisés (Etats-Unis, Japon, Corée du Sud, Chine,…) et l'exemple le plus marquant est probablement le programme de « Professeurs-Chercheurs Industriels » du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie (CRSNG-NSERC) du Canada.

Spécificités du programme

L'aide financière de l'ANR pour le programme « Chaires Industrielles » a une durée de quatre années et est renouvelable. L'aide financière que reçoit la Chaire Industrielle est accordée conjointement par l'ANR et le(s) partenaire(s) industriel(s). Le (ou les) partenaire(s) industriel(s) apporte(nt) une contribution au moins équivalente à celle de l'ANR pendant le mandat de quatre années de ladite Chaire Industrielle.

Les Régions et autres collectivités locales pourront venir compléter l'effort consenti par l'ANR, les partenaires industriels et les établissements, dans le cadre d'accords avec les établissements d'accueil.

L'aide financière de l'ANR est équivalente au salaire d'un professeur de la Chaire Industrielle, ainsi que les charges associées, les coûts relatifs à l'infrastructure, aux outils et instruments de recherche (dans la limite de 400k€) et les dépenses de fonctionnement ou dépenses courantes se rattachant au programme de recherche de la Chaire Industrielle. Dans le cadre de l'Autonomie des Universités, l'établissement d'accueil pourra affecter les ressources directement au salaire mais pourra aussi utiliser ces ressources de la façon la plus efficace possible en termes de recherche. En d'autres termes l'évaluation portera sur l'efficacité du dispositif mis en place, indépendamment des questions de statut ou de salaires

du titulaire de la chaire. Pour prévoir les différents cas possibles, il est envisageable qu'une chaire mise en place par un professeur en surnombre, ou un professeur émérite soit soutenue : le double critère sera toujours le même : l'efficacité de la recherche, en liaison avec la qualité du partenariat industriel.

Le titulaire de la Chaire Industrielle a pour principales responsabilités d'assurer la bonne conduite du programme de recherche et de formation d'étudiants aux cycles supérieurs, ainsi que de personnel hautement qualifié, tout en assumant, selon son statut une charge réduite d'administration et d'enseignement.

Le volume financier (contribution de l'ANR) par Chaire Industrielle pourrait s'élever à 2M€ par Chaire Industrielle et il peut être envisagé de financer, dès 2011, une dizaine de telles chaires.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Outre l'amélioration des conditions d'attractivité des centres de recherche français pour d'éminents enseignants-chercheurs scientifiques reconnus au plan international, ce programme renforcera le potentiel de recherches novatrices et stratégiques dans des domaines considérés prioritaires par l'industrie française.
La formation par la recherche sur ces domaines de pointe, mobilisant les industriels, permettra l'acquisition par les étudiants de compétences scientifiques et technologiques en adéquation avec les besoins des industriels, favorisant donc leur accès à l'emploi.

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

Axes et thèmes des recherches

Le programme chaires industrielles est par nature ouvert à tous les thèmes de recherches. Il reprend l'architecture de la stratégie nationale de recherche et d'innovation et ouvre un axe pour les sujets transversaux :

- Axe thématique 1 : Alimentation, Biotechnologies, Technologies pour la santé
- Axe thématique 2 : Environnement, Ecotechnologies, Energies
- Axe thématique 3 : Information, Communications, Nanotechnologies
- Axe thématique 4 : Autres (Economie, Ingénierie, Sécurité globale …)

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche**

Fondamentale - appliquée – finalisée

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

D'autres organismes, gouvernementaux ou non, peuvent contribuer au financement de la Chaire Industrielle ; toutefois l'ANR ne considère que la contribution des partenaires industriels pour déterminer sa propre contribution.
Les contributions des Régions, dans le cadre d'accords avec les établissements d'accueil, peuvent aussi apporter leur soutien, par exemple par des compléments de rémunération.

- **Type de partenariat de recherche :**

Le partenariat est de type public-privé c'est-à-dire avec au moins un partenaire de type organisme de recherche et un partenaire de type entreprise.

Positionnement international

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

Le programme Chaires industrielles est national. Il s'inspire cependant d'un modèle déjà largement développé sur le continent Nord américain et en particulier au Canada.

- **Caractère international du programme**

Le programme Chaires industrielles est national

Programme :
PICF - Programme Inter Carnot-Fraunhofer

Résumé :
Un appel à propositions bilatéral franco-allemand a été proposé lors du Forum franco-allemand de la Recherche 2008, ouvert aux instituts Carnot côté français et aux instituts Fraunhofer côté allemand.
Suite aux travaux des groupes de travail Carnot-Fraunhofer mis en place lors du Forum et de la réunion entre l'ANR, le MESR et le BMBF du 24 juin à Berlin, les thèmes suivant seront pris en considération : Energie et environnement, sécurité civile, transports, santé et technologies de l'information et de la communication.
L'appel à projets PICF 2011 permettra aux nouveaux instituts Carnot fraîchement labellisés dans le cadre de Carnot II de participer à ce programme.

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2009 – 2010 – 2011
- **Type de programme** : partenarial instituts Carnot-instituts Fraunhofer
- **Dimension internationale du programme** : Programme bilatéral

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le Programme PICF vise à créer un lien pérenne entre les instituts Carnot et les instituts Fraunhofer, en faisant évoluer le programme interne aux instituts Carnot (P2IC version 2007) en un programme bilatéral franco-allemand. Les instituts français et allemands ont identifié des secteurs d'activité stratégiques avec un intérêt particulier pour le monde socio-économique avec lequel ces mêmes instituts s'efforcent de tisser un lien plus étroit dans le but de rendre plus fluide le passage de la recherche à l'innovation et à l'application industrielle.

Résultats attendus

Des projets de recherche industrielle, réunissant des instituts publics et des industriels français et allemands permettent le renforcement des coopérations et du leadership franco-allemand en R&D au niveau européen et mondial.

Impact espéré

Les instituts Carnot, pour la France, ont été labellisés car ils représentent les meilleurs atouts du monde académique pour le développement de la recherche partenariale, tout comme leurs homologues allemands l'ont prouvé depuis leur création après-guerre. Du point de vue des investissements en R&D en Europe, l'Allemagne est en tête, suivie par l'Angleterre et la France. Les instituts Carnot ont beaucoup à apprendre de l'expérience des Fraunhofer et de leur positionnement dans le paysage de la R&D européen. Un rapprochement des instituts Carnot et des instituts Fraunhofer est donc une évidence pour essayer d'atteindre les objectifs de Lisbonne en investissement R&D. La ministre de la recherche a en effet souligné le besoin de renforcer la coopération franco-allemande notamment dans le cadre du programme Carnot II. Selon le rapport « European innovation scoreboard 2006 », l'Allemagne fait partie, avec la Suède, la Finlande, le Japon et le Danemark des pays innovants « leaders », alors que la France , à l'instar des USA, des Pays-Bas , de l'Autriche et de l'Irlande sont des pays « suiveurs ».

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Comme leurs homologues internationaux, les Organisations de Recherche et de Technologie (RTO), les instituts Carnot et les instituts Fraunhofer ont vocation à bâtir des passerelles entre les laboratoires de recherche académique et le monde socio-économique. Le but principal de ces organisations est de rendre la recherche plus accessible aux partenaires industriels en fluidifiant les échanges entre les deux communautés afin d'accéder plus rapidement à des innovations bénéfiques à la société.

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

Le programme Carnot a pour vocation d'aider à améliorer la R&D française, les enjeux de productivité, de compétitivité, de positionnement par rapport à la concurrence internationale. Les évolutions des secteurs doivent être prises en compte dans les stratégies de recherche et de développement de la recherche partenariale des instituts.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Les instituts Carnot sont encouragés à développer les relations partenariales avec les PMEs en régions via les pôles de compétitivité. À part certains instituts fortement décentralisés, la plupart des instituts Carnot ont une assise régionale forte qui devrait contribuer à dynamiser le tissu socio-économique local.
Le programme Carnot vise également, via l'AICArnot, à mutualiser les efforts de recherche sur de grandes thématiques afin de rendre plus visible le dispositif Carnot au niveau national et international. Le rapprochement avec les instituts Fraunhofer, forts d'une histoire de plus de 50 ans, devrait améliorer cette visibilité. Le succès de cette collaboration permettra d'envisager un élargissement à d'autres instituts comme TNO et VTT aux Pays-Bas et en Finlande.

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

L'Allemagne englobe traditionnellement dans une même vision la R&D et l'emploi. Le système français de recherche, qu'il soit académique ou industriel a beaucoup à apprendre de ce modèle. Les objectifs du programme Carnot ne peuvent qu'aider le monde académique français à mieux prendre en compte les attentes du monde socio-économique en matière de formation ce qui devrait avoir un impact positif sur la réussite des jeunes diplômés. Le programme Carnot veut encourager la recherche partenariale, les contrats CIFRE ou industriels pour les jeunes chercheurs notamment par une meilleure reconnaissance et attractivité des métiers de la recherche.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

L'existence du programme franco-allemand entre les instituts technologiques Fraunhofer et les instituts Carnot est un catalyseur d'échanges de moyens humains entre les deux pays. Ce programme est une excellente opportunité d'échange de savoir-faire et de formations.

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

Le but du programme est d'améliorer le passage des idées innovantes aux produits innovants qui seront un bénéfice direct au bien-être de la société et aux questions cruciales émergentes (dépendance énergétique, santé, défis du transport, technologies de la communication, sécurité).

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme couvre les domaines de la santé, du transport et des télécommunications qui sont en lien direct avec tous les aspects de la sécurité civile. Ce dernier point fait l'objet d'un axe identifié comme prioritaire par les deux pays.

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

Les labels Carnot et Fraunhofer permettent d'identifier des structures de recherche capables de collaborer efficacement avec les partenaires socio-économiques et devraient permettre de relier les mondes de la recherche académique et industrielle et d'ainsi offrir de nouvelles opportunités aux jeunes diplômés, ce qui aura pour conséquence de rendre plus attractive les carrières de la recherche au contact des entreprises.

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

Axes et thèmes des recherches

Plusieurs thèmes de recherche ont été sélectionnés suite au Forum franco-allemand de la Recherche 2008 :

- Energie et environnement ;
- Technologies de l'information et de la communication ;
- Transports ;
- Sécurité civile ;
- Santé.

Les projets PICF 2009 et 2010 ont répondu aux 6 thématiques de la manière suivante :

	PICF 2009		**PICF 2010**	
	Thèmes proposés (pour 79 projets)	Thèmes retenus (pour 11 projets)	Thèmes proposés (pour 39 projets)	Thèmes retenus (pour 8 projets)
Energie	17	1	10	2
Environnement	5	1	3	1
STIC	26	4	16	3
Santé	9	2	3	1
Sécurité civile	6	1	4	0
Transports	16	2	3	1

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les instituts Carnot et Fraunhofer ont pour but d'entreprendre des recherches partenariales avec en point de mire des ruptures technologiques et des avancées dans les connaissances en

relation directe avec les besoins de la société. Pour les instituts Carnot, les appels à propositions comme PICF sont davantage tournés vers la recherche partenariale en relation avec le monde socio-économique, alors que l'ANR soutient d'autre part leur ressourcement scientifique à plus long terme via l'abondement annuel calculé sur les recettes de la recherche partenariale.

- **Type de recherche**

Les instituts Carnot sont invités à mettre la recherche partenariale au cœur de leur stratégie tout en n'oubliant pas l'excellence scientifique. Le but du programme Carnot n'est pas de transformer les instituts de recherche en prestataires de service mais plutôt de créer de véritables passerelles entre le monde académique et la sphère socio-économique tout en véhiculant une image d'excellence sur le modèle du MIT. Le programme Carnot encourage fortement les projets transdisciplinaires qui sont le reflet des attentes du monde socio-économique.
Le programme vise donc à faire émerger des projets de recherche en développement pré-compétitif ou en recherche industrielle en excluant la recherche fondamentale.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

La recherche partenariale est au cœur du programme Carnot et du modèle Fraunhofer. Il semble évident que le programme PICF doit être de type collaboratif avec une participation marquée du secteur industriel.
La participation à l'édition 2009 des industriels a été peu importante car il n'était pas prévu d'aide pour les partenaires industriels. L'implication de 10 entreprises comme partenaires ne reflète donc pas réellement l'intérêt des industriels pour les propositions déposées. En effet, de nombreuses lettres de soutien ont été jointes aux différents dossiers et, sur une initiative allemande, des comités de suivi ont été proposés par les consortiums réunissant industriels et chercheurs dans des réunions annuelles. Pour l'édition 2010, avec moitié moins de propositions, on compte 25 partenaires industriels et un nombre conséquent de lettres de soutien. De plus, il a été demandé aux proposants de prévoir la présence d'industriels dans le cadre du suivi dès l'écriture de la proposition.

- **Type de partenariat de recherche**

Le financement sera de type partenariat public-privé. Les pôles de compétitivité français et les clusters allemands seront également concernés du fait des liens étroits tissés avec les instituts, tout comme les PMEs (colonne vertébrale de la R&D allemande et point sensible particulièrement encouragé dans le cadre du programme Carnot). Cependant, nous devons statuer au niveau du comité de pilotage sur la possibilité de labellisation des projets PICF par un pôle , car cela impliquerait que les industriels français du domaine, qui siègent au pôle, soient tenus informés d'un projet franco-allemand sans qu'un mécanisme miroir soit disponible coté allemand.
Le partage des bonnes pratiques avec l'Allemagne qui a toujours su emmener dans ses projets de R&D des PMEs satellites sera particulièrement bénéfique pour les partenaires français.

Positionnement international

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

Le programme Carnot-Fraunhofer sera un véritable moteur franco-allemand situé au cœur des projets européens (PCRD, JTI…) qui devraient logiquement suivre les coopérations initiées par le rapprochement des instituts Carnot et des instituts Fraunhofer et leurs partenaires industriels. L'association européenne des instituts de recherche technologiques (EARTO) est impliquée dans un ERA-Net EARTO's qui a pour objectif de mieux coordonner les recherches entreprises au niveau des instituts de recherche technologiques européens. Les partenaires de cet ERA-Net sont l'Allemagne, la France (MESR et CEA), la Finlande, la Norvège et les Pays-Bas avec le Fraunhofer comme coordinateur. Un rapprochement avec la Finlande (VTT) et les Pays-Bas (TNO) avait été mentionné lors du Forum Franco-Allemand sur la recherche en 2008.

- **Caractère international du programme**

Programme bilatéral avec un financement ANR pour les instituts Carnot et un financement BMBF pour les instituts Fraunhofer. Le programme est ouvert aux partenaires industriels sous condition d'un financement propre. À terme, le programme pourrait s'ouvrir à d'autres pays comme la Finlande ou les Pays-Bas qui possèdent également des structures de recherche identifiées sur le même modèle que les instituts Carnot et Fraunhofer.

Programmes transversaux

Programme :
Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité, Usages

Résumé :
La mondialisation des échanges, le changement climatique et la production accélérée de xénobiotiques et de nouveaux composés de synthèse, accroîssent les risques de **contamination de l'environnement, atteignant les écosystèmes et affectant la santé animale et la santé humaine**. L'utilisation grandissante de diverses molécules biologiques et chimiques (dont les nanomatériaux) ou de facteurs physiques (ondes, champs magnétiques,…), nécessite de mieux appréhender leur détection, leur dynamique dans l'environnement (distribution, accumulation, transformations et biotransformations), leur utilisation (comportements et usages) souvent en mélanges, et leurs impacts sur les écosystèmes et sur la santé animale et humaine.
Le but de ce programme est d'apporter **une meilleure connaissance fondamentale sur les contaminants, sur leurs cycles et transferts entre les différents compartiments des écosystèmes, sur leurs effets sur les écosystèmes et sur la santé humaine et animale**. Sont au cœur de ce programme, les recherches sur des méthodes pertinentes de mesure analytique (métrologie), sur des techniques innovantes de détection des **contaminants** et de leurs produits de transformation, sur le développement de nouveaux outils d'**écotoxicologie** et de **toxicologie** et dans le cas des **effets sur la santé**, sur des études de **physiopathologie**, de biologie fonctionnelle et moléculaire, d'épigénomique et d'**épidémiologie**, que ce soit dans des environnements naturels, urbains ou industriels. Seront aussi privilégiées, les recherches concernant les capacités d'adaptation et/ou de régénération et de défense des écosystèmes (résilience) et des organismes (évolution des seuils d'adaptation et de réponses aux contaminations) exposés à divers contaminants isolés ou en mélanges (multicontaminations), en prenant en compte les questions d'expositions et de comportements (incluant l'évaluation des risques) face aux contaminations. Les recherches sur des méthodes innovantes de **biodépollution**, biotransformations ou biodégradations des contaminants sont aussi intégrées dans ce programme.

Programme nouveau, issu du programme CES

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national

Ce programme contribue à la mise en œuvre du volet recherche défini dans le cadre du *Plan National Santé Environnement* (PNSE), du *Plan national d'action chlordécone,* du *Plan National de*

Réduction des Pesticides (Ecophyto 2018), ainsi que de la mesure 3 « caractériser les risques environnementaux et comportementaux » du plan cancer 2009-2013.

Ce programme est en synergie avec plusieurs actions internationales :

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

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

La mise en place au niveau européen d'un ERA-Net en nanotoxicologie.

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

Les thèmes de recherche abordés dans cet AAP sont complémentaires à ceux figurant dans les éditions 2010 des AAP de l'ANR suivants :

- « changements globaux planétaires » (CEP) ouvert en 2009 pour les aspects liés aux pathologies générées par les changements climatiques
- « Chimie durable et innovation » (CD2I) pour la toxicologie des contaminants en rapport avec la directive REACH
- P3N (nanomatériaux) pour la toxicologie des nanomatériaux
- ALIA pour les contaminations des produits alimentaires (pathogènes, toxines, contaminants chimiques)

Ce programme a pour but :

- de poursuivre la majorité des lignes de recherche des programmes « Santé-Environnement, Santé-travail, SEST » terminé en 2007 et « Contaminants, Ecosystèmes et Santé » terminé en 2010,
- de relayer certains aspects innovants du programme « Biodiversité ».

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- Contribuer à la production de connaissances scientifiques fondamentales sur les domaines liés aux contaminants, aux écosystèmes, à l'environnement et à la santé humaine et animale, en favorisant les **approches interdisciplinaires intégratives** et la mobilisation des différentes disciplines scientifiques concernées par le sujet ;
- Développer la **métrologie** et mettre au point de **nouveaux outils et méthodes de mesure et de modélisation** (notamment prédictive) qui permettent de prendre en compte les **expositions chroniques à faibles doses** et les **multi expositions** dans les différents milieux de vie, de mesurer les phénomènes sur des échelles à court, moyen et long termes, d'identifier les populations à risques. Ces nouveaux modèles expérimentaux et outils méthodologiques prénormatifs seront particulièrement utiles dans les approches **écotoxicologiques et toxicologiques** ;

- Caractériser les modes de **transferts** des contaminants physiques, chimiques et biologiques dans l'environnement et leurs **transformations** et **biotransformations ou biodégradations** dans les écosystèmes, incluant les biodécontaminations ;
- Caractériser les **interactions contaminants-écosystèmes** pour mettre en évidence les facteurs de risque ;
- Appuyer le développement de la **toxicologie et de l'écotoxicologie** ;
- Développer les connaissances sur la caractérisation des **expositions environnementales** (nature, sources), **leurs effets sur la santé**, les maladies associées aux contaminations et les méthodes pour les détecter et les prévenir ; développer l'exploitation et le couplage de **bases de données environnementales et de santé**, à partir de systèmes d'information existants ou à construire ; favoriser les méthodes destinées à renforcer les capacités de veille sanitaire ;
- Développer des recherches sur les capacités de régénération des écosystèmes exposés (**résilience**) et sur l'évolution des **seuils d'adaptation et de réponses** aux contaminants chez des organismes exposés à différentes sources de contamination, incluant les modes de contamination et les usages de contaminants.

Résultats attendus

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

Impact espéré

- Les connaissances génériques acquises pourraient être utilisées pour **constituer une écotoxicologie et une toxicologie prédictives**, et contribuer à la généralisation de l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des innovations technologiques, des méthodes de détection des contaminants et des méthodes de biodécontaminations ou de bioremédiation des environnements contaminés, permettant une protection plus efficace des individus.
- Contribuer aux normes de protection en matière de santé publique et mieux définir les règlements nécessaires. Les connaissances acquises devraient permettre aux pouvoirs publics de constituer **en Europe un espace aux performances avancées en matière de prévention de l'écotoxicité et de la toxicité des produits.**
- Gains importants en matière de coûts de santé publique.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

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

Le programme est central pour mettre en place une information dans le but d'une prévention large des consommateurs et des citoyens face à :

- l'éventuelle toxicité des produits technologiques nouveaux,

- l'émergence de toxicités générées dans le fonctionnement des écosystèmes ; par exemple par les mélanges de substances dans les exutoires, la modification de la toxicité de certaines molécules dans les écosystèmes, …).

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

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

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

Les résultats espérés des recherches de métrologie, notamment dans la mise au point de **méthodes innovantes de détection des contaminants** ou de détection de leurs effets sur la santé devraient permettrent de faire évoluer les normes de contamination et les règlements en matière de protection des consommateurs

Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

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

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Le règlement REACH oblige au renforcement des capacités d'analyse et des capacités d'élaboration de méthodes et outils pour explorer systématiquement et de manière très élargie la toxicité et l'écotoxicité des anciens et nouveaux contaminants dans l'environnement.

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

Le programme est entièrement tourné vers l'accroissement du bien-être des populations dans l'amélioration de la qualité de leur environnement et l'amélioration et la protection des écosystèmes.

- **Enjeux en termes de sécurité**

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

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

Le programme est porteur d'une nouvelle culture technologique liée à la systématisation du principe de précaution. Cette culture devrait déboucher sur l'amélioration de la confiance entre les entreprises, la société et les sciences.

Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Le programme prend en compte la détection et le devenir des contaminants dans les milieux aquatiques et contribue tout particulièrement à l'amélioration de la qualité de la ressource en eau.

- **Ecosystèmes**

Le programme considère tous les types d'écosystèmes soumis à la diffusion, la circulation et la transformation de substances contaminantes, d'agents pathogènes et de vecteurs divers. Comme l'entend le *Millenium Ecosystem Assessment*, il s'agit de comprendre les interrelations entre les écosystèmes et les contaminants : impacts des contaminants sur les écosystèmes et réponses des écosystèmes aux contaminants, en vu de leur protection ou de leur réhabilitation.

- **Pollutions**

Le programme aboutit à donner des bases à la connaissance, la mesure et la prédiction des pollutions dans les divers types d'environnements aquatiques, terrestres, urbains et industriels.

- **Risques naturels et risques industriels**

Le programme aboutit à donner des bases à la connaissance, la mesure et la prédiction de façon à permettre l'anticipation des risques de contamination principalement industrielle.

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

Axes et thèmes des recherches

Ce programme s'articulera autour de cinq thèmes de recherche :

1 Métrologie : Détection et caractérisation des contaminants en vue de l'identification du caractère toxique

- Caractérisation et biodisponibilité des contaminants physiques (rayonnements ionisants et non ionisants, ondes sonores, champs magnétiques, radio-fréquences), particulaires (nanomatériaux), organiques (phytosanitaires, polluants, organiques persistants, hydrocarbures, biocides, médicaments,…), métalliques (mercure, plomb, cadmium, cuivre…), biologiques (matières organiques fermentescibles, toxines, génomes d'OGM) ;

- Développement de nouvelles méthodologies expérimentales pour la détection, la mesure des contaminants (technologie analytique, capteurs), la modélisation de l'évolution des substances, de leur spéciation et leur état ;
- Méthodes innovantes pour la caractérisation des produits en traces et des mélanges de contaminants) ;
- Mouvelles méthodologies d'identification de nouveaux marqueurs d'exposition et d'effet ;
- Caractérisation de la réactivité du contaminant initial, des produits de dégradation et des interactions.

2 Contaminants et Santé :

2.1. Santé des populations et des écosystèmes : impacts des contaminants et réponses des écosystèmes

- Fonctionnements des milieux et leur évolution incluant les effets des contaminants sur les composantes des écosystèmes (écotoxicologie) : impacts sur les activités fonctionnelles, impacts sur la biodiversité… ;
- Ecotoxicité : altérations somatiques, effets sur les populations, sur les habitats, sur les chaînes trophiques, sur la structure et dynamique des communautés, sur les biocénoses… ;
- Devenir et transformation des contaminants dans l'environnement ; bioaccumulations, biotransformations, biodégradations, devenir et effets des produits de biodégradation (métabolites)… ;
- Diffusion et exposition (eau, air, sols, sédiments, faune, flore, alimentation, autres ressources et produits de consommation) ;
- Prolifération des organismes ou micro-organismes potentiellement producteurs de toxines et leur capacité à produire ces toxines en fonction des conditions environnementales ; contaminations ; transfert et transformation des toxines dans l'environnement ; biodisponibilité et exposition des toxines.

2.2. Santé de l'homme et des animaux :

- Compréhension de l'effet des interactions entre les différents facteurs environnementaux et les facteurs comportementaux, sociaux ou génétiques, sur la santé humaine ;
- Etude des intoxications (toxicologie) ;
- Description des mécanismes d'action des contaminants et leur devenir dans l'organisme (toxicologie) : études in vivo et in vitro des pathologies induites à l'échelle moléculaire, cellulaire, tissulaire, organisme :
    - allergies, asthme et maladies respiratoires et cardio-vasculaires,
    - neurotoxicité et maladies neurodégénératives,
    - perturbations endocriniennes,
    - lésion d'organes détoxifiants – rein, foie – altérations germinales,
    - génotoxicité et épigénomique,
    - lésions tumorales et cancérogenèse.
- Détermination des seuils d'exposition (doses-effets), des fenêtres d'exposition et des effets à long terme ;
- Mise au point de marqueurs d'effet et de sensibilité ;

- Etudes épidémiologiques et notamment les multi-expositions à faibles doses et les contaminations chroniques.

3 Adaptabilité :

- Evolution des écosystèmes exposés à des contaminants : évolution des effets ; capacités de régénération des écosystèmes ;
- Capacité de récupération, résilience ;
- Adaptation de la biodiversité ;
- Adaptation des organismes ; évolution des systèmes adaptatifs ;
- Evolution des seuils de réponses chez des organismes soumis de manière chronique à des contaminations à faibles doses et/ou en mélanges ;
- Adaptations physiologiques et génétiques (épigénomiques) ;
- Evolution des capacités de résistance et de détoxification au niveau cellulaire et moléculaire.

4. Usages et comportements ; évaluation des risques :

D'un point de vue transversal, l'avancée des connaissances dans les domaines décrits ci-dessus pourra ouvrir la voie à des recherches prénormatives, notamment dans les domaines écotoxicologiques et toxicologiques.

- Evaluation des risques à travers le recueil des données d'exposition des écosystèmes et des populations (données environnementales, professionnelles…) aux substances, aux agents pathogènes ou aux facteurs environnementaux ; identification des biotopes ou des populations à risque ;
- Etude des risques de santé liés à des expositions chroniques à de faibles doses, à des multi-expositions chroniques, à des paramètres temporels de la relation entre exposition et pathologies (exposition, effets à court, moyen et long termes) ;
- Contribution aux recherches prénormatives et à la veille sanitaire.

5. Modélisation, prédiction, protection :

- Mise au point de modèles prédictifs de l'évolution des contaminations ;
- Développement de méthodes statistiques, de bases de données et d'outils de modélisation dans le but, entre autre, d'aider à la mise en place du règlement européen REACH ;
- Renforcement des études innovantes sur la biodégradation des contaminants dans le but de mettre au point de nouveaux procédés de biodépollution et de protection des écosystèmes.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques et technologiques sont importants :

- Association interdisciplinaire des sciences biologiques et médicales, de la médecine vétérinaire, de la toxicologie, de l'écotoxicologie, de l'épidémiologie, des biostatistiques, de l'écologie, de la chimie et de la physique dans un but de connaissance intégrée des phénomènes et d'aide à la décision publique ;
- Ouverture de l'écologie fonctionnelle aux concepts d'écologie des invasions et des contaminations ;

- Stimulation de la métrologie pour la mise au point d'outils et de méthodes de mesure permettant des gains de productivité dans l'analyse et le diagnostic ;
- Stimulation de la toxicologie et de l'écotoxicologie, disciplines numériquement insuffisamment représentées face aux besoins.

- **Type de recherche**

Exploratoire et fondamentale
Recherche finalisée et appliquée, interdisciplinaire
Développements technologiques éventuels

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Financement ANR et éventuellement de l'INCa dans le cadre du volet recherche du plan Cancer 2009-2013.

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche publique,
Partenariat privé souhaité mais non obligatoire
Pôles de compétitivité

Positionnement international

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

Les communautés scientifiques concernées sont de taille sous-critique pour faire face aux besoins. Or, les mêmes besoins se manifestent en Europe. L'échelle européenne apparaît donc comme l'échelle normale de traitement des questions scientifiques de ce programme. Il devrait donc viser à chercher ses correspondants européens. Des programmes sur les contaminants et leurs effets sur la santé existent dans différents pays en Europe et dans le monde, mais ces programmes sont généralement partiels sur certains contaminants (perturbateurs endocriniens, nanoparticules, …) et n'envisagent leurs effets qu'au niveau écosystémique (écotoxicologie) ou au niveau de la santé (toxicologie), rarement les deux à la fois. Un ERA-Net Nanotoxicology devrait être ouvert en 2011.

Possibilité d'ouvrir un appel à projets spécifique sur l'étude des épigénomes humains dans le domaine des pathologies humaines associées aux contaminants. Cet appel à projets serait ouvert dans le cadre de la participation de la France dans le « consortium international sur l'épigénome humain » (International Human Epigenome Consortium ». Il aurait pour but de financer un ou deux projets ambitieux par an. Une action bilatérale avec l'Allemagne dans ce contexte est envisagée.

Programme transversal :
CEP&S - Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés

Résumé :
L'utilisation anthropique croissante des ressources naturelles induit des changements environnementaux planétaires (CEP) qui ont des impacts sur le climat, les cycles biogéochimiques, la biodiversité animale et végétale ainsi que sur les sociétés humaines (santé, ressources alimentaires, développement socio-économique). L'objectif de ce programme est d'**accélérer les recherches françaises ayant une approche intégrée de ces processus se développant à l'échelle de la planète mais générant notamment des impacts et des enjeux de gestion d'ordres régionaux**. Le programme vise à faire émerger des projets portant sur la mitigation et/ou **l'adaptation aux changements** environnementaux planétaires aux échelles continentales et régionales, dans un contexte nécessitant le renforcement de la multidisciplinarité et de la coopération internationale (le programme agrobiosphère s'intéresse aux échelles locales).
Le programme est actuellement structuré en quatre axes :

- Axe thématique 1 : Les Sociétés et Territoires face aux CEP - Vulnérabilité, **Adaptation** et Mitigation
- Axe thématique 2 : CEP et interactions avec les écosystèmes et leurs biodiversités
- Axe thématique 3 : Ressources naturelles et **sécurité alimentaire** dans le contexte de CEP
- Axe thématique 4 : CEP et effets sur la santé

3ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2009 - 2010 - 2011
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme est transversal aux domaines couverts par les 4 secteurs énergie durable et environnement, écosystèmes et développement durable, biologie-santé et sciences humaines et sociales. Il se positionne à l'interface avec les programmes non thématiques et les programmes thématiques comme « Bâtiments et villes durables », « Contaminants-Ecosystèmes-Santé », « Agrobiosphère », « ECOTECH » et les ERA-Net BIODIVERSA et SEAS-ERA. Le programme CEP&S a été conçu initialement en relai du programme « Vulnérabilité : milieux, climats et sociétés » qui a fait l'objet de trois appels à projets de 2006 à 2008.

Le contenu de ce programme a été élaboré à partir des éléments proposés par l'Atelier de Réflexion Prospective CEP initié en janvier 2009. La structure de l'appel à projets 2010 a été refocalisée pour intégrer les propositions élaborées par l'ARP CEP mettant l'accent sur les enjeux associés aux SHS et par l'ARP ADAGE sur les enjeux de sécurité alimentaire globale.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Les problèmes environnementaux (changement climatique, érosion de la biodiversité, usage intensif de l'eau, pollution chimique, etc…) ont désormais une envergure planétaire, intriqués les uns aux autres par les enveloppes superficielles de la planète (air, eau, sols…) et l'évolution des activités humaines (types de développement, progression démographique, mondialisation des échanges, des changements technologiques et des comportements sociaux). **L'atténuation conjointe des différents CEP ou de l'adaptation des sociétés à leurs impacts devient une question centrale pour les sociétés ainsi qu'un enjeu de recherche majeur.**

Dans ce contexte mondialisé, il est fondamental que les Sciences Sociales et Humaines (SHS) se mobilisent avec les Sciences de la planète, de la matière et de la vie, pour faire évoluer les questionnements scientifiques et les objets de recherche de la prochaine décennie autour du concept de **Global Sustainability Research**[42], développé par l'ICSU[43] autour de son partenariat en sciences du Système Terre (ESSP). Le programme CEP&S vise à mobiliser et intégrer la communauté française dans ce domaine multidisciplinaire, pour prise de leadership européen et international.

Résultats attendus

Le programme vise à faire émerger des projets de recherche systémique, résolument pluridisciplinaires portant sur l'impact, la *mitigation* et/ou l'*adaptation* aux changements environnementaux planétaires. Les échelles intra- à inter-décennales sont privilégiées ainsi que les échelles régionales afin d'être en adéquation avec les enjeux majeurs de gestion des territoires, avec un accent mis sur les zones vulnérables et les zones à potentiel de mitigation.

Les résultats des recherches sont attendus notamment sur :

- **L'évaluation des changements environnementaux planétaires** à l'œuvre et des actions envers ces changements, à différentes échelles et pour différents compartiments du système (écosystèmes et biodiversité, usages et évolution des ressources naturelles, utilisation de l'espace et des territoires, émissions anthropiques, impacts sur la santé, etc.) ;

[42] voir http://www.icsu-visioning.org, résumé schématiquement par 5 grands défis : Améliorer les prévisions des impacts sur les sociétés ; Développer les systèmes d'observations, d'informations et de communications ; Appréhender les situations à risques conduisant à des ruptures ; Analyser le rôle des institutions et des modes de vie ; Développer l'innovation technologique et sociale.

[43] International Council for Science, http://www.icsu.org

- **La conception, le développement et l'évaluation d'outils pluri-disciplinaires de prévision, de projection, et d'indicateurs** notamment de vulnérabilité[44] et de résilience[45] à l'usage de la communauté scientifique ou des instances publiques, en appui notamment de l'élaboration de politiques environnementales françaises ou internationales ;
- **L'analyse des processus de gouvernance** des changements environnementaux planétaires à l'échelle « régionale » et globale.

Impact espéré

1. Mobiliser les compétences françaises sur l'analyse des dimensions humaines, sociales et économiques de la vulnérabilité et de l'adaptabilité des sociétés aux changements environnementaux globaux.
2. Développer les compétences françaises en recherche systémique sur la thématique émergente des sciences du Système Terre, en renforçant notamment la pluridisciplinarité des recherches.
3. Combler le retard relatif à la conception et la mise en œuvre de systèmes d'informations spatialisés dédiés aux changements environnementaux planétaires.
4. Elaborer des outils de modélisation, de méthodes d'évaluation du changement global et des indicateurs à l'usage des acteurs aux échelles globale, régionale, voire locale.
5. Positionner les chercheurs français dans le contexte international de la thématique ESSP afin de renforcer leur participation et leur leadership dans les programmes internationaux et européens, en particulier dans le cadre de la définition de programmations conjointes[46].

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les conséquences des changements environnementaux planétaires commencent à être prises en compte à l'échelle macro-économique. **Leur sous-estimation présente un risque économique majeur** ; par exemple le rapport Stern estime une perte annuelle d'environ 5 % du PIB mondial si l'on n'intègre pas l'adaptation au changement climatique et son atténuation dans la gestion des sociétés. On observe des démarches analogues en matière économique à propos de la biodiversité. L'intrication entre les risques générés par les changements climatiques, l'intensification de l'usage des sols, la consommation intensive de ressources naturelles, l'érosion de la biodiversité, influe désormais fortement sur l'économie mondiale et l'évolution des sociétés.

[44] Cf. définitions en annexe § 7 - Glossaire

[45] Cf. définitions en annexe § 7 - Glossaire

[46] via les mécanismes de JPI Européen ou via des actions multi-latérales au sein de l'IGFA Council of Principals, instance internationale regroupant les principales agences de financement de la recherche sur les CEP.

Ces éléments constituent un champ de recherche à part entière, comme l'évaluation économique de la vulnérabilité ou de l'adaptation des systèmes, ainsi que la gouvernance future des territoires concernés, notamment aux échelles régionale ou mondiale. Le programme est ouvert à ce champ de recherche.

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

Les changements environnementaux planétaires influent bien évidemment sur les zones de création de richesse, la production de ressources (agricoles, forestières, halieutiques, hydrologiques, etc.) mais également sur certains secteurs de la production industrielle par le biais notamment de la disponibilité des ressources naturelles. Les changements environnementaux planétaires et les politiques qui en découlent (ex : limitation des émissions de gaz à effets de serre) peuvent être la cause de tensions majeures à l'échelle internationale, voire intra-européenne.

Une meilleure prise en compte des risques environnementaux par les opérateurs économiques peut conduire à une meilleure organisation d'ensemble et par conséquent, à une amélioration de la productivité et de la compétitivité nationale et internationale.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Sur un plan international, l'acquisition des connaissances obtenues dans le cadre de ce programme a pour objet de renforcer la position française au sein d'instances internationales comme le GIEC[47], le Millenium Ecosystem Assessment[48] (MEA) ou la nouvelle plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES).

Au plan national, le programme s'inscrit notamment **dans le cadre du Plan Climat** 2004-2012 et de la **Stratégie Nationale d'Adaptation au changement climatique** (2006).

Il existe des enjeux environnementaux, économiques et sociaux majeurs dans certaines zones géographiques sensibles, plus particulièrement vulnérables, comme le bassin méditerranéen, les zones (sub)tropicales, arctiques ou côtières pour lesquelles une approche systémique notamment en matière de disponibilité des ressources naturelles, de pression anthropique et de changement climatique, est indispensable pour appréhender l'avenir de ces territoires.

- **Enjeux sociaux et de sécurité**

Les enjeux sociaux, mais également de santé publique, sont fortement concernés par les changements globaux et génèrent des risques sanitaires importants.

Les conséquences des activités anthropiques ne sont plus locales ou régionales mais trans-frontalières et trans-générationnelles, comme l'ont souligné abondamment les récents rapports du GIEC et du MEA. Au centre, demeure une interrogation fondamentale : quelle est la capacité des sociétés à gérer ce système global ? C'est la prise en compte conjointe des contraintes liées à l'adaptation et des contraintes liées à l'atténuation – aujourd'hui traitées de manière indépendante – qui permettra de proposer des stratégies de gouvernance réellement durables.

- **Enjeux écologiques et environnementaux**

Les principaux moteurs de ces perturbations sont la croissance démographique et l'évolution des modes de vie, avec l'utilisation des sols et des ressources marines, l'usage de l'eau et la

[47] http://www.ipcc.ch/

[48] http://www.millenniumassessment.org/

consommation intensive de carbone fossile. Ces impacts perturbent les grands cycles hydrologiques et biogéochimiques à l'échelle planétaire et génèrent des effets combinés dont la nature et l'amplitude constituent le cœur du champ de recherche du programme CEP&S. Si la gestion de ces effets à l'échelle locale commence à être bien maîtrisée, il convient de développer des modèles de risques environnementaux à l'échelle régionale et globale traitant également de la sécurité sanitaire, afin de pouvoir fonder des stratégies politiques de gestion environnementale intégrée sur la base de données fiables et scientifiquement étayées.

- **Ressources naturelles**

La croissance de la population, liée à son développement économique, induit une consommation croissante des ressources naturelles et, de ce fait, entraîne des modifications durables des systèmes (eau, air, sols). Ces activités anthropiques ont des impacts qui peuvent avoir des extensions transfrontalières (ex : gestion de l'eau) ou temporelles (trans-générationnelles) importantes.

L'usage des ressources naturelles renouvelables et l'évolution de notre capacité à les produire nécessite une approche prévisionnelle notamment à l'échelle régionale, afin de développer des politiques de gestion adaptées. Ces politiques devront s'appuyer sur des modèles et des scénarii de disponibilité de ces ressources et de leur capacité de production.

- **Ecosystèmes**

Le programme permettra de mieux analyser les facteurs d'évolution des écosystèmes et de la biodiversité associée face aux changements anthropiques et climatiques, et les mécanismes de rétroaction. L'analyse de la vulnérabilité et les capacités de résilience des écosystèmes naturels et anthropiques face aux changements environnementaux constituent l'un des objectifs scientifiques principaux du programme.

- **Pollutions à longue distance**

Les cycles globaux des gaz à effets de serre, notamment ceux carbonés, sont bien évidemment au centre des problématiques scientifiques, mais également de gestion globale des politiques publiques.

La diffusion des polluants à l'échelle planétaire (ex : polluants émergents, polluants organiques persistants, métaux lourds, aérosols, etc.), leur dispersion, leur accumulation et leurs impacts sur les écosystèmes nécessitent des approches très intégrées pour identifier les niveaux de risques pour les écosystèmes et les hommes. De plus, on maîtrise encore très peu les interactions entre les cycles de ces polluants diffusés à l'échelle planétaire et les changements climatiques et les systèmes de rétroaction entre les politiques environnementales (ex : restriction des usages du Pb ou Hg) et leurs effets planétaires.

- **Risques naturels**

Les changements environnementaux planétaires sont à l'origine d'une évolution de différents **risques naturels** (ex : risque inondations, cyclones, tempêtes, etc.) ou de risques induits (incendies de forêts, etc.). Il reste de nombreuses questions à traiter sur les liens entre notamment le changement climatique et l'augmentation des facteurs de risques naturels.

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

L'identification et la quantification des processus propageant les changements globaux entre les divers milieux du Système Terre, constituent un enjeu scientifique que le programme devra préciser en termes d'objectifs prioritaires. D'autre part, la gestion des territoires à l'échelle « régionale et continentale » reste un enjeu majeur entre des contraintes locales liées au développement socio-économique et les obligations d'une gouvernance intégrée, dans un contexte européen et mondial.

Axes et thèmes des recherches

Le programme vise à faire émerger des **projets portant sur l'impact, la mitigation et/ou l'adaptation à des processus susceptibles d'intervenir à une échelle globale, mais dont les effets peuvent se faire ressentir à l'échelle régionale, voire locale**. Les projets peuvent être soit disciplinaires pour mobiliser des communautés scientifiques encore peu associées à ces enjeux comme les SHS, soit des projets interdisciplinaires pouvant correspondre tant à des phases exploratoires d'idées émergentes que de maturation de projets de recherche systémique ou intégrée.

L'appel à projets 2011 sera précisé sur la base i) des réflexions internationales de l'ICSU vers un renforcement des liens entre recherche sur l'environnement et recherche sur le développement (Global Sustainability Research), ii) de la coopération entre les principales agences et organismes de recherche au sein du IGFA Council of Principal[49] que l'ANR doit rejoindre. Une coopération bi-latérale avec le Royaume-Uni (NERC) est déjà en cours d'investigation.

A ce stade de l'élaboration de l'appel à projets 2011, 4 axes principaux sont proposés :

Axe thématique 1 : Les sociétés et territoires face aux CEP – Vulnérabilité, Adaptation et Mitigation

Il s'agit d'explorer conjointement les vulnérabilités et les risques liés aux changements environnementaux planétaires et aux évolutions sociales, économiques, culturelles et politiques, ainsi que les conditions d'adaptation des sociétés à ces nouvelles contraintes et les potentialités de mitigation.

Questionnements principaux

- Quelles sont les capacités des sociétés humaines pour répondre aux défis posés par les CEP (vulnérabilité, adaptation et mitigation), en tenant compte de l'hétérogénéité des acteurs, des enjeux intra- et inter- générationnels, et des autres contraintes liées notamment aux modes de développement et aux enjeux géopolitiques ?

- Pour les communautés les plus vulnérables aux CEP, quelles stratégies d'évitement, d'adaptation, de transformation, voire d'opportunité, sont pertinentes pour faire face à des ruptures éventuelles ?

[49] Certains co-alignements d'outils programmatiques pourraient être définis dès la réunion de Cape Town d'octobre 2010

Thématiques principales

- Connaissance des populations et des zones à risques
- Adaptation des sociétés et mitigation des CEP
- Rôle des acteurs et gouvernance

Axe thématique 2 : CEP et interactions avec les écosystèmes et leurs biodiversités

Il s'agit de soutenir des projets traitant des interactions réciproques (intégrant les rétroactions), entre la dynamique de la biodiversité et des écosystèmes, les évolutions du climat et des ressources naturelles (eau et sol), et les facteurs socio-économiques associés. Un accent particulier est mis sur le rôle fonctionnel de la biodiversité et sur l'exploitation des ressources vivantes.

Il sera nécessaire de fonder les approches de simulations sur des processus et mécanismes clairement identifiés, de les développer et de les tester à plusieurs échelles temporelles et spatiales, de les paramétrer, de les valider à l'aide de données expérimentales, d'observations longues et d'en produire des indicateurs synthétiques de mitigation et d'adaptation.

Ce thème vise également à évaluer qualitativement et quantitativement les fonctions et services des écosystèmes notamment en fonction de l'usage des surfaces continentales ou des systèmes marins et des contraintes induites par les CEP.

Questionnements principaux

- Fonctionnalité de la biodiversité : Comment caractériser à l'échelle « régionale » et/ou à grande échelle les rôles fonctionnels de la biodiversité, terrestre et marine, et quelles trajectoires d'évolution peuvent conduire à des points de rupture, des ressources ou des services écosystémiques face aux CEP ?

- Réponses aux CEP et à l'exploitation des ressources : Comment la biodiversité des niveaux d'organisations du vivant (organismes, populations, communautés, écosystèmes, …) et leurs interactions est affectée conjointement par les CEP et par leur exploitation ? Inversement, quel est le rôle potentiel de la biodiversité pour l'adaptation ou la mitigation des CEP ?

Thématiques principales

- Développement de systèmes intégrés régionaux d'observation, d'expérimentation, d'analyse et de prévision des interactions entre les CEP et les écosystèmes, continentaux, littoraux ou marins, notamment dans des conditions de (sur)exploitation ;

- Etudes rétrospectives, sur le dernier siècle ou millénaire, de longues séries d'observations ou d'archives illustrant la co-évolution à grande échelle des niveaux d'organisation des écosystèmes et du développement des sociétés humaines ;

- Amélioration de la représentation de la biodiversité terrestre et marine, et de ses grandes fonctionnalités, dans les modèles « Système Terre » dans une perspective de mitigation et d'adaptation des activités humaines.

Axe thématique 3 : Ressources naturelles et sécurité alimentaire dans le contexte des CEP

A l'horizon 2050, le défi est de nourrir 9 milliards d'humains, et plus globalement d'assurer leur bien-être. La finitude et l'inégale répartition des ressources vivantes (continentales et

marines), en eau et en sol posent l'enjeu spécifique d'optimiser l'usage des services écosystémiques d'approvisionnement (au sens du Millenium Ecosystem Assessment) tout en préservant les services écosystémiques de renouvellement fournis par l'environnement (épuration de l'eau, épuration de l'air, atténuation des GES, …). Les pressions anthropiques sur les ressources naturelles, en particulier l'eau et les sols, s'exercent et s'exerceront de plus en plus à des fins de production alimentaire, mais également pour d'autres usages (expansion urbaine, industrie, énergie et à terme chimie verte…).

Dans cette dynamique perturbée par les CEP et soumise à la mondialisation des marchés, dans un contexte hétérogène des droits du sol et des politiques agricole, industrielle ou urbaine, les questions de la sécurité alimentaire, de la disponibilité et de la qualité des ressources en eau et en sol deviennent cruciales.

Les projets pourront aborder certaines de ces grandes problématiques à l'échelle de systèmes de références géographiques adaptés.

Questionnements principaux

- Comment la production sera-t-elle favorisée, affectée ou redistribuée par les CEP à l'œuvre (climat, qualité et quantité d'eau, qualité des sols et de l'air, facteurs épidémiologiques, …) s'ajoutant aux pressions anthropiques directes liées aux évolutions des usages, pratiques et conflits ?

- Comment accroître la production mondiale de nourriture pour répondre aux besoins au cours du prochain demi-siècle, tout en préservant la biodiversité et les services écosystémiques, et en réduisant les effets des CEP (qualité des eaux et des sols, stockage de carbone, bioénergies …) ?

- Comment scénariser les effets climatiques directs et indirects de l'adaptation et de la mitigation ? les coûts économiques et énergétiques ? les risques, inerties et flexibilités dans l'usage des terres ? Quels outils et quels indicateurs ?

Thématiques principales

- Adaptation, ressources en eau et en sols, stratégie de gestion durable
- Interactions entre adaptation, atténuation, utilisations des terres et productions à vocation alimentaire ou non alimentaire
- Impacts sur les filières et sur la sécurité alimentaire

Axe thématique 4 : CEP et effets sur la santé

Il s'agit à la fois de mieux caractériser les changements environnementaux planétaires ayant des impacts directs ou indirects sur la santé, ou qui sont susceptibles d'en avoir dans les décennies à venir. Il s'agit également de qualifier les impacts et de déterminer la part spécifique des changements environnementaux planétaires par rapport aux autres déterminants de santé, qu'ils soient comportementaux, sociaux ou génétiques. Les recherches pourront s'adosser aux différents programmes lancés ces dernières années au niveau international.

Questionnements principaux

- Quels sont les composantes des CEP qui sont susceptibles d'avoir des effets sur la santé humaine et de quelle nature ?

- Adaptations : Quelles sont les réponses que les sociétés peuvent mettre en place pour réduire les effets néfastes des CEP sur la santé humaine ?

Thématiques principales

- Évaluation des facteurs susceptibles d'avoir un impact sur la santé
- Populations et zones à risques
- Dynamique des maladies transmissibles et changements environnementaux

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les thématiques couvertes par le programme CEP&S sont très vastes, c'est pourquoi la structuration du programme est volontairement proche de l'interface avec les grands programmes internationaux de l'ICSU qui s'articulent au sein de l'ESSP. Il s'agit d'agréger les communautés scientifiques concernées à l'interface de ces thématiques principales, et d'afficher une visibilité internationale forte du programme CEP&S vis-à-vis de ces programmes internationaux. La mobilisation importante entre les éditions 2009 et 2010 indique un fort potentiel de la communauté française.

Le programme vise à répondre à 3 niveaux de besoins :

- **Scientifiques** (accroissement dans les connaissances de phénomènes complexes, non linéaires, à seuils, couplés avec boucles de rétroactions, ...),

- **Méthodologiques** (conduite d'actions transdisciplinaires, changements d'échelle, upscaling, downscaling et transferts d'échelles, estimation / réduction des incertitudes des processus et de leur propagation, développement d'indicateurs),

- **Finalisés** (évaluation d'actions, bases de connaissances, outils d'appui aux politiques publiques).

- **Type de recherche**

Le programme se positionne essentiellement sur des recherches exploratoires, mais il intègre également des éléments de recherche finalisée partenariale avec des industriels, des bureaux d'études et des collectivités territoriales. Le programme nécessite de conduire des études intégrées interdisciplinaires avec notamment une association étroite des sciences humaines et sociales aux sciences de la Planète, de la matière et de la vie.

Les aspects finalisés de la recherche auront pour objet d'élaborer des bases de connaissance et des outils d'appui aux politiques de gestion à l'échelle régionale des territoires.

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera seule ce programme.

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche ouverte et partenariale (mixte).

Les partenariats avec des collectivités territoriales, des établissements publics collecteurs et gestionnaires de données, des bureaux d'études, des compagnies d'assurances, des collectivités territoriales, des ONG sont recherchés.

Positionnement international

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

Le concept transversal de ce programme est relativement innovant par rapport aux autres programmes analogues portant essentiellement sur les questions des impacts ou de l'adaptation au changement climatique. Les programmes internationaux de l'ICSU sur les CEP sont articulés au sein du Earth System Science Partnership (ESSP) visant à fédérer les quatre grands programmes thématiques sur l'étude du changement global, à savoir le programme sur le climat (WCRP), la biosphère-géosphère (IGBP), la biodiversité (DIVERSITAS) et la dimension humaine (IHDP). Le programme CEP&S vise à représenter la contribution française à ESSP. L'interface est assurée en coordination avec le Comité National Français pour le Changement Global, correspondant académique français des programmes de l'ICSU.

- **Caractère international du programme**

Programme bilatéral avec le Brésil depuis 2009, et envisagé avec le Royaume-Uni (NERC) en 2011

De part son essence, le programme CEP&S est destiné à nouer des partenariats internationaux. Il est à noter que le Royaume-Uni (NERC), l'Allemagne (BMBF) et les USA (NSF) sont en train de concevoir des programmes analogues sur une base nationale avec une volonté de co-aligner certains outils programmatiques sur les thématiques émergentes du domaine via la mise en place de l'IGFA Council of Principals. Il est stratégique pour l'ANR de rejoindre cette instance internationale de coopération entre les principales agences et organismes de recherche du domaine, le programme CEP&S lui donnant sa légitimité.

Le programme est ouvert à des consortiums internationaux et notamment des équipes des Pays du Sud. L'appel à projets 2009 est déjà ouvert à des projets franco-brésiliens, celui de 2011 pourrait être ouvert à des franco-britanniques en partenariat avec le NERC.

Programme :
Emergence de projets à fort potentiel de valorisation (EMERGENCE)

Résumé :
Le programme Emergence vise à sélectionner et financer des projets issus d'organismes de recherche ayant un fort potentiel de valorisation ou un impact sociétal fort, afin de faciliter et d'accélérer le développement des produits des technologies ou de services et permettre leur valorisation (cession ou licence de brevet, partenariat industriel, création d'entreprise) à l'issue du projet.
Le programme couvre l'ensemble des domaines de recherche. Les structures de valorisation des organismes de recherche ou des universités seront partenaires des projets afin de les accompagner dans leur processus de valorisation.

2ème édition du programme

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2010 - 2011 - 2012
- **Type de programme** : Ouvert exclusivement aux partenaires publics
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Le programme Emergence est l'extension à l'ensemble des thématiques de l'agence du programme Emergence de projets à fort potentiel de valorisation dans les biotechnologies et les technologies de la santé, mené de 2005 à 2009.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Ce programme a pour principal objectif de promouvoir la valorisation des résultats de la recherche publique en finançant dans les laboratoires la « preuve de concept académique » afin d'aboutir à la valorisation effective du projet à l'issue du financement.

Ce programme a également comme objectifs secondaires :

- De développer la culture de valorisation dans les organismes publics de recherche et les universités en donnant le temps et les moyens nécessaires aux chercheurs,
- De professionnaliser les structures de valorisation des organismes publics de recherche et des universités qui seront partenaires des projets afin de les accompagner dans leur valorisation.

Résultats attendus

A court terme, la réussite d'un projet « Emergence » sera évaluée à travers les éléments de valorisation réalisés à l'issue du financement des projets. Ces éléments pourront être soit :

- un partenariat industriel pour continuer le développement du produit ou de la technologie,
- le dépôt de nouveaux brevets en vue de consolider la propriété intellectuelle attenante au procédé développé,
- une cession ou licence du brevet à une entreprise,
- le développement et la commercialisation d'un savoir faire spécifique (modèles, procédés technologiques non brevetés…),
- la création d'une jeune entreprise dont l'activité sera basée sur l'exploitation des résultats (des brevets) à valoriser.

A plus long terme, l'objectif d'un projet « Emergence » rejoint celui des projets financés dans les AAP partenariaux de l'ANR avec le développement de produits, de services ou de technologies contribuant à un saut ou une rupture technologique, et répondant à un besoin du marché ou à un besoin sociétal.

Impact espéré

- L'augmentation du nombre d'entreprises de type « spin off » issues des organismes de recherche et des universités créées pour exploiter les résultats des projets financés dans ce programme. Dans ce cadre, une attention particulière pourra être portée sur le devenir des entreprises qui sont sélectionnées dans le cadre du concours de création d'entreprise de technologie innovante.
- L'augmentation du nombre de contrats de cession ou de licence des brevets issus des projets sélectionnés dans le cadre du programme.
- L'amélioration des conditions de cession ou de licence (montant du paiement initial, de la redevance…).
- L'augmentation du nombre de partenariats industriels mis en place pour continuer le développement du produit ou de la technologie à la fin du financement du projet.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Le programme Emergence a pour ambition de créer de la valeur économique à partir de la valorisation de projets de recherche académique. Les livrables attendus du programme émergence sont la création de brevets, la cession de licences, le développement de collaborations avec des entreprises sous forme contractuelle ou partenariale, ou la création d'entreprises innovantes et éventuellement la commercialisation d'un savoir-faire spécifique.

D'une manière générale, la valorisation des résultats de la recherche doit permettre à moyen terme l'augmentation des revenus des organismes de recherche et des universités et l'amélioration des transferts de connaissances et de technologies du monde académique vers le monde industriel.

Ce programme doit renforcer l'entrepreneuriat innovant, en permettant aux jeunes pousses issues de la recherche académique d'être lancées dans de meilleures conditions. Il s'agit ici de faciliter l'investissement dans les nouvelles technologies de rupture comportant une part de risque, et de donner accès aux industriels à des technologies validées.

Enfin, le programme Emergence cherche à contribuer à la production d'innovations de service, pouvant être issues notamment des disciplines des sciences économiques et humaines.

Enjeux sociaux et pour la société

Le programme Emergence repose sur la valorisation de recherche dans des secteurs particulièrement attractifs comme :

- les biotechnologies, les technologies de la santé et l'alimentation
- le secteur des technologies de l'information et de la communication et le secteur des technologies « propres »
- le secteur des écotechnologies et des nouvelles technologies de l'énergie, lesquelles sont aujourd'hui mises en priorité par le Grenelle de l'environnement.

Le programme Emergence dans sa configuration précédente (uniquement ouvert aux biotechnologies) a déjà obtenu des résultats positifs dans le domaine des biotechnologies avec 66 % des projets financés en 2005 ayant donné lieu à une valorisation réussie des résultats obtenus. L'ouverture de cette initiative à d'autres secteurs scientifiques démultipliera le potentiel d'impact du programme.

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

Axes et thèmes des recherches

Le programme est structuré en quatre axes qui répondent aux grandes priorités de la stratégie nationale de recherche et d'innovation :

- Axe thématique 1 : Alimentation, Biotechnologies, Technologies pour la santé
- Axe thématique 2 : Environnement, Ecotechnologies, Energies
- Axe thématique 3 : Information, Communications, Nanotechnologies
- Axe thématique 4 : Autres (Economie, Ingénierie, Sécurité globale …)

Positionnement scientifique et technologique

- **Type de recherche**

Recherche industrielle

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

ANR exclusivement

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public-public uniquement

- **Positionnement international**

Progamme national

Programme :
ASTRID – Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense

Résumé :
Ce nouveau programme ASTRID prend le relais du dispositif interne « REI » de recherche exploratoire et innovation de la DGA, Direction générale de l'armement. Tout en renforçant le partenariat avec l'ANR, ce nouveau programme financé entièrement par la DGA donnera une meilleure visibilité et efficacité aux actions de soutien des travaux de recherche et d'innovation à finalité duale auprès de la communauté nationale scientifique et industrielle.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le partenariat de la DGA avec l'ANR porte déjà sur un cofinancement des programmes suivants :

- CSOSG « Concepts systèmes et outils pour la sécurité globale »
- « Nanotechnologies, Nanosystèmes
- Stock-E « Stockage innovant de l'énergie »
- TECSAN « Technologies pour la santé et l'autonomie »
- CD2I « Chimie durable – Industries – Innovation »
- Au sein de CONTINT « Contenus et Interactions », *le défi REPERE* « Multimedia : Reconnaissance de personnes dans des émissions audiovisuelles » et *le défi CAROTTE* « Cartographie par robot d'un territoire »

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

Le programme ASTRID vise à :

- stimuler l'ouverture de voies nouvelles de recherches et à maintenir l'effort d'innovation sur des thèmes d'intérêt pour la Défense en cohérence avec les orientations affichées dans le document de politique et d'objectifs scientifiques (POS) de la DGA,
- explorer des points durs scientifiques ou techniques en favorisant le développement des compétences et l'identification de ruptures technologiques.

Résultats attendus

Identification de ruptures potentielles qui sont sources d'innovations bénéfiques à la Défense ainsi qu'à la Recherche et l'Industrie.

Impact espéré

La majorité des travaux relevant de ce programme présentent un caractère dual, c'est-à-dire intéressant à la fois les applications militaires et civiles. Le soutien de ces actions permettra :
- d'apporter une solution potentielle à un besoin de défense exprimé
- de conforter l'excellence et la compétence d'équipes pour se maintenir au meilleur niveau et être prêt à répondre aux différents enjeux qui peuvent se présenter au sein de la société civile
- d'assurer le maintien et la création de nouvelles activités industrielles, tout particulièrement dans le domaine des hautes technologies, secteur essentiel pour les activités de défense.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Les actions menées dans ce programme permettront de renforcer les partenariats recherche/industrie en rapprochant tout particulièrement les PMEs des laboratoires de recherche et de faciliter ainsi les transferts de technologies à venir. La levée attendue des points durs sur une thématique de recherche à l'issue d'un projet soutenu permettra plus facilement aux industriels d'intégrer ces résultats dans leurs systèmes. En effet, sans la démonstration du concept que permet le financement d'une telle action, le maître d'œuvre s'investit rarement dans ces nouvelles voies, évaluant le risque trop important pour lui.

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

Les nouvelles technologies aujourd'hui permettent de :

- fiabiliser les performances par exemple au niveau des capteurs, actionneurs, micro et nanosystèmes,
- de créer des processus de fabrication en masse,
- d'apporter des fonctionnalités supplémentaires nouvelles et à ce titre, ces nouvelles technologies peuvent être sources de gains et de baisses de coût de production.

Ces nouvelles technologies sont aussi *créatrices de services*. Citons à titre d'exemple, les recherches menées pour la Défense dans les secteurs des télécommunications, de la navigation, de la santé,…

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Tout en répondant à une problématique forte de Défense, l'appui apporté par ce programme peut permettre à un industriel de maintenir et de renforcer sa compétence sur le territoire national et de lui donner ainsi les moyens de résister aux tentatives de transfert de son activité vers un opérateur étranger. Ce programme pourra également soutenir des technologies à fort enjeu de souveraineté nationale.

Enjeux sociaux et pour la société

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

Les domaines de recherches, objet de ce programme, présentés au §3 montrent que les activités couvrent un spectre très large et de ce fait peuvent avoir un impact sur le bien-être social. A titre d'exemple, les actions de robotique peuvent intéresser la domotique. Les recherches en télésanté peuvent aussi concerner le secteur médical civil. Il en est de même pour les télécommunications (mise en place de réseaux mobiles en cas d'urgence,..), les sciences cognitives et l'ergonomie.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme ASTRID, dont le financement provient entièrement de la Direction générale de l'armement répond à l'ensemble des problématiques de Défense qui sont distinctes des problématiques de sécurité publique et civile. Cependant, un certain nombre de technologies dans leur phase de conception les plus amont sont susceptibles de satisfaire des besoins de sécurité.

Enjeux écologiques et environnementaux

Bien que fortement duale, la recherche liée à la thématique de recherche « Développement Durable » correspond à un enjeu essentiel dans la politique de Défense en matière d'adaptation aux nouvelles réglementations en vigueur tant au niveau national qu'au niveau européen. Ces actions sont de nature pluridisciplinaires et se présentent comme transversales aux domaines scientifiques décrits au § 3.
Les actions menées au sein de la DGA permettent de limiter autant que possible les dérogations (exemptions) « Défense », tout en se préoccupant de la mise en œuvre et de la disponibilité de composés de substitution. Cette limitation entre donc dans le cadre d'un positionnement d'anticipation vis-à-vis principalement des substances « interdites » (élimination des toxiques) mais aussi de celles qui vont disparaître du marché, de par le simple mécanisme de l'offre et de la demande.

A titre d'exemple sont ainsi concernés les actions suivantes :

- **Substitution des matériaux et composés**

Avec l'application d'interdictions déjà spécifiées et la mise en place du règlement européen REACH (Registration Evaluation Autorisation of CHemicals), portant sur la fabrication, l'utilisation et l'importation de certains composés toxiques, la substitution de ces matériaux

et composés dans les matériels de Défense devient indispensable. Cette thématique se propose de favoriser les recherches portant sur les matériaux alternatifs et innovants et sur leur éco-compatibilité, à moyen et long terme.

- **Déchets et substances dangereuses**

Cette thématique recouvre principalement les thèmes de la décontamination et de la dépollution, aussi bien du point de vue des procédés que des applications.

- **Raréfaction des ressources énergétiques**

La raréfaction et donc l'augmentation du coût des ressources énergétiques nécessitent la réduction de la consommation en énergies fossiles, le stockage de l'énergie, principalement électrique, et le développement des énergies renouvelables. Un des objectifs majeurs de cette thématique pour la Défense est le développement de sources d'énergie isolées et complètement autonomes (alimentation de capteurs, systèmes installés en milieu hostile et difficile d'accès, vêtements auto-chauffants, etc.).

- **Études d'impacts environnementaux et sanitaires pour toute nouvelle étude**

Considérant le « principe de précaution », et suivant les recommandations du Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDDEM), cette thématique d'étude des impacts environnementaux correspond à un volet « environnemental et sanitaire », associé au développement des technologies telles que les nanotechnologies (axe pluridisciplinaire du POS) et les biotechnologies.
Les problèmes (pollution, risques) associés aux nouvelles technologies sont traités de la même manière que toutes les autres activités scientifiques, technologiques, industrielles.

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

Axes et thèmes des recherches

Les axes et thèmes de recherches sont définis par la DGA dans le document de politique et d'orientations scientifiques.
Les activités scientifiques sont ainsi répertoriées selon les 9 domaines suivants :

Ingéniérie de l'information et robotique

Ce domaine recouvre 4 thèmes :

- Transport de l'information. Traitement du signal, communications, sécurité informatique, cryptologie, réseaux de capteurs.
- Traitement de l'information. Nouvelles modalités d'imagerie, analyse d'images, traitement de la vidéo, perception (fusion, inférence, apprentissage, analyse de scènes, architecture de traitement), traitement du langage et des documents écrits, évaluation des traitements.
- Modélisation, analyse et optimisation de systèmes. Systèmes de systèmes, systèmes complexes à logiciel prépondérant, vérification des systèmes, systèmes embarqués – informatique : systèmes distribués, sûreté des langages de programmation, calcul intensif. Modélisation boîte noire / boîte grise.

- Commande de systèmes. Planification et allocation, commande, robotique, systèmes évolutifs

Fluides, structures

Le domaine recouvre les thèmes suivants :

- Physique et mécanique des solides : Fiabilité des structures sollicitées en fatigue : conception et suivi en service ; chargements globaux et locaux, sollicitations dynamiques complexe ; prévision et réduction de phénomènes vibratoires.
- Physique et mécanique des fluides : Nouveaux écoulements aérodynamiques et hydrodynamiques instationnaires complexes ; propriétés locales d'écoulements : couche limite, turbulence, instabilités, contrôle… ; signatures d'écoulements.
- Transferts thermiques, énergétique, écoulements réactifs : Sources d'énergie innovantes et systèmes propulsifs associés ; écoulements turbulents réactifs multiphasiques instationnaires ; combustion des moteurs : rendement, contrôle d'instabilités, réduction des signatures ; explosions, incendies.

Ondes acoustiques et radioélectriques

Ce domaine traite de l'acoustique et de l'électromagnétisme.
Il s'étend de quelques Hz à la limite du THz. Son spectre ne couvre pas le domaine optique.
Le domaine s'intéresse aux techniques et technologies appliquées :

- aux communications
- à la détection (radar, sonar)
- au guidage et à la navigation
- à l'imagerie
- à la guerre électronique
- aux agressions et armes électromagnétiques
- à la compatibilité électromagnétique

Nanotechnologies

Le domaine recouvre les thèmes suivants :

- Nanotechnologies appliquées à l'électronique
- Micro sources d'énergie
- Composants et circuits haute fréquence
- Matériaux et substrats
- Technologies et procédés de fabrication, d'hybridation et d'intégration
- Packaging, fiabilité, obsolescence

Photonique

Le domaine Photonique couvre les technologies relatives à l'utilisation de rayonnements électromagnétiques depuis les ondes THz jusqu'aux rayons γ :

- sources,
- détecteurs,
- fibres optiques,
- systèmes d'imagerie,
- techniques de spectroscopie,
- métrologie temps-fréquence,
- senseurs inertiels,

- plasmonique,
- métamatériaux

Matériaux, chimie et énergie

Ce domaine recouvre les thèmes suivants :

- Matériaux pour les structures, les protections et la pénétration. Matériaux pour applications thermostructurales et réfractaires.
- Matériaux fonctionnels avancés passifs, actifs ou intelligents. Matériaux à fonctions particulières : diélectriques, électromagnétiques, optiques, thermooptiques, piézoélectriques, acoustique.
- Matériaux et Chimie pour des systèmes anticorrosion éco-compatibles, procédés pour la dépollution et la décontamination.
- Matériaux pour le génie électrique et le stockage d'énergie. Matériaux pour les condensateurs et supercondensateurs.
- Matériaux énergétiques pour la propulsion (ergols, propergols solides et liquides), détonique (composés pyrotechniques). Matériaux pour le stockage de l'hydrogène.

Biologie et biotechnologies

Le domaine biologie traite de la menace nucléaire, radiologique, biologique et chimique (NRBC) et de la recherche en biologie pouvant présenter un intérêt particulier pour la défense. Les objectifs principaux se déclinent en quatre thèmes :

- Analyse et évaluation du risque
  - Connaissance des agents
  - Filière de la preuve, lutte contre la prolifération
- Détection, identification, diagnostic très précoce
  - Collecte et analyse d'échantillons de terrain
  - Mise en évidence d'une infection (notamment avant apparition de symptômes)
- Protection collective et individuelle des matériels et personnels
  - Décontamination, contrôle de contamination (levée de risque)
- Contre-mesures médicales (prophylactiques ou thérapeutiques)

Hommes et systèmes

Le domaine concerne la prise en compte de la composante humaine dans les systèmes de défense. Il recouvre plus particulièrement :

- La protection de l'opérateur contre les contraintes environnementales ;
- Le maintien de la capacité opérationnelle ;
- Le soutien médical des forces en opération ;
- Les interfaces homme-système (IHM) ;
- L'homme comme acteur systémique.

Environnement et géosciences

Le domaine couvre les activités de recherche suivantes :

- Domaine océanique :
  - Bathymétrie, gravimétrie et géomagnétisme ;
  - Géologie marine et océanographie acoustique ;
  - Circulation océanique ;

    - Houle et modélisation des états de la mer ;
    - Biochimie marine.
- Météorologie et physique de l'atmosphère :
    - La prévision de phénomènes atmosphériques locaux et de basses couches ;
    - Les systèmes précipitants, rayonnement, nuages, milieux complexes ;
    - Les interactions océans/atmosphère et les aérosols.
- Environnement terrestre :
    - Les sols, avec caractérisation des états de surface ;
    - Les interactions atmosphère/sols/végétation ;
    - Le milieu urbain.
- Géographie numérique – Information géoréférencée.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les orientations scientifiques du POS sont en général issues de préoccupations déjà bien identifiées de la DGA, mais elles concernent aussi des thèmes nouveaux dont l'intérêt pour la Défense est à confirmer. Les horizons d'application peuvent être ouverts au-delà de 2020, ou répondre au besoin plus proche d'une capacité technologique et à l'accompagnement scientifique des Programmes Etudes Amont de la DGA qui y contribuent. L'importance pour la DGA d'une thématique scientifique peut relever de quatre types d'enjeux :

- La thématique, issue d'un besoin capacitaire, opérationnel ou technologique, est déjà identifiée comme prioritaire, voire critique, pour la Défense. Ce besoin est alors explicité dans un document d'orientation et intégré en entrée du POS. Dans ce cas, l'objectif du POS est de résoudre les questions et les défis scientifiques et technologiques posés par cette thématique.
- La thématique fait l'objet d'un bouillonnement au sein de la communauté scientifique et est susceptible d'offrir de fortes potentialités de rupture. Le soutien de la Défense vise dans ce cas, en synergie avec les acteurs de la recherche civile à évaluer les potentialités et l'intérêt du sujet pour la Défense. L'investissement financier est alors gradué et axé sur la préparation éventuelle d'un plan de R&T plus important.
- La thématique est naissante et détectée à partir de signaux faibles. Le soutien de la Défense consiste à offrir des opportunités de développement pour porter le sujet jusqu'à un niveau de maturité et de notoriété supérieures, suffisant pour que les mécanismes de gestion de la recherche par projet puissent s'enclencher, en synergie avec soit la recherche civile, soit les industriels d'armement en fonction du niveau de spécificité Défense du sujet.
- Le soutien au maintien de la base scientifique, en particulier dans les domaines identifiés comme stratégiques, ou relevant d'une mission régalienne. L'excellence des laboratoires académiques, industriels ou des établissements de défense concernés est alors requise. L'insertion dans ces équipes de chercheurs de renommée sensibilisés aux problématiques de défense entre dans cette catégorie d'enjeu.

- **Type de recherche**

Ce sont des recherches exploratoires dites amont se plaçant dans l'échelle TRL de maturité d'un projet allant de 1 à 9 sur les niveaux de 1 à 4. (environnement de laboratoire allant jusqu'à réalisation de maquette pour démonstration d'un concept).

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

La DGA finance totalement le programme.
Le partenariat de la DGA avec l'ANR permet par la démarche dynamique et compétitive des appels à projets d'assurer le soutien des meilleures propositions en s'appuyant tout particulièrement sur l'expertise reconnue des experts nationaux de la communauté scientifique missionnés par l'ANR. Il est prévu 1 appel à projets par an.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat attendu dans ce programme est du type mixte.
Suivant la nature des projets à soutenir, les projets doivent provenir :

- soit des laboratoires de recherche publics ;
- soit des entreprises porteuses d'innovation et particulièrement des Petites et Moyennes Entreprises (PMEs) ;
- soit des laboratoires de recherche d'entreprises associés à une PME ou un laboratoire public ;
- soit d'un consortium composé de laboratoires ou de PMEs ou des deux entités.

Positionnement international

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

Le programme est national.

Programme :

Sociétés Innovantes.
Innovation, Nouvelle économie, Nouveaux modes de vie

Résumé :
La conjonction d'une crise économique profonde, d'une crise financière, et d'une crise environnementale crée un **contexte inédit et singulier auquel les sociétés doivent inévitablement s'adapter**. Pour notre société, cette adaptation suppose notamment un ajustement rapide à la compétitivité mondiale, une amélioration de la productivité et de la qualité d'un grand nombre d'activités de service (en particulier pour une réduction des coûts), une adaptation au vieillissement démographique, et une révolution technique pour limiter fortement les externalités environnementales. Cela se fera par **l'introduction rapide d'innovations technologiques et sociales qui seront plus ou moins acceptées ou refusées par la société.** Ces innovations sont en effet de nature à faire évoluer considérablement les modes de vie et les modèles économiques.
Les innovations technologiques concernent tous les domaines de la vie scientifique, de la vie au travail et de la vie quotidienne. Sont donc potentiellement concernés (sans exhaustivité) les domaines :

- des matériaux, notamment dans la chimie et dans les nanotechnologies ;
- de l'environnement, à la fois en raison des conséquences de l'activité humaine et en raison de la multiplication des besoins en innovations technologiques en relation avec la protection de la nature, du climat (stockage du CO_2), de l'habitat, des personnes ;
- de la production agricole, industrielle (conséquences de la dématérialisation d'une partie des activités, de l'accélération des temps industriels, de la localisation des activités), des services (numérisation et dématérialisation) ;
- de l'énergie (modes de consommation, alternatives aux sources fossiles) ;
- de la santé (généralisation de l'utilisation de techniques « de pointe » dans l'intervention médicale, chirurgicale, réparatrice ou de prévention ; outils de la médecine personnalisée ; médicaments et protocoles de soins) ;
- de la production et de la gestion du cadre de vie (bâtiments, infrastructures de transports et services associés, services urbains, aménités et environnement urbain) ;
- des biens de consommation domestique.

Le programme est destiné à éclairer la compréhension que l'on peut avoir des temps présents et à explorer les voies porteuses d'avenir. L'enjeu est de **comprendre ce que pourrait être, dans une optique de sortie de crise, une société innovante**.
Il est conçu pour inviter les chercheurs à **dépasser les barrières disciplinaires, à trouver dans la jonction et la confrontation des spécialités les marges qui permettront de renouveler les cadres théoriques d'analyse de l'innovation technologique en appréhendant simultanément ses aspects scientifiques, techniques, économiques, anthropologiques et sociologiques**. Il appelle la coopération entre sciences humaines, sciences sociales, et tous les autres domaines scientifiques et les consortiums porteurs de projets devront obligatoirement comporter des chercheurs des sciences humaines et sociales et des autres sciences concernées par le projet. **Il est ouvert au partenariat entre les entreprises et organismes.**

Il a été **demandé par l'ensemble des Comités scientifiques de l'ANR**.

Programme nouveau

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme :** Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme « Sociétés Innovantes » est un programme original ouvert à toutes les disciplines scientifiques sous réserve que les consortium incluent au moins une équipe du secteur SHS. Il croise cependant un grand nombre de sollicitations faites aux chercheurs dans les divers appels à projets de l'agence, notamment concernant les aspects sociaux, économiques, politiques et culturels des thématiques abordées.

1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

Objectifs et finalités

- **Comprendre les évolutions des processus qui conduisent à la nouveauté**, tant dans les domaines scientifiques que technologiques, économiques, sociaux et culturels ;
- **Analyser les modes d'appropriation/refus d'appropriation de la nouveauté**, quelle qu'en soit la nature ;
- **Contribuer à l'étude des processus d'intégration de la nouveauté par les individus, les groupes, les sociétés ;**
- Favoriser l'émergence d'analyses **des nouveaux cadres économiques** que constitue la crise, la globalisation des échanges et des pratiques, la prise en compte de la contrainte écologique, les nouvelles technologies ;
- Anticiper les **mutations structurelles** des sociétés, des économies ainsi que celles des comportements individuels et collectifs ;
- Développer les capacités d'une **réflexion prospective sur les modalités de la transition vers de nouvelles formes d'organisation** de la vie en société ;
- Favoriser la **coopération et la confrontation des recherches conduites dans les disciplines du secteur sciences humaines et sociales et dans les autres disciplines scientifiques ;**
- Permettre **l'émergence de projets de recherche aux interfaces des sciences humaines et sociales et des autres disciplines scientifiques.**

Résultats attendus

Les résultats attendus concernent à la fois la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Du point de vue fondamental, il s'agit de renforcer, voire de faire émerger, les connaissances situées aux **interfaces des sciences humaines et sociales et des autres sciences**. L'idée selon laquelle l'innovation scientifique et technologique doit être accompagnée d'innovations organisationnelles et d'innovations sociales pour être acceptée par les acteurs et trouver sa place parmi les usages, doit encore trouver sa confirmation dans des recherches conjointes. Les problématiques croisées de la création, de l'innovation, de l'acceptation, des usages, mises en œuvre par des chercheurs d'horizons et de cultures différents doivent permettre une avancée significative des connaissances.

Par ailleurs, on peut attendre des travaux communs des chercheurs des diverses disciplines des avancées en termes de méthode de recherche, de construction d'indicateurs, de mise au point de modèles d'analyse, prenant en compte les exigences et les contraintes de chaque discipline.

Du point de vue de la recherche appliquée, le programme « Sociétés Innovantes » est ouvert à la coopération partenariale avec les entreprises, associations et organismes. Les résultats des recherches peuvent aboutir à des propositions organisationnelles, d'action ou à des décisions de politique publique en relation avec l'intégration de l'innovation dans les pratiques quotidiennes.

Impact espéré

Contribuer à l'élaboration de bases conceptuelles de politiques publiques ou de stratégies d'acteurs favorisant l'avènement d'un nouvel éthos de l'innovation dans la société, dans la perspective des mutations liées à la sortie de crise.

2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

Enjeux économiques

Le XXème siècle est sans doute celui qui a connu les plus grandes mutations technologiques. Après avoir promu l'électricité et l'utilisation des sources d'énergie fossiles, l'automobile, l'aéronautique et l'aérospatiale, la chimie et la création de nouveaux matériaux (et il est impossible d'énumérer tous les domaines d'innovation) il s'est achevé avec la téléphonie portable, l'informatique, la diffusion d'Internet et la généralisation du numérique. Ces innovations ont transformé les modes de vie, de travail et de penser et entraîné des changements profonds dans les manières de produire, la structuration des espaces, les systèmes d'acquisition des connaissances, les modes de gouvernement des institutions comme des entreprises.

Le XXIème siècle poursuit cette tendance. La numérisation, définie comme la codification numérique de l'information permettant son traitement et sa transmission par des machines, possède à la fois des dimensions technique, économique, sociale et culturelle. Les ressources en matériaux d'origine naturelle se réduisent (au moins relativement aux besoins) et conduisent à des innovations continues dans des matériaux de substitution. Les nanotechnologies impactent les capacités des systèmes de communication, les connaissances et les techniques dans le domaine de la biologie/santé, ou dans celui de la récupération, conversion ou stockage de l'énergie ou de la connaissance de l'environnement.

L'accélération des vitesses de circulation des informations, l'augmentation des capacités de stockage et de traitement, la multiplication des réseaux, modifient les rapports au temps et à l'espace. Aux produits matériels de la production industrielle s'ajoutent ou se substituent des services toujours plus complexes. Entreprises, institutions et organismes voient leur rôle, leur taille et leur place dans les sociétés changer au profit de celle de l'individu qui s'étend. Parallèlement, l'exigence environnementale et éthique, la demande de reconnaissance et de justice, la montée des incertitudes et des risques, conduisent à des comportements complexes d'acceptation et de rejet des innovations, des technologies nouvelles et des avancées de la recherche scientifique.

L'innovation, quelle qu'en soit la nature, s'introduit dans l'existence des individus et conditionne la plupart de leurs choix et de leurs actions. Simultanément, les acteurs effectuent des arbitrages entre les possibles, modifient les contraintes qui s'exercent sur eux, construisent des représentations, qui conduisent à la modification des dispositifs matériels et immatériels avec lesquels ils vivent.

L'innovation est une réalité polymorphe qui interpelle toutes les disciplines. Aucune, à elle seule, n'a la capacité de rendre compte de cette complexité. Du côté des sciences physiques et chimiques, les contenus scientifiques et techniques peuvent être décryptés de celui des sciences de l'ingénieur, le transfert des connaissances vers des procédés, des dispositifs ou des objets peut être maîtrisé ; du côté des sciences humaines et sociales, les conditions de production, de mise en œuvre efficace, d'acceptation des techniques peuvent être comprises. Mais aucune de ces démarches ne permet d'appréhender simultanément les dimensions de la nouveauté scientifique, de l'émergence technologique, de l'adoption ou du refus de la nouveauté, des transformations qu'elle impose aux personnes et à l'ensemble des corps sociaux.

Le défi majeur des générations d'aujourd'hui et à venir sera de concilier la qualité de vie avec les contraintes de préservation de l'environnement.
En effet, les modes et choix de vie directement liés à nos modèles de civilisations urbaines occidentales sont clairement incompatibles avec la disponibilité à moyen terme des ressources naturelles et la préservation des écosystèmes. Cette divergence risque de s'amplifier si les populations des pays émergents voire de l'ensemble du globe, adoptent les références actuelles de la qualité de vie à l'occidentale. Le récent Grenelle de l'environnement a clairement mis en évidence ces enjeux, et il convient maintenant de réexaminer les critères de la qualité de vie à l'aune de ce changement de perception des enjeux globaux environnementaux.

En dehors des changements environnementaux et énergétiques globaux, ce réexamen de la qualité de vie des citoyens doit aussi prendre en compte des évolutions qui seront déterminantes à l'horizon de 20 à 40 ans.

- Une part de ces évolutions est liée à des facteurs externes : vieillissement des infrastructures et constructions existantes dans un contexte de crise budgétaire et financière (avec pourtant un besoin de redéploiement et de remise à niveau de ces infrastructures pour satisfaire à de nouvelles exigences de santé et de qualité environnementale), fragilité des modèles économiques pour le financement des transports publics, du logement social,… clivages sociaux et culturels, croissance de la précarité… Ces évolutions ne sont pas toutes négatives : la transition (à réussir) vers une société de la connaissance peut être vue comme une opportunité pour changer de modèle de société, comme le passage à l'ère industrielle a posé les bases de la société actuelle.
- L'autre part de ces changements qui conditionne fortement la qualité de vie des citoyens est intrinsèque aux dynamiques propres des populations, avec, d'un côté, le vieillissement démographique (en distinguant le 3ème âge qui s'accompagne d'un maintien d'activités sociales sous différentes formes du 4ème âge marqué par des problèmes connexes : réduction des capacités cognitives, perte d'autonomie, ressources financières), et, de l'autre côté, l'évolution des choix et modes de vie et des valeurs (décohabitation, augmentation du nombre de familles monoparentales…). Evidemment, parler de qualité de vie n'a de sens que si l'on distingue quelques segmentations critiques : âge et autonomie mais aussi degré de précarité et localisation territoriale (centre-ville, banlieue, périurbain, rural).

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

L'appel à projets est clairement orienté vers les usages et les modes de vie. Il s'agit à la fois d'analyser les comportements de consommation face à des produits et services nouveaux et de comprendre les raisons des choix. Il s'agit également d'identifier les pratiques dans les diverses configurations d'usages des innovations concevables, de l'habitat aux transports urbains, des nouveaux matériaux aux choix écologiques.

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

L'analyse des relations entre innovations, modes de vie et contraintes économiques, associant les réflexions sur les productions des biens et des services, peut permettre d'améliorer les protocoles de conception des produits et services.

Enjeux écologiques et environnementaux

La raréfaction des ressources naturelles combinée aux effets du changement global induisent des prises de conscience aigues dans les sociétés du monde occidental. Cela implique des bouleversements dans les modes de production et les modes de consommation.
Il apparaît fondamental de mieux comprendre cette mutation vers une société dont les processus industriels, les systèmes de mobilité et les modes de consommation vont être profondément bouleversés et qui tendent vers une réduction des impacts écologiques.

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

Axes et thèmes des recherches

Les domaines thématiques d'interrogation sont nombreux. Sans prétendre à l'exhaustivité, un peut citer les domaines :

- des **matériaux**, notamment dans la **chimie** (en relation avec les normes européennes et mondiales) et dans les **nanotechnologies** ;
- de **l'environnement**, à la fois en raison des conséquences de l'activité humaine et en raison de la multiplication des besoins en innovations technologiques en relation avec la protection de la nature, du climat (stockage du CO_2), de l'habitat, des personnes ;
- de la production **agricole** dans ses aspects mutation vers « l'écologie intensive » et révolution génomique ;
- de la production **industrielle** (conséquences de la dématérialisation d'une partie des activités, de l'accélération des temps industriels, de la localisation des activités) ;
- de **l'énergie** (modes de consommation, alternatives aux sources fossiles) ;
- de la production et de la gestion du **cadre de vie** (bâtiments, infrastructures de transports et services associés, services urbains, aménités et environnement urbain) ;
- des biens de **consommation domestique** ;
- des **services** (numérisation et dématérialisation) en particulier des services éducatifs et de la **formation** ;
- et particulièrement des services de **santé** (généralisation de l'utilisation de techniques « de pointe » dans l'intervention médicale, chirurgicale, réparatrice ou de prévention ; outils de la médecine personnalisée ; médicaments et protocoles de soins).

Transversalement à ces domaines sectoriels, différents axes de recherche peuvent être identifiés :

- ***Innovation technologique, représentations, résistances.***

La nouveauté n'est que rarement acceptée sans réserve par les individus ou les groupes sociaux. Par définition, elle remet en question des comportements usuels, habitudes, routines, acquis et qui jouent un rôle protecteur pour les acteurs. Son intégration dans les systèmes de représentations met en jeu des processus cognitifs complexes, des modes de perception et des logiques d'action stabilisés. Leur mise en question induit des incertitudes et des risques dont l'évaluation par les acteurs demande des ressources puisées dans leurs capacités propres ou dans des informations organisées produites par des instances extérieures.

- ***Innovation technologique et modes de vie.***

Les innovations transforment, à des degrés divers, les modes de la vie personnelle, familiale, au travail. Elles affectent les comportements quotidiens dans les domaines de la consommation comme des loisirs, de la communication comme dans la gestion des déplacements, dans les choix de résidence comme dans les arbitrages financiers. Les choix d'éducation, les carrières professionnelles, les trajectoires familiales deviennent tributaires d'options technologiques ou parmi des techniques, alors que les critères d'un choix rationnel ne sont pas toujours disponibles.

- Vers de nouveaux modèles économiques.

Depuis les années 1990, l'idée que de nouveaux modèles économiques doivent prendre en compte les technologies de l'information et de la communication et l'extension de l'utilisation des outils informatiques est largement discutée. La raréfaction des ressources primaires et les contraintes environnementales vont générer des changements profonds dans la manière de consommer, notamment en matière de mobilité ou de production industrielle. L'émergence des écotechnologies est probablement associée à des nouveaux modèles économiques (i.e. économie de fonctionnalité, etc.).

En ce qui concerne les nanotechnologies, la mise en place d'une économie industrielle des nanotechnologies est importante et des éléments d'observation au niveau meso-économique permettant une observation dynamique et une mise en perspective objective font défaut.

Les crises successives des sites de commerce électronique, de « la bulle internet », des *subprime*, chacune à leur manière, conduisent à des controverses sur la nature et les effets de l'innovation.

Mais les contraintes ne sont pas que technologiques. Coût et disponibilité de l'énergie, disponibilité de certaines matières premières, coût et disponibilité des denrées alimentaires, chômage de masse et de longue durée, changement climatique, accroissement du volume et modifications des itinéraires des flux migratoires, évolution des besoins et des coûts en matière de santé, etc., sont autant d'autres contraintes externes qui pèsent sur le développement économique.

La clarification des concepts, des mécanismes économiques à l'œuvre, la discussion de la pertinence des modèles d'analyse existants, sont nécessaires à l'ensemble des partenaires scientifiques et opérationnels.

- ***La question des usages.***

Les innovations scientifiques et technologiques ne peuvent trouver d'application qu'à la condition d'être acceptées par les membres des collectivités concernées. Il s'agit donc de comprendre les fondements de l'acceptation de la technologie. Depuis les années 1980, un ensemble de travaux s'est intéressé aux notions d'usage et d'usager et a développé la notion d'acceptabilité pour rendre compte des processus complexes et interdépendants qui conditionnent l'adoption d'une technologie. Ces travaux ont eu l'intérêt de rompre avec la conception d'un utilisateur passif de la technologie qui lui est offerte. Mais rendre à l'acteur sa capacité d'action ne simplifie pas l'approche empirique non plus que l'approche théorique d'un phénomène complexe. Des études en situation sont nécessaires pour comprendre les processus par lesquels un nouveau dispositif est apprécié comme opportun, comme utile et comme utilisable. Ces études doivent aussi concerner les conditions de l'acceptabilité dans les situations de travail et les organisations, situation dans lesquelles les processus de subordination viennent contraindre l'acceptation des technologies.

- ***Gouvernance et action publique.***

L'adhésion à une innovation est tributaire de l'information disponible pour les acteurs. Celle-ci relève des scientifiques, des techniciens, des médias et de l'action coordonnée des pouvoirs publics. Ces derniers sont confrontés à la question de l'innovation technologique non seulement au travers de la question de l'information, mais aussi au travers de celle de la gestion des risques et de l'application du principe de précaution. Les politiques publiques, souvent conçues en réaction aux refus d'une partie des acteurs, sont contraintes par la globalisation des protocoles de décision (à l'échelle européenne sinon mondiale), par les enjeux économiques et financiers (pour les Etats comme pour les entreprises et les organismes de recherche), par les risques sanitaires et sociaux induits par les nouvelles technologies ou par l'incompréhension des acteurs.

Positionnement scientifique et technologique

- **Enjeux scientifiques du programme**

Le programme présente deux aspects innovants au plan scientifique :

- Il invite à pratiquer une **interdisciplinarité systématique entre spécialistes de champs thématiques divers** (en particulier des spécialistes de l'innovation), **et un ensemble de sciences humaines et sociales** concernées par les comportements individuels et sociaux et par les modèles économiques.
- Par ailleurs, il **invite les sciences humaines et sociales à observer des objets de recherche complexes des temps présents, mais dans une perspective d'avenir** (prospective).

- **Type de recherche**

Recherche finalisée et fondamentale, à caractère interdisciplinaire

Positionnement par rapport au partenariat

- **Participation au financement du programme**

Des partenariats financiers peuvent être envisagés.

- **Type de partenariat de recherche**

Cet appel à projets est ouvert à des partenariats classiques au sein des communautés académiques, et des partenariats **associant recherche publique, entreprises ou associations.**

Positionnement international

Programme national. Des coopérations internationales peuvent être envisagées et intégrées aux projets sans financement spécifique de l'ANR. Des comparaisons internationales pourraient être intéressantes afin de mieux comprendre pourquoi certaines sociétés accèdent plus facilement au statut de « sociétés innovantes » ou « sociétés de la connaissance » que d'autres.

Le programme correspond aux réflexions de la Commission Européenne dans les domaines des lettres et des sciences sociales (programme Horizon 2020).