

Programmation  
**2011-2013**  
de l'Agence Nationale de la Recherche

**Édition 2012**

<b>Introduction</b> .....	5
<b>Programmes non thématiques</b> .....	13
Blanc .....	16
OH-Risque : Ouverture aux projets à Haut Risque scientifique .....	18
Blanc international .....	20
Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs .....	22
Chaires d'excellence .....	24
Retour Post-Doctorants .....	26
<b>Recherche partenariale et valorisation</b> .....	28
Chaires industrielles .....	29
Emergence de Produits, Technologies ou Services à fort potentiel de Valorisation (EMERGENCE) .....	33
Programme Inter Carnot-Fraunhofer .....	39
<b>Progresser dans la connaissance du vivant</b> .....	45
<b>Faire face aux problématiques majeures de santé publique</b> .....	46
Déterminants sociaux de la santé (DSS) .....	47
Santé mentale et addictions (SAMENTA) .....	53
Maladie d'Alzheimer (MALZ) .....	59
ERA-Net NEURON II - Etude du système nerveux central sain et malade .....	64
ERA-Net E-RARE 2 - Maladies rares .....	65
JPI - Maladies neurodégénératives (JPND) .....	67
Programme bilatéral de recherche sur les cellules souches avec la Californie (CIRM) .....	68
ERA-Net ANIHW (EMIDA 2) - Bien-être et les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux .....	69
ERA-Net SynBio - Biologie synthétique .....	70
Programme Art. 185 - Assistance à la vie autonome (AAL 185) .....	71
Neuro-Compute : programme bilatéral de recherche sur les neurosciences computationnelles avec les Etats-Unis (NSF) .....	72
<b>Développer une alimentation adaptée à la diversité des citoyens et de leurs attentes</b> .....	73
Systèmes alimentaires durables .....	74
<b>Accroître la capacité d'innovation des entreprises</b> .....	82
Recherches Partenariales et Innovation Biomédicale (RPIB) .....	83
Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan) .....	88

<b>L'urgence environnementale et les écotecnologies</b> .....	93
<b>Mieux comprendre l'évolution du climat et des écosystèmes</b> .....	94
Sociétés & Changements Environnementaux : approches intégrées des défis (SOC&ENV) .....	95
JPI Climat .....	105
IGFA/Belmont Forum - Changements environnementaux .....	106
Recherches transdisciplinaires sur l'avenir de la Méditerranée .....	107
Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité, Comportements et Usages (CESA) .....	115
<b>BIOADAPT</b>	
Adaptation : des gènes aux populations. Génétique et biologie de l'adaptation aux stress et aux perturbations .....	124
NET-BIOME 2012 : Towards Biodiversity Management in support of Sustainable Development in Tropical and Subtropical EU .....	132
ERANET Biodiversité : BIODIVERSA 2 .....	133
ERA-Net SEAS-ERA - Vers une intégration Européenne de la stratégie de recherche marine dans les programmes .....	139
AGROBIOSPHERE Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources aux changements globaux .....	140
Transnational Plant alliance for novel technologies - towards implementing the Knowledge Based Bio-Economy in Europe (PLANT-KBBE) .....	150
Programmes agricoles internationaux :	
ICTAGRI, RURAGRI, ARIMNET, FACCE-JPI .....	151
<b>Maîtriser l'énergie</b> .....	157
Bio-Matières & Energies (Bio-ME) .....	158
Production renouvelable et gestion de l'électricité (PROGELEC) .....	167
Systèmes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED) .....	177
<b>Promouvoir villes et mobilités durables</b> .....	186
Villes et Bâtiments durables : du cadre de vie aux systèmes urbains durables .....	187
Transports Durables et Mobilité (TDM) .....	196
<b>Développer les écotecnologies et l'éco-conception</b> .....	204
EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS) .....	205
ERA-Net ECO-INNOVERA .....	215
Chimie durable – Industries – Innovation- CD2I .....	217
Matériaux et Procédés pour des Produits Performants .....	226

<b>L'information, la communication et les nanotechnologies</b> .....	234
<b>Préparer l'Internet du futur et renforcer la sécurité informatique</b> .....	235
Infrastructures pour la société numérique.....	236
Ingénierie Numérique & Sécurité (INS).....	244
<b>Développer l'industrie du logiciel</b> .....	253
Contenus Numériques et Interactions (CONTINT).....	254
Modèles Numériques (MN).....	263
Long-term CHallenges in Information and Communication Sciences and Technologies (CHIST-ERA).....	271
<b>Développer de manière responsable les nanotechnologies en France</b> .....	276
Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N).....	277
Recherche Technologique de Base (RTB).....	288
ERA-Net SIINN Sécurité et toxicologie des nanosciences et nanotechnologies.....	295
<b>Les sciences humaines et sociales au cœur de la démarche</b> .....	296
Métamorphoses des sociétés.....	297
Sociétés Innovantes. Innovation, Nouvelle économie, Modes de vie (Soc Innov).....	318
Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales.....	326
Open Research Area in Europe for the social sciences (ORA).....	334
Programme franco-allemand en SHS.....	337
Programme franco-japonais en SHS.....	339
<b>Sécurité et recherche duale</b> .....	341
Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité globale (CSOSG).....	342
ASTRID – Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense.....	351

The image features a solid blue background with abstract, overlapping white mesh patterns that create a sense of depth and movement. These patterns are composed of fine, intersecting lines that form a grid-like structure, appearing as if they are draped or flowing across the space. The central focus is a white horizontal band containing the word "INTRODUCTION" in a bold, dark blue, sans-serif font.

# **INTRODUCTION**



# CYCLE DE PROGRAMMATION DE L'ANR 2011-2013

## Les orientations pour 2012

### 1 Le processus de programmation

La programmation thématique de l'ANR ambitionne de jouer un rôle d'accélérateur et d'amplificateur de thèmes de recherche qui émergent au sein de différentes composantes de la société (pouvoirs publics, communautés scientifiques, industriels). Le processus de programmation de l'ANR est fortement itératif. Il se base sur une très large consultation de la communauté scientifique nationale sur les besoins de recherche pour l'avenir, tant dans le domaine de la recherche fondamentale que de la recherche finalisée. Ce processus de bâti de la programmation suit une méthodologie rigoureuse qui a fait l'objet en 2010 d'une certification ISO 9001. Il s'intègre dans le cadre défini par la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation

L'ANR s'est appuyée sur les travaux de son Conseil de prospective<sup>1</sup>, présidé par Christian de Boissieu, pour définir le cadre général de la programmation et les propos ci-dessus reprennent largement ses considérations.

L'élaboration de la programmation se forge à partir des travaux de huit Comités Scientifiques Sectoriels<sup>2</sup> (CSS) se répartissant comme suit :

- Sciences Humaines et Sociales
- Biologie – Santé
- Sciences du Système Terre
- Ecosystèmes et développement durable
- Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication
- Nanotechnologies
- Chimie, Matériaux, Procédés
- Énergie durable.

Les recommandations des CSS se basent sur un large système de consultation :

- La consultation avec les pouvoirs publics reprend notamment les suggestions issues des Groupes interministériels pour la recherche et l'innovation coordonnés par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

---

<sup>1</sup> La composition du Conseil de prospective est consultable via le lien suivant :

[http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/uploaded/2008/conseil\\_prospective.pdf](http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/uploaded/2008/conseil_prospective.pdf)

<sup>2</sup> La composition des CSS est consultable sur le lien suivant :

[http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/comites/nc/?tx\\_saap\\_pi2\[type\]\[\]=10](http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/comites/nc/?tx_saap_pi2[type][]=10)



- Un protocole d'échange avec les Alliances (ALLENVI, ALLISTENE, ANCRE, ATHENA, AVIESAN) a été mis en place et ces dernières ont largement contribué par leurs propositions écrites et leurs contributions en séance des CSS à définir les orientations de la proposition de programmation 2012.
- Les entreprises et les pôles de compétitivité contribuent au travers d'échanges réguliers, de séminaires thématiques et par propositions écrites.
- Une consultation épistolaire très diversifiée (établissements de recherche, universités, académies, sociétés savantes, administrations, fédérations industrielles, etc.) génère annuellement plusieurs centaines de propositions de sujets de recherche.
- Les thèmes émergents et transversaux sont également traités par les contributions des Ateliers de Réflexion Prospective (ARP)<sup>3</sup> mis en place par l'ANR.

## 2 Les orientations de la programmation 2012

Le document de programmation 2011-2013 a été structuré en fonction des priorités de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation (SNRI). La recherche fondamentale qui y est privilégiée, peut se déployer particulièrement dans les programmes non thématiques, mais également dans les programmes thématiques. 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 : les sciences humaines et sociales voient s'accroître leur rôle dans une période où la compréhension des transformations sociales est indispensable pour faciliter la sortie de crise.

Comme les années antérieures, ce document se compose de fiches programmes décrivant les priorités scientifiques et technologiques à partir d'enjeux économiques, sociaux et environnementaux tout en donnant une large part au domaine non thématique. Une étude attentive des premiers résultats des Investissements d'avenir (IRT, IEED, Labex et Equipex) a été menée afin d'examiner les complémentarités et les effets potentiels de ces nouvelles structures en fonction des thématiques couvertes par les programmes.

Les orientations 2012 reprennent très largement le contenu proposé en 2010 pour le cycle triennal 2011-2013. Cependant, la R&D et l'innovation se situant aux avant-postes de la stratégie générale de notre pays pour faire face et s'adapter aux évolutions rapides de la recherche scientifique, mais également des contraintes économiques, sociales et environnementales, des inflexions sont nécessaires. Les programmes proposés s'inscrivent donc dans la perspective des grandes orientations des politiques publiques et en particulier, de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation<sup>4</sup>. Ils prennent aussi en compte les travaux du Conseil de prospective de l'ANR, lesquels utilisent notamment les documents issus du Conseil d'Analyse Economique et ceux du Centre d'Analyse Stratégique, institutions placées auprès du Premier ministre ainsi que les grands travaux de prospective réalisés par les pays industriels<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Les résultats des ARP sont consultables sur la page web : <http://www.agence-nationale-recherche.fr/ARP>

<sup>4</sup> SNRI, Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation, Rapport général, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2009.

<sup>5</sup> Entre autres : Territoires 2040 de la DATAR- revue prospective n°3, 2011 ; Le monde en 2025, la montée en puissance de l'Asie et la transition socio-écologique, Terre 2100, D. Bretelle Desmazières, Paris, 2009 ; Catalogue des innovations, Futuribles international, Paris, 2011 ; Commission Européenne- Espace Européen de la Recherche, Bruxelles, 2009 ; Foresight & Policy



La période actuelle étant marquée par la crise, mais également, pour le système français de recherche et d'innovation, par la mise en œuvre des Investissements d'avenir, l'ANR cherche à traduire les orientations actuelles des politiques publiques dans ses activités et à adapter les programmes définis dans son cycle 2011-2013.

### **2.1.1 La R&D et l'innovation : un rôle majeur dans la sortie de crise des sociétés industrielles et post-industrielles.**

Beaucoup de pays industriels ont donc décidé d'investir dans la R&D et l'innovation de manière à améliorer leur compétitivité afin de sauvegarder l'emploi, et afin de créer une « nouvelle économie » (très orientée *green growth* et économie numérique) et de nouveaux marchés pour rééquilibrer le commerce extérieur. La science et la technologie sont ainsi devenues des activités clé pour « sortir différents » de la crise. En même temps, la croissance des pays émergents induit des situations de rareté nouvelles (énergie fossile et matières premières) entraînant des hausses de prix et une volatilité accrue ; des recherches sont donc urgentes dans ce domaine pour améliorer l'efficacité en matière de consommation de ressources ou identifier des substitutions. L'explosion des questions environnementales fait aussi appel à la recherche pour trouver des solutions. La diffusion des technologies numériques bouleversent les modes de communication, de production et d'échanges. Elles assurent une large part de la croissance mondiale tout en créant de nouveaux modèles économiques.

La recherche fondamentale reste une constante stratégique indispensable pour maintenir la France dans la compétition des grands pays scientifiques. Cela est d'autant plus indispensable dans un monde où les trajectoires d'innovation se raccourcissent.

Les modes d'organisation de la recherche par les industriels sont également profondément transformés par la nécessité de rationaliser au maximum les investissements et de capter les innovations dès les stades les plus précoces. Les concepts de recherche collaborative public-privé sont au cœur de ces réorganisations dans la plupart des grands secteurs industriels.

### **2.1.2 La montée de la dette oblige aujourd'hui à des ajustements budgétaires qui amènent les processus de R&D à s'adapter**

Les Etats Unis et les pays européens, après avoir relancé l'économie par des déficits publics sont conduits à les réduire fortement et dans certains cas, les dépenses de R&D. Aussi voit-on dans ces pays s'affirmer la nécessité de demander à la recherche de contribuer à l'effort général et, puisqu'il s'agit d'une activité relativement protégée sur laquelle les sociétés comptent pour sortir de la crise, il lui est de plus en plus demandé d'améliorer son efficacité. Pour cela, différentes voies sont possibles :

- améliorer le ciblage et le volume des recherches destinées à répondre aux besoins de la société,





- améliorer la pertinence et les ruptures scientifiques des recherches non thématiques dont on attend qu'elle ouvre de nouveaux horizons d'opportunité,
- renforcer la recherche en partenariat avec les entreprises,
- améliorer le rapport entre les résultats et les coûts de la R&D,
- partager les coûts de la recherche de manière plus efficace entre partenaires internationaux,
- et enfin reconquérir la confiance des populations dans la science et la technologie comme composante clé de la sortie de crise et de développement de l'emploi.

Pour l'essentiel d'entre elles, ces voies commencent à être explorées particulièrement aux Etats Unis<sup>6</sup> et en Grande Bretagne<sup>7</sup> qui affichent clairement des actions volontaristes de R&D en faveur de la réindustrialisation et un renforcement de la recherche partenariale. Les agences de financement incitent les universités et organismes de recherche à améliorer leurs performances par des incitations variées (recours aux coûts complets, optimisation des investissements scientifiques et des frais généraux, etc...).

L'ANR entend, pour sa part, contribuer à cet effort de rationalisation dans la période actuelle.

### **3 La rationalité de la programmation 2012.**

#### **3.1 Une coordination avec les instruments issus des Investissements d'avenir**

Les appels à projets thématiques des Investissements d'avenir (santé, biotechnologies-bioressources et nanotechnologies) ont couvert sélectivement une partie des besoins de recherche et la programmation thématique 2012 de l'ANR en tient compte.

En revanche, les appels à propositions concernant la création de nouvelles structures (IRT, IEED, IHU), vont renforcer très significativement, dès l'année prochaine, la capacité de recherche nationale sur les sujets prioritaires identifiés par la SNRI. C'est une chance, car cela va stimuler l'offre de recherche nationale, mais ces nouvelles structures auront pour conséquence d'augmenter rapidement la pression sur l'essentiel des programmes thématiques.

Enfin, il faut noter que les appels à propositions Idex, Labex et Equipex qui constituent la part la plus importante du volet recherche des Investissements d'avenir sont non thématiques. Ces programmes renforcent la liberté thématique, mais ils induisent la nécessité d'une meilleure prise en compte de la pertinence des projets non thématiques financés à la fois au regard de la science et de la technologie mais également au regard des horizons de long terme de la société qui prennent une importance particulière dans la période de crise actuelle. Notamment, devraient être privilégiées les recherches les plus novatrices et audacieuses susceptibles d'induire de véritables ruptures, l'excellence devant rester plus que jamais le critère de sélection principal.

---

<sup>6</sup> Advanced Manufacturing Partnership, lancé par le président Obama le 24 juin 2011

<sup>7</sup> Technology and innovation futures- UK growth opportunities for the 2020, Govt Office for Science, London, 2010



### 3.2 Le maintien d'une recherche partenariale dynamique

Le partenariat de recherche avec les entreprises doit être renforcé, en cohérence avec les autres financeurs publics (OSEO, FUI et les autres agences ADEME, INCa, etc.) afin de cibler au mieux la nature des projets en fonction des stades de maturité technologique. Un effort particulier doit être consenti pour renforcer les recherches en lien avec les PME et les ETI, domaine souvent cité comme une déficience pour l'économie française.

La gamme des programmes dédiés de l'ANR est maintenue sur l'ensemble de la programmation 2012, en accompagnement notamment des projets de pôles de compétitivité. Il s'agit là d'un objectif qui découle directement des obligations en faveur du soutien à l'innovation industrielle renforcé par le contexte de crise.

De même, également pour des raisons d'excellence et de pertinence, les recherches duales (combinant les choix de recherche pour la défense nationale et pour la recherche civile) sont encouragées (cf. programme ASTRID), car elles sont sources de fertilité croisée. Elles constituent une réserve de créativité qu'il convient de favoriser. Elles ont fait les preuves de leur double efficacité (utilité pour la défense, retombées nombreuses dans d'autres secteurs) à maintes reprises. Il s'agit aussi d'une recherche largement tournée vers des sujets fondamentaux. C'est pourquoi l'ANR entend maintenir un partenariat fort avec la DGA.

### 3.3 Promouvoir la pluridisciplinarité

La pluridisciplinarité a toujours été et reste une priorité pour l'ANR, à la fois dans la programmation non-thématique (cf. lancement du nouveau programme OH-Risque) et thématique. Le processus de programmation de l'ANR a permis la genèse de plusieurs programmes « transversaux » aux grandes thématiques et qui sont désormais bâtis autour de concepts de transdisciplinarités et d'approches systémiques. On peut citer par exemple, les programmes « Villes et Bâtiments durables », « Transports Durables et Mobilité », « Sociétés et Changements Environnementaux » ; « Sociétés Innovantes ». Cette orientation est maintenue en 2012, avec le lancement des nouveaux programmes « Déterminants Sociaux de la Santé » et « Neurosciences computationnelles ».

### 3.4 Mieux dialoguer avec la société

La science et les chercheurs ont des difficultés avec l'opinion publique. Il faut que les chercheurs regagnent la confiance des Français, confiance ébranlée en permanence depuis plusieurs décennies par des accidents technologiques nombreux et répétitifs. Beaucoup de chercheurs ignorent ce fait social inquiétant, alors que la recherche doit faire un effort pour mieux rendre compte de ses résultats, être plus transparente et donner des gages de son utilité indispensable.

L'ANR envisage de favoriser au travers de ses instruments, dès 2012, des actions de culture scientifique au travers des projets qu'elle finance. Une part des aides des projets pourra être affectée à ce type d'activité.



## 4 Actions de programmation européennes et internationales en 2012

Les initiatives internationales se multiplient et l'ANR est amenée à proposer des choix en même temps qu'elle doit favoriser la présence des scientifiques français dans les montages stratégiques. Le programme Blanc International vise à faciliter le financement de collaborations internationales, notamment sur la recherche fondamentale et l'ANR entend poursuivre sa politique de partenariats avec les principales agences de financement dans le monde.

L'Europe reste le terrain de collaboration privilégié. Chaque programme thématique de l'ANR a fait l'objet d'un croisement avec le contenu du programme du 7<sup>ème</sup> PCRD pour 2012. Il sera veillé à maintenir une forte complémentarité, lorsque cela est possible. Le partenariat avec les pays émergents (notamment Chine et Brésil) est en cours de renforcement, en cohérence avec les recommandations de la SNRI.

La collaboration européenne de l'ANR s'élabore en lien avec les principales agences de financement (DFG, RC-UK, FORMAS, TEKES, NWO,...), essentiellement dans le cadre d'actions de type ERA-NET. L'ANR propose de contribuer à plus de 13 ERA-NET en 2012. La stratégie de participation de l'agence y suit plusieurs principes :

- Les ERA-NET sont en lien avec des programmes thématiques de l'agence, ils contribuent alors à nourrir sa programmation, à tester son positionnement thématique et à porter au niveau européen des thèmes soutenus au niveau national (exemples : ECO-INNOVERA, M-ERA).
- Lorsque la collaboration européenne amène une forte valeur ajoutée pour accélérer significativement la recherche et que les problématiques nationales peuvent être sous-critiques (exemple : ERARE2, NEURON2, SIIN, ANIWHHA, Syn-BIO, BIODIVERSA2, CHIST-ERA, Plant KBBE, SEAS-ERA, ARIMNET). Idem pour le programme Ambient Assistant Living (AAL185).

L'ANR a intégré la gouvernance de trois Initiatives de programmation conjointe (JPI) susceptibles de proposer des appels à projets en 2012 et qui sont en cohérence avec les priorités thématiques de sa programmation :

- JPI- « Neurodegenerative diseases » qui constitue un composant du plan national Alzheimer ;
- JPI- « Agriculture, Food Security and Climate Change » et JPI- « Connecting Climate Knowledge for Europe », domaines où la France occupe un leadership scientifique.

Sur le plan international, l'ANR va participer à plusieurs initiatives multilatérales :

- G8 Recherche – sur les matériaux et procédés de fabrication durable
- International Group of Funding Agencies (Etats-Unis, Canada, Japon, Inde, Allemagne, Afrique du Sud, Brésil) sur les changements environnementaux planétaires
- Programme ORA en Sciences sociales (Pays-Bas, UK, Allemagne, Etats-Unis).

Des initiatives plus ciblées bilatérales d'ouvertures mutuelles de programmes thématiques ou d'appels spécifiques ont été mises en place. On peut citer :



- Partenariat Inter Carnot-Frauenhoffer (Allemagne)
- Transports durables et mobilité (Allemagne)
- Concept, Systèmes et outils pour la sécurité globale (Allemagne)
- Sciences Humaines et sociales (Allemagne et Japon)
- Cellules souches (Etat de Californie)
- Technologies pour la santé (Taiwan)
- Neuro-Compute (ETATS-UNIS)

En matière de collaboration avec les pays émergents, la Chine et le Brésil font l'objet d'actions spécifiques, elles intègrent les réflexions menées dans le cadre de la SNRI sur ce thème.

Enfin, dans le cadre de la montée en puissance des collaborations internationales, il faut signaler le renouveau des demandes de coopération scientifique avec les pays de la Méditerranée (cf. le lancement d'un appel à projets Trans-Med) et avec les pays d'Afrique Subsaharienne. Un accord cadre de collaboration avec l'AIRD vient d'être signé à cet effet afin de permettre une meilleure intégration d'équipes du Sud dans les projets de recherche soutenus par l'ANR.

## 5 Calendrier de lancement des appels à projets

Comme en 2011, l'ANR lancera deux vagues d'appels à projets :

La première concerne l'essentiel des programmes thématiques, et s'étale de novembre 2011 à mars 2012, pour un financement courant 2012.

Une seconde vague d'appels à projets sera ouverte en octobre 2012, pour un financement début 2013, elle concerne les programmes thématiques suivants :

- Contaminants et environnements : métrologie, santé, adaptabilité, usages
- Ecotechnologies et Ecoservices (ECO-TS)
- Infrastructures pour la société numériques (INFRA)

Il est recommandé de consulter la page web du site de l'ANR affichant l'agenda des ouvertures d'appels à projets :

<http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/programmation-2012/calendrier/>



13

Programmes  
**NON-THÉMATIQUES**



L'ANR reconduira en 2012 les cinq instruments ouverts à toutes les thématiques qui correspondent à une démarche ascendante dans la définition de projets de recherche pour repousser les frontières de la connaissance. Il s'agit des programmes «Blanc », « Blanc international », « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs », « Chaires d'excellence », ainsi que le programme « Retour post-doctorants » lancé en 2009. Ces programmes rencontrent un vif succès auprès de la communauté scientifique et représentent, depuis 2010, 50 % du budget d'intervention de l'ANR. Toute la créativité de la communauté scientifique s'est exprimée pleinement à travers ces programmes, depuis les recherches les plus fondamentales jusqu'aux recherches appliquées ou partenariales. Ces programmes sont devenus un facteur important pour stimuler les coopérations entre équipes de différents laboratoires autour de projets ambitieux, en particulier à l'international, ainsi qu'éventuellement avec des partenaires du monde socio-économique. La liberté de choix du sujet de recherche, la possibilité de traiter des problèmes multidisciplinaires, le soutien à des projets novateurs ouvrant de nouvelles voies sur le long terme et le soutien aux jeunes chercheurs sont des caractéristiques très appréciées de ces programmes.

Les programmes « Blanc » et « Chaires d'excellence » ont pour objectif de reconnaître l'excellence et de renforcer le potentiel de recherches novatrices en France alors que le programme «Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » favorise la prise de responsabilité scientifique sur des sujets en émergence. Le programme « Chaires d'excellence » continuera de proposer en 2012 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. D'autre part, un budget sera à nouveau dédié aux projets véritablement interdisciplinaires, faisant progresser les connaissances et les méthodes d'étude à l'interface de plusieurs champs disciplinaires en interaction pour la résolution du problème scientifique posé. Enfin, le volet international du programme « Blanc », concerne désormais quatorze 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 ». Enfin, le programme « Retour post-doctorants » continuera à aider de jeunes chercheurs ayant fait preuve de très grandes qualités scientifiques à construire un parcours d'excellence sur le territoire national.

A ces cinq instruments non thématiques reconduits, l'ANR ajoutera pour la première fois en 2012 **un nouvel instrument, « OH-Risque »**, destiné à accélérer la création de véritables voies nouvelles dans les recherches non thématiques. Doté d'un budget spécifique et d'une procédure de sélection adaptée, avec un comité d'évaluation dédié, l'instrument « OH-Risque » soutiendra l'**O**uverture de nouvelles voies de recherche très innovantes, caractérisées à la fois par un niveau de très **Haut Risque** scientifique et une perspective de retombées potentielles exceptionnelles en cas de réussite. En offrant à des chercheurs



audacieux des fonds nécessaires pour amorcer l'exploration de concepts innovants totalement nouveaux à très fort potentiel, mais hors des sentiers battus et sans précédent, le programme « OH-Risque » complète la palette des instruments non thématiques de l'ANR et contribue à l'objectif de ruptures scientifiques qui ouvrent de nouveaux horizons d'opportunité.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'Avenir**

Les six programmes de l'ANR ouverts à toutes les thématiques scientifiques relèvent d'une démarche de chercheurs et d'équipes de recherche, isolés ou en réseau, dans le but de construire des projets ambitieux dans tous les domaines scientifiques. Ils constituent de ce fait des compléments indispensables pour soutenir l'action structurante des initiatives lancées dans le cadre des Investissements d'avenir. Ils ont permis, depuis leur création, de modifier les modes d'action de la communauté scientifique et de développer la culture de recherche en projet. A ce titre, ils ont préparé la communauté à répondre efficacement aux AAP des IA comme Equipex ou Labex. Ils demeurent très complémentaires des contrats des IA, comme le montre le nombre de projets soumis aux cinq programmes actuels, en légère progression en 2011 par rapport en 2010. La mise en place des EQUIPEX et des LABEX va probablement renforcer l'offre scientifique, car ils créent un contexte nouveau de fonctionnement entre laboratoires et la mise en place de nouveaux équipements. Cela va créer des dynamiques nouvelles sur bon nombres de sujets de recherche à fort potentiel.

Ces programmes resteront donc des jalons importants dans le cycle annuel de la vie des laboratoires et des équipes de recherche, y compris pour les lauréats des IA.



## 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.

### 8<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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 expansion 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 et transdisciplinaires, de nouveaux modèles, nouvelles méthodes, avancées théoriques. Inciter à la production de connaissances potentiellement fécondes en termes d'innovation.

Améliorer la position des projets français dans les programmes européens notamment à l'ERC, mais également au PCRD et dans les programmes internationaux.





Comme les années précédentes seront accueillis au titre du programme « Blanc » 2012 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 2012 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 innovantes.

- **Type de recherche**

Fondamentale ou industrielle, 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, PME 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.



## **OH-Risque : Ouverture aux projets à Haut Risque scientifique**

### **Résumé :**

Le programme OH-Risque couvre l'ensemble des domaines de la recherche. Il a pour objectif de permettre l'exploration de nouvelles voies de recherche très innovantes dont la preuve de concept et la faisabilité technique n'ont presque jamais été abordées, mais qui offrent, malgré un risque scientifique élevé, la perspective de retombées à très fort potentiel en cas de réussite. Il est ouvert à tous les champs scientifiques sans distinction et notamment aux interfaces disciplinaires. 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.

### **Programme nouveau**

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2013**
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national / ouvert à l'international : le programme OH-Risque 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 :** nouveau programme.

### **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

#### **Objectifs et finalités**

Sélectionner et financer des projets de recherche à très haut risque pour lesquels aucune preuve de concept n'est disponible, mais qui offrent la perspective de retombées exceptionnelles en cas de réussite. Apporter une voie de financement distincte des autres programmes de l'ANR pour soutenir des projets sans antécédent pour lesquels peu ou pas de travaux ont été réalisés précédemment.

Les critères de sélection des projets soutenus par le programme reposeront sur la cohérence, l'originalité des hypothèses et le potentiel de percées exceptionnelles, même en l'absence de travaux antérieurs.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

L'amorce de nouveaux champs d'investigation, de découverte et de création nécessite parfois une prise de risque scientifique très élevée, un véritable « saut dans l'inconnu » sur les plans scientifiques et conceptuels. Lorsque la cohérence, l'intérêt et la démarche d'une telle amorce offrent la potentialité de retombées exceptionnelles, il convient d'apporter les moyens nécessaires pour faire le premier pas vers une preuve de concept permettant d'aller plus loin. Même s'il est probable que le taux d'échec soit plus élevé dans ce type de projet, la perspective de retombées conséquentes, que ce soit en matière d'avancées de la connaissance ou d'impact socio-économique, justifie pleinement la création d'un tel programme à budget limité, qui contribue ainsi à la réalisation d'un des objectifs majeurs des programmes non thématiques, à savoir les ruptures scientifiques qui ouvrent de nouveaux horizons d'opportunité.

## **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 au-delà des frontières scientifiques actuelles. Développement de concepts, de modèles, d'instrumentations jusqu'ici non démontrés.

- **Type de recherche**

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

### **Positionnement par rapport au partenariat**

Le programme OH-Risque est ouvert à des équipes d'organismes publics, mais aussi aux entreprises, PME et grands groupes.

### **Positionnement international**

- **Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes à l'international**

Le programme OH-Risque de l'ANR peut être comparé au programme EAGER (Early Grants for Exploratory Research) de la National Science Foundation (NSF) aux Etats-Unis.



## Blanc international

### Résumé :

En connexion avec le programme Blanc, le programme Blanc international s'appuie sur des accords de coopération spécifiques bilatéraux 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.

Dans le cadre de la collaboration ANR-DFG, un appel à projets dédié en physique sera proposé en 2012, sur des modalités analogues à celles proposées en 2011 dans le domaine de la chimie.

### 6<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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 2011, l'ANR a mis en place des accords de coopération spécifiques avec des agences de financement de la recherche de quatorze pays : Taïwan, Chine, Japon, Singapour, Canada, Mexique, Chili, Autriche, Hongrie, Etats-Unis (NSF), Allemagne (DFG), Roumanie, Portugal et Brésil. En fonction des accords, l'ensemble de ces pays ou une partie seulement feront l'objet d'appels à projets.

En marge de l'ouverture mutuelle des appels à projets non thématiques, un appel à projets dédié en collaboration avec la DFG sera proposé dans le domaine de la physique, sur des modalités analogues à celles suivies en 2011 sur la chimie.

- **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 consortiums européens avec des équipes françaises pour postuler 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 concernant 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 la recherche internationale.

## **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 innovantes.

- **Type de recherche**

Fondamentale ou industrielle, 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, PME et grands groupes.



## Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs

### Résumé :

Ce programme a pour but de soutenir les projets de 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.

### 8<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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. Accélération de la recherche sur des thèmes émergents.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **Enjeux sociaux et pour la société**

#### **2.2 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 très originales.

- **Type de recherche**

Fondamentale ou finalisée, 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 notamment déposer ensuite un projet de starting grant à l'ERC avec de meilleures chances de succès.



## 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 et tend à la conforter. 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 en France. Trois types de chaires sont proposés en 2012 : 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).

### 8<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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 certains des meilleurs chercheurs et enseignants-chercheurs internationaux, étrangers ou français expatriés, en leur offrant, avec le concours des établissements et organismes d'accueil, des moyens substantiels pour constituer une équipe et lancer 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 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.

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**

Pour mémoire, en 2011 toutes les thématiques sont représentées avec toutefois des disparités : prépondérance de projets soumis en « Biologie santé » (33 %), puis « Physique » et « SDU » (23 %), Agronomie – Ecologie (14 %), SHS (13 %), Chimie (8 %), tandis que les STIC, les Mathématiques et les Sciences pour l'Ingénieur ne représentent que 9 % des projets soumis. Une très grande richesse caractérise les thèmes de recherche proposés.

- **Type de recherche**  
Fondamentale ou finalisée.



## 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.

### 4<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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 tout 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 troisième édition du programme en 2011 a vu une nette augmentation du nombre de projets déposés (+33 %), du même ordre que la progression constatée entre la première et la seconde édition.



Il ne fait aucun doute que ce programme répond à une attente des jeunes chercheurs expatriés. 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, constituent de jeunes équipes de haut niveau et soient reconnus et identifiés dans leur domaine à l'issue 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.

### **Type de recherche**

Fondamentale ou finalisée.

The background of the page is a solid purple color. Overlaid on this are several translucent, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines have a fine, grid-like texture, similar to a mesh or a fine fabric, and they flow across the page in various directions, some curving and some straight. The overall effect is modern and dynamic.

28

Recherche  
**PARTENARIALE**  
**ET VALORISATION**



## 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 ainsi qu'à renforcer les meilleurs éléments et les meilleures initiatives développées dans l'enseignement supérieur et la recherche français. Le programme implique une collaboration pérenne entre l'établissement de recherche et des entreprises 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 à caractère fondamental et appliqué, d'autre part d'assurer la formation par la recherche.

Les candidatures doivent impérativement être présentées par les établissements d'accueil, en étroite concertation avec les entreprises qui cofinancent la chaire industrielle.

Le programme est ouvert à toutes les thématiques de recherche.

### 1<sup>ère</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2012 - 2013
- **Type de programme** : non partenarial et ouvert aux organismes de recherche publics uniquement
- **Dimension du programme** : programme national

## 1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

### Objectifs et finalités

Le programme « Chaires industrielles » constitue un nouveau dispositif de soutien à la recherche entre organismes de recherche et entreprises. La création de ces chaires dans des domaines stratégiques pour la recherche industrielle a pour objectif de contribuer à la constitution de liens pérennes entre le monde académique et le monde industriel.

Il s'inspire d'un type de programme qui continue de se développer fortement dans les pays industrialisés (Etats-Unis, Canada, Japon, Corée du Sud, Chine...) et l'exemple le plus proche est probablement le programme de « Professeurs-Chercheurs Industriels » du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie (CRSNG-NSERC) du Canada.



Ce programme se donne l'ambition d'attirer les meilleurs enseignants-chercheurs du monde entier vers les organismes de recherche français ou de soutenir les meilleures initiatives développées dans l'enseignement supérieur et la recherche français.

Les programmes de recherche de ces chaires porteront sur des thématiques 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 pour le bénéfice des étudiants des cycles supérieurs. 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'encadrement partagé.

### **Résultats attendus et impact espéré**

Outre les retombées en termes d'image qui résulteront de l'accueil de scientifiques de renommée internationale, le programme renforcera le potentiel de recherches novatrices et stratégiques dans des domaines considérés prioritaires pour l'industrie française et pour les collectivités territoriales en soutien à un déploiement économique concerté. Le programme contribuera également à insuffler au sein de l'établissement d'accueil une dynamique de recrutement de qualité, choisie et valorisante. Il permettra aux établissements et aux entreprises d'accéder ainsi, en concertation, à de nouvelles compétences et connaissances, gages de progrès et de réussite face aux enjeux socio-économiques d'aujourd'hui et de demain.

Le programme permettra également un échange en « temps réel » de méthodologies, de technologies et de savoir-faire entre la chaire industrielle et les entreprises. Par ailleurs, le programme donnera lieu à une organisation de la recherche industrielle dans une logique d'exploitation des résultats de cette recherche, notamment via la mise en place d'un accord de partage de la propriété intellectuelle générée par la chaire industrielle. Ainsi, ces dispositifs permettront d'accéder à des modèles économiques innovants et responsables construits sur l'économie de la connaissance.

Le programme « Chaires industrielles » contribuera en outre à augmenter l'investissement en recherche et développement de la part du secteur privé, ainsi que la participation des acteurs publics au développement de produits, services et procédés innovants. Il concourra aussi, via une formation par la recherche industrielle, à accroître l'employabilité de personnels hautement qualifiés, formés de manière ouverte dans une double culture de laboratoire et d'entreprise.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 Enjeux sociétaux, relatifs au capital humain**

Le programme offre des ouvertures indispensables en termes de formation par la recherche industrielle aux étudiants des cycles supérieurs, afin qu'ils aient la possibilité de relever des défis en matière de recherche en étroite collaboration avec l'industrie. Le cadre de la chaire leur permettra ainsi de développer des activités sous forme de projets scientifiques en réponse à une expression de besoin formulée par les acteurs du monde socio-économique.



Les outils d'interaction pourront se présenter sous la forme de stages de recherche, d'encadrement partagé, etc.

La formation par la recherche dans des domaines de pointe, mobilisant les industriels, permettra l'acquisition par les étudiants de compétences scientifiques et technologiques en adéquation avec les besoins des industriels et favorisera donc leur accès à l'emploi.

## **2.2 Enjeux économiques**

Le programme « Chaires industrielles » soutient l'accueil, au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche, de scientifiques « éminents » pour développer avec et dans la structure d'accueil des travaux de recherche et de formation par la recherche (à caractère fondamental et appliqué). Il s'agit d'établir un lien contractuel pluriannuel, voire pérenne, et fort entre le titulaire, l'établissement d'accueil et les entreprises, autour de thématiques de recherche choisies et développées pour et avec ces dernières. En outre, ce lien peut être complété par des accords avec des collectivités territoriales dans une perspective d'accompagnement en faveur d'un déploiement industriel ou de formation entrepreneuriale.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

L'Agence Nationale de la Recherche a dans ses missions la stimulation des coopérations entre acteurs publics et privés de la recherche. Déployés au sein des départements thématiques, les appels à projets constituent un moyen efficace de soutenir la recherche collaborative. En parallèle, le département « Partenariats et Compétitivité » est chargé de promouvoir des outils au bénéfice de la recherche partenariale, comme par exemple :

- Le programme Carnot,
- Le soutien à l'activité des pôles de compétitivité,
- Le crédit d'impôt recherche.

Si ces différents outils issus de la mise en cohérence des attentes des acteurs du monde socio-économique avec la stratégie nationale de recherche et d'innovation ont montré le chemin, d'autres défis existent, notamment en ce qui concerne :

- La construction d'une stratégie commune de recherche entre acteurs publics et privés,
- L'inscription de la recherche industrielle dans la durée,
- La dimension ressources humaines (trajectoires professionnelles croisées et formation).

Afin de relever ces défis, l'ANR propose un nouveau dispositif qui a vocation à mobiliser des moyens pour consolider et renforcer la compétitivité des entreprises françaises en s'appuyant sur :

- le savoir-faire d'éminents enseignants-chercheurs,
- l'organisation d'une formation par la recherche d'excellence dans des domaines stratégiques pour les entreprises,
- une co-construction de la stratégie de recherche dans une logique d'innovation.

Appelé « Chaires industrielles », ce dispositif constitue un outil systémique bénéficiant de la synergie d'intégration de plusieurs dispositifs existants, afin de soutenir plus efficacement la recherche industrielle et ce, dans toutes les thématiques de recherche. En fixant les conditions d'applicabilité des savoirs, l'entreprise est ainsi placée au cœur du dispositif, ce



qui permet d'aborder des problématiques de recherche inspirées du marché et orientées vers une mission de formation par la recherche dans l'optique d'innover.

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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.

### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Type de recherche**

Ce programme est ouvert à l'ensemble des catégories de recherche : exploratoire, fondamentale, appliquée, industrielle, finalisée, expérimentation, développement technologique, monodisciplinaire, interdisciplinaire, etc.

- **Participation au financement du programme**

La chaire industrielle sera hébergée dans l'établissement public d'accueil. L'ancrage de cette chaire industrielle pourra prendre plusieurs formes juridiques ou, de préférence, faire l'objet d'un simple conventionnement. L'aide financière de l'ANR pour ce programme a une durée de quatre années et pourra éventuellement être renouvelée. La contribution de l'ANR est apportée jusqu'à concurrence de celle de l'(des) entreprise(s), calculée sur une assiette éligible correspondant au coût marginal des dépenses de fonctionnement de la chaire. L'aide ANR représentera donc au maximum 50 % de l'assiette éligible, et sera versée à l'organisme d'accueil.

Les Régions et autres collectivités territoriales pourront compléter l'effort consenti par l'ANR, les entreprises et les établissements, dans le cadre d'accords avec les organismes d'accueil. Toutefois, l'ANR ne considère que la contribution en liquidités des entreprises fondatrices identifiées dans le dossier de candidature pour déterminer sa propre contribution.

L'aide financière de l'ANR couvre la rémunération versée par l'organisme d'accueil au titulaire de la chaire industrielle (uniquement dans le cas d'un personnel non permanent de l'organisme d'accueil), ainsi que la rémunération des personnels temporaires, les charges associées, les coûts relatifs à l'infrastructure, aux outils et instruments de recherche et les dépenses de fonctionnement ou dépenses courantes se rattachant au programme de recherche de la chaire industrielle.

Le volume financier (contribution de l'ANR) par chaire industrielle pourra s'élever à 2 M€ par chaire industrielle à répartir sur 4 ans.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Le programme chaires industrielles est par nature ouvert à tous les thèmes de recherche.





## Emergence de Produits, Technologies ou Services à fort potentiel de Valorisation (EMERGENCE)

### Résumé :

Le programme Emergence vise à sélectionner et à financer des projets de courte durée (18 à 24 mois) issus d'organismes de recherche ayant un fort potentiel de valorisation, afin de faciliter et d'accélérer le développement de produits, de technologies ou de services et de permettre leur valorisation économique (cession ou licence de brevet, partenariat industriel, création d'entreprise) à l'issue du projet.

Le programme couvre l'ensemble des domaines scientifiques de recherche. Les structures de valorisation des organismes de recherche ou des universités, devront être partenaires des projets afin de les accompagner dans leur processus de valorisation.

### Mots clés :

Maturation, preuve de concept, transfert technologique, valorisation, brevets, licence, création d'entreprises, partenariats

### 3<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :** 2011 - 2012
- **Type de programme :** académique
- **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, qui a rencontré un grand succès auprès des acteurs de la recherche.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

L'action « Fonds national de valorisation » des Investissements d'avenir, vient compléter les outils existants pour le transfert technologique. L'année 2012 sera une année charnière pour l'observation de la coexistence de l'outil SATT et du programme Emergence. Cette action se décline en 3 volets :

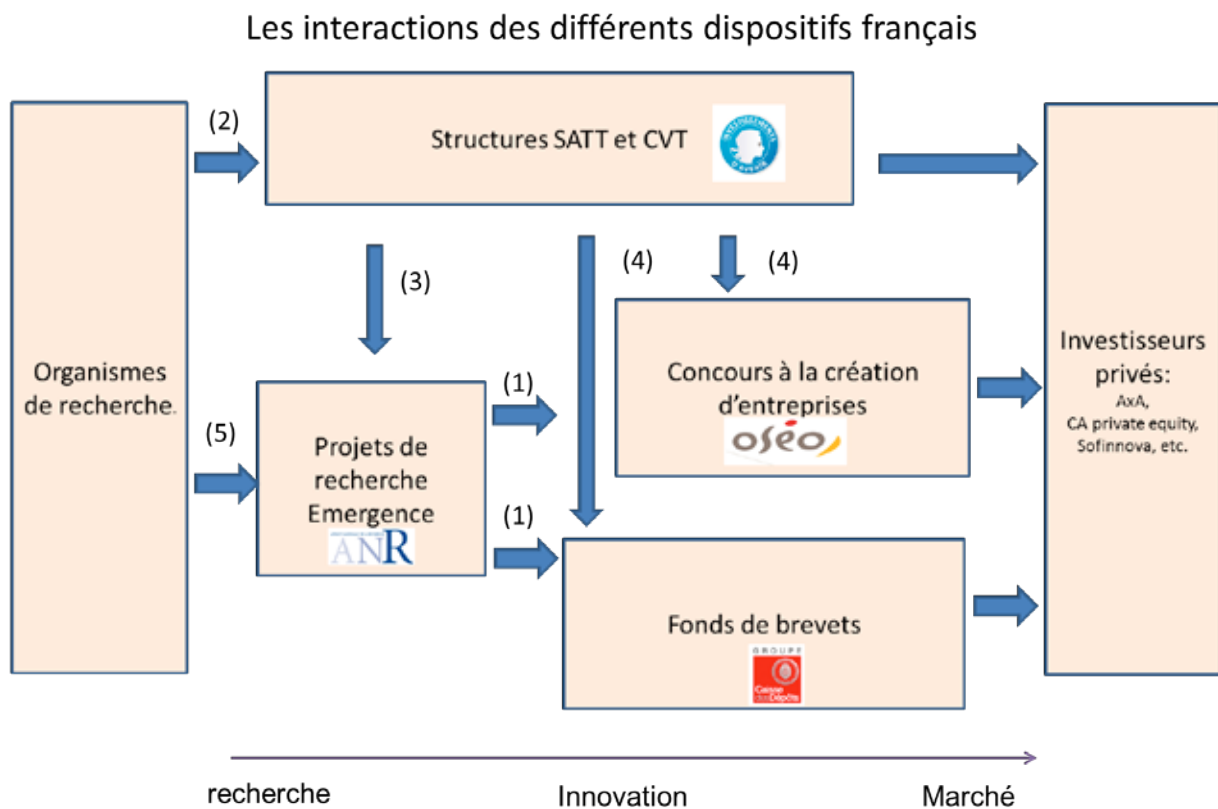
- La mise en place des sociétés d'accélération de transfert de technologies (SATT) qui sont des structures fédératives régionales, regroupant les équipes de valorisation de sites universitaires.
- La création de consortiums de valorisation thématiques, portés par des organismes publics nationaux de recherche, leurs filiales de valorisation ou par une Alliance.



- La mise en place de France Brevets pour la valorisation de droits de propriété intellectuelle issus de la recherche publique et privée, par la constitution de grappes technologiques.

Dans ce paysage le programme Emergence se situe en amont de France Brevets (1) et du Concours à la création d'entreprise (1).

Les SATT et les CVT quant à elles, pourront développer leurs propres projets de maturation ou de start-up en interne (2) ou répondre au concours à la création d'entreprise (4) ou aux appels à projets Emergence (3) ou déléguer la gestion de leurs brevets à France Brevets (4). Emergence s'adresse par ailleurs aux structures de valorisation qui n'ont pas été mutualisées (5). En effet, l'analyse du périmètre de couverture des dossiers SATT en cours et des projets soumis à Emergence, montre qu'il subsiste encore environ 40 % de projets déposés à Emergence, qui ne proviennent pas de ces structures de transfert.





## **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 sur une courte durée (18 à 24 mois), 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, et de professionnaliser les structures de valorisation des organismes publics de recherche et des universités, qui seront partenaires des projets. Cet objectif secondaire se voit aujourd'hui largement relayé par la création des sociétés d'accélération de transfert de technologies.

### **Résultats attendus**

A court terme, la réussite du programme Emergence sera évaluée à travers les éléments de valorisation réalisés à l'issue du financement des projets :

- 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'Emergence rejoint celui des appels à projets partenariaux de l'ANR : 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 (création d'emplois, marchés visés...).
- 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.

Dans ce cadre, il pourra être intéressant d'observer le nombre et le taux de succès des projets issus de ce programme pouvant être soumis aux autres programmes partenariaux de l'ANR



et aux dossiers soutenus par la SATT pour son propre compte sur les crédits des Investissements d'avenir.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - Enjeux économiques**

Les dépenses de R&D mondiales ont doublé durant la période 2000 - 2010, dans le même temps les demandes de brevets ont progressé deux fois plus rapidement. Les brevets représentent incontestablement pour les établissements de recherche et les entreprises, des actifs immatériels pouvant accroître leur compétitivité. Ce constat international a impulsé la mise en place de dispositifs d'accompagnement de la valorisation de la recherche. Le programme Emergence s'inscrit en amont de la chaîne de l'innovation, comme un vivier permettant l'alimentation du processus.

Plus généralement, les enjeux économiques du programme émergence, visent la création de valeur aussi bien pour le secteur privé que pour le secteur public :

- Pour le secteur privé, le développement de produits, technologies et services ayant un impact sociétal fort et la création d'activités économiques, en termes de soutien à la maturation de sujets innovants et de création d'entreprises et d'emplois.
- Pour le secteur académique, un cercle vertueux de résultats de recherche, alimentant la création de nouvelles connaissances sur les domaines de la SNRI, mais également un juste retour financier.

Les livrables du programme Emergence se mesurent par la création de brevets, de cessions de licences, de développement de partenariats avec des entreprises sous forme contractuelles ou collaboratives, de créations d'entreprises innovantes issues de la recherche académique, et éventuellement de la commercialisation d'un savoir-faire spécifique.

D'une manière générale, la valorisation des résultats de la recherche aura pour conséquence à moyen terme, de développer le rayonnement national et international des établissements de recherche, et le développement de nouveaux secteurs économiques innovants.

Le programme devrait ainsi renforcer le tissu industriel français, en permettant aux jeunes pousses d'être lancées avec des projets plus mûres, devenant ainsi plus attractives pour les investisseurs.

### **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

Le programme Emergence repose sur la valorisation de recherches, dans des secteurs particulièrement attractifs comme :

- les biotechnologies pour la santé (avec en particulier l'objectif de développer de nouveaux médicaments et de nouveaux tests diagnostiques)
- le secteur des technologies de l'information et de la communication
- 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.



A ce titre, le programme Emergence dans sa configuration précédente (uniquement ouvert aux biotechnologies entre 2005 et 2009) 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 ce programme depuis 2010 à d'autres secteurs scientifiques démultiplie le potentiel d'impact du programme.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Le programme Emergence se place dans un objectif de valorisation de la connaissance. Son moyen d'action est le projet de recherche aboutissant à un transfert technologique. En parallèle, plusieurs dispositifs complémentaires existent en France. En aval, le concours à la création d'entreprise dont l'opérateur est OSEO, et de manière parallèle le programme des Investissements d'avenir en soutien aux sociétés d'accélération de transfert technologique des investissements d'avenir géré par l'ANR. Par ailleurs, la Caisse des Dépôts vient de créer une nouvelle activité au travers de France Brevets, et prendra des participations dans les SATT. Le sujet de la valorisation de la recherche est donc en pleine effervescence. En France, le programme émergence se voit complété de dispositifs qui l'alimenteront en amont et qui permettront des suites en aval (voir schéma en page 2).

**Caractère international du programme : Le programme est national.**

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Type de recherche**

Le programme est ouvert exclusivement à des projets de recherche industrielle et de développement expérimental, c'est à dire de la recherche planifiée ou des enquêtes critiques visant à acquérir de nouvelles connaissances et aptitudes, en vue de mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services, ou d'entraîner une amélioration notable des produits, procédés ou services existants. Il comprend la création de composants de processus de systèmes complexes, nécessaire à la recherche industrielle, notamment pour la validation de technologies génériques, à l'exclusion des prototypes visés.

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme doit promouvoir de projets avec des partenaires appartenant à la catégorie organisme de recherche (université, EPST, EPIC, ...) et un partenaire « structure de valorisation ».

- **Participation au financement du programme**

L'ANR est le seul financeur du programme.

### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

#### **Axes et thèmes des recherches**

Le programme 2012 sera recentré sur trois axes qui répondent aux grandes priorités de la stratégie nationale de recherche et d'innovation.



**Axe 1 :** Alimentation, Biotechnologies, Technologies pour la santé

**Axe 2 :** Energie, Environnement, Ecotechnologies, Agriculture, Développement Durable

**Axe 3 :** Information, Communications, Nanotechnologies, Ingénierie, Instrumentation



## Inter Carnot-Fraunhofer

### Résumé :

Un appel à proposition 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 réunions 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 2008 à Berlin, les thèmes suivants ont été pris en considération : énergie et environnement, sécurité civile, transports, santé et technologies de l'information et de la communication.

Après la signature d'un MoU entre le BMBF et l'ANR, le programme PICF a été créé. L'objectif premier de ce programme était de pérenniser les relations entre les instituts Carnot et Fraunhofer. 3 appels à projets de 2009 à 2011 ont été lancés, les deux premiers avec les instituts Carnot labellisés en 2006 et 2007, le troisième avec les nouveaux instituts Carnot fraîchement labellisés dans le cadre de l'appel à candidature Carnot 2.

Conditionné par la signature d'un nouvel accord entre le BMBF et l'ANR, un nouveau programme inter Carnot-Fraunhofer sera lancé en 2012. Ses contours seront définis lors du 4<sup>ème</sup> forum franco-allemand de la recherche d'octobre 2011, au cours duquel une table ronde sera consacrée au développement des relations entre les instituts Carnot et Fraunhofer.

### Mots clés :

Recherche industrielle, recherche partenariale, instituts Carnot, instituts Fraunhofer

### Programme nouveau

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme bilatéral
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : PICF s'inscrit dans la continuité du programme PICF 2009/2011.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** : PICF est en lien direct avec le programme « Valorisation – instituts Carnot » des Investissements d'avenir, action internationale. En effet, les deux programmes sont réservés aux instituts Carnot. La complémentarité est réelle entre les deux programmes, puisque le programme PICF, focalisé sur la coopération avec un seul RTO (les instituts Fraunhofer), est axé sur la recherche industrielle alors que l'action internationale du programme « Valorisation – instituts Carnot » des Investissements d'avenir est très majoritairement axée sur le *business development* à l'international, lequel pourra s'appuyer, entre autre, sur la valorisation des acquis du programme PICF.



## **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 en 1949. Du point de vue des investissements en R&D en Europe, l'Allemagne est en tête suivie par l'Angleterre et la France. Selon le rapport « European innovation scoreboard 2009 », l'Allemagne fait partie, derrière la Suède et la Finlande et avec le Royaume uni et le Danemark, des 5 pays innovants « leaders », alors que la France, à l'instar de l'Autriche, du Luxembourg, de la Belgique et de l'Irlande sont les 5 premiers pays « suiveurs ». 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 Fraunhofer est donc une évidence pour essayer d'atteindre les objectifs de Lisbonne en investissement R&D. Le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a en effet souligné le besoin de renforcer la coopération franco-allemande notamment dans le cadre du programme Carnot 2.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - 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 académiques et le monde socio-économique. Le but principal de ces organisations est de rendre la recherche plus accessible aux partenaires industriels et fluidifier les échanges entre les deux communautés afin d'accéder plus rapidement à des innovations bénéfiques à la société.





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

Le programme Carnot a pour vocation d'aider à améliorer la R&D française, les enjeux de productivité, compétitivité, le positionnement par rapport à la concurrence internationale et les évolutions des secteurs doivent être pris en compte dans les stratégies de recherche et de développement de la recherche partenariale des instituts.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Les instituts Carnot sont encouragés à développer les relations partenariales avec les PME, souvent régionales via les Pôles de Compétitivité entre autres. A part certains instituts très 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'association des instituts Carnot, à mutualiser les efforts de recherche en grandes thématiques afin de rendre plus visible le dispositif Carnot au niveau national et international. Le rapprochement avec les instituts Fraunhofer, avec une histoire de plus de 60 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.

## 2.2 - 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 et une meilleure reconnaissance et attractivité des métiers de la recherche et de la recherche partenariale.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

L'existence du programme franco-allemand entre instituts technologiques Fraunhofer et Carnot est un catalyseur d'échanges de moyens humains entre les deux pays. Ce programme est une excellente opportunité d'échange de savoirs 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 et a fait l'objet depuis 2010 d'un accord spécifique entre l'ANR et le BMBF pour un programme commun Concepts,



Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale (CSOSG). Les instituts Carnot et Fraunhofer seront donc invités sur ce thème à déposer leurs propositions dans ce nouveau programme.

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

Les labels Carnot et Fraunhofer permettent d'identifier des structures de recherche capables de collaborer efficacement avec les partenaires socio-économique et devraient permettre de relier les mondes de la recherche académique et industrielle et ainsi offrir de nouvelles opportunités aux jeunes diplômés, ce qui aura pour conséquence de rendre plus attractive les carrières de la recherche au contact des entreprises.

### **2.3 - Enjeux écologiques et environnementaux**

Le programme couvre le domaine de l'environnement suite à une demande française résultant du Grenelle de l'environnement. Ce point fait donc l'objet d'un axe identifié comme prioritaire par les deux pays dans le cadre de ce programme.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 - Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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 Fraunhofer et leurs partenaires industriels. L'association européenne des instituts de recherche technologiques (EARTO) a été impliquée dans un ERA-NET EARTO's qui avait 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 des deux pays sous condition d'un financement propre. A 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.

### **3.2 - Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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 proposition comme PICF sont plus 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 leurs recettes de recherche contractuelle.

- **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 en véritables ponts entre les mondes académique et socio-économique tout en véhiculant une image d'excellence sur le modèle du MIT. Le programme Carnot encourage de plus 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 précompétitif ou de recherche industrielle en excluant la recherche fondamentale.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat visé sera de type public-privé. Les pôles de compétitivité français et les Clusters allemands pourraient également être concernés du fait des liens étroits tissés avec les instituts tout comme les PME (colonne vertébrale de la R&D allemande et point sensible particulièrement encouragé dans le cadre du programme Carnot). 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 informés sur un projet franco-allemand sans que le 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 PME satellites sera particulièrement bénéfique pour les partenaires français.

- **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 vraiment l'intérêt des industriels pour les propositions déposées : en effet, de nombreuses lettres de soutien bien entendu 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 proposant de prévoir la présence d'industriels dans le cadre du suivi dès l'écriture de la proposition sous forme d'un « advisory board ».



## 4. 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 ;
- Environnement ;
- Technologies de l'information et de la communication ;
- Transports ;
- Sécurité civile ;
- Santé.

Les projets PICF 2009 2010 et 2011 ont répondu à ces 6 grandes thématiques de la manière suivante :

	PICF 2009		PICF 2010		PICF 2011
	Thèmes proposés (pour 79 projets)	Thèmes retenus (pour 11 projets)	Thèmes proposés (pour 39 projets)	Thèmes retenus (pour 8 projets)	Thèmes proposés (pour 28 projets)
Energie	17	1	10	2	8
Environnement	5	1	3	1	3
STIC	26	4	16	3	10
Santé	9	2	3	1	3
Sécurité civile	6	1	4	0	3
Transports	16	2	3	1	1

Comme lors des éditions précédentes, aucun sous-thèmes ou sous axes prioritaires n'a été identifié.

The background of the entire page is a solid orange color. Overlaid on this are several semi-transparent, white, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are most prominent in the top and bottom corners, framing the central white area.

# 45

**PROGRESSER**  
dans la connaissance du vivant



46

**FAIRE FACE**

aux problématiques majeures  
de santé publique



## Déterminants sociaux de la santé (DSS)

### Résumé :

En dépit d'un système de santé performant, l'évolution des déterminants sociaux se traduit en France, comme dans la plupart des autres pays à forts revenus de l'OCDE, par une aggravation des inégalités de santé, les gains bénéficiant préférentiellement aux groupes les plus favorisés. Ces inégalités sont perçues comme une injustice des plus flagrantes et des plus inacceptables par les populations. Lutter contre ces inégalités suppose une compréhension des déterminants sociaux de la santé et des mécanismes par lesquels ils affectent la susceptibilité des individus au développement des pathologies tout au long de la vie. Leur étude justifie de mobiliser conjointement les communautés de chercheurs en sciences humaines et sociales et les biologistes afin de produire des hypothèses nouvelles, vérifiables ou falsifiables. Il s'agit en particulier de concevoir comment des empreintes enregistrées aux stades précoces de la vie modifient la susceptibilité ultérieure aux situations potentiellement pathogènes. L'appel à projets souhaite stimuler des études spécifiques sur certaines pathologies dont le développement apparaît particulièrement lié à des événements associés à l'histoire sociale, familiale ou éducationnelle des individus. Il entend ainsi indiquer des possibilités d'action préventive.

### Mots clés :

Analyse des politiques de santé et de leurs impacts, approches intégratives, efficience et équité, déterminants du gradient social de morbidité/mortalité, modélisation, recherches méthodologiques, épigénétique, santé publique, sciences humaines et sociales, systèmes de santé, systèmes d'information en santé, sciences humaines et sociales, environnement, habitat, conditions de travail

## Programme nouveau

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national

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

Ce programme reprend les thématiques du « Programme de Recherche en Santé Publique » (PRSP) proposé en 2009. Les axes de ce programme étaient les suivants :

- Etudes des déterminants et des interactions entre les déterminants de santé et du maintien de l'autonomie
- Recherches de nature méthodologique
- Recherches sur les processus et indicateurs d'évaluation
- Recherches sur les systèmes d'information



Dans un contexte semblable à celui du programme de recherche en santé publique, le programme DSS souhaite stimuler les travaux de recherche visant à mieux comprendre les causes des inégalités en regard de la santé et éclairer la question des liens entre certaines de ces causes et la susceptibilité des individus face aux mécanismes pathologiques.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

A ce jour, les Investissements d'avenir n'ont pas sélectionné de projet de recherche adressant la question des déterminants sociaux de la santé des populations. Une étude des inégalités sociales est proposée par le laboratoire d'Excellence iPOPs (Paris, Pessac, Strasbourg). Toutefois, ces recherches sont centrées sur les dynamiques familiales, le vieillissement et les inégalités sociales, de genre et de générations. Les questions directement liées à la santé n'y sont *a priori* pas abordées.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

- Décrire les chaînes causales conduisant à ce que des inégalités socio-économiques, environnementales ou culturelles se traduisent en mécanismes pathologiques.
- Comprendre comment la vulnérabilité spécifique des périodes pré- et néo-natales et de l'enfance entraîne des conséquences sur la santé à moyen et long terme.
- Identifier et valider des méthodes d'analyse nouvelles capables d'apprécier l'impact des politiques publiques sur la santé de différents groupes sociaux.
- Eclairer le contexte des problématiques propres au secteur de la santé afin de combiner l'efficacité dans l'allocation des ressources et l'équité en faveur des victimes de maladies/handicap.

### **Résultats attendus**

- Définition de nouveaux déterminants du gradient social de morbidité/mortalité,
- Modélisation des chaînes de causalité et de l'impact biologique des déterminants sociaux de santé,
- Augmentation de la disponibilité et l'utilisation des systèmes d'information en santé,
- Développement des capacités de la recherche en santé des populations à fournir des bases scientifiques susceptibles de fonder une expertise et une aide à la décision politique.

### **Impact espéré**

L'appel à projets est destiné à enrichir le débat sur les interventions possibles pour une réduction des inégalités sociales de santé et de leur impact. Une réponse adaptée des pouvoirs publics aux inégalités de santé suppose des analyses préalables coordonnées dans différents domaines. Celles-ci porteront sur les dimensions sociales, économiques et médicales du problème, tenteront d'en identifier les causes compréhensibles ainsi que l'ampleur et la nature de celles qui nous échappent. Ces analyses permettront de définir des méthodes adaptées pour appréhender l'intrication de ces multiples déterminants et identifier des actions capables d'en diminuer l'impact sur la population.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - Enjeux sociaux et pour la société**

Dans la lignée de rapports antérieurs réalisés pour le Parlement Britannique ou l'Union Européenne, le rapport de la Commission des « Déterminants sociaux de la santé » de l'OMS, présidée par Sir Michaël Marmot, publié en 2009, a montré en s'appuyant sur une très vaste littérature scientifique qu'il n'existe pas de société où n'apparaisse pas une structure sociale hiérarchique qui reflète l'accès au pouvoir et aux ressources. Cette structure détermine la répartition de la plupart des indicateurs de santé d'une population.

En dépit d'un système de santé performant, l'évolution des déterminants sociaux se traduit en France, comme dans la plupart des autres pays à forts revenus de l'OCDE, par une aggravation des inégalités de santé. Celle-ci résulte pour l'essentiel d'un mécanisme de progrès différentiel conduisant à ce que les gains de santé bénéficient plus rapidement aux groupes de populations plus favorisés. Faute d'une compréhension claire des déterminants sociaux de la santé et de leurs impacts sur le développement des pathologies, les pays concernés tardent à prendre en compte frontalement ce problème par des politiques adaptées. Les inégalités sociales de santé sont cependant perçues comme une injustice des plus flagrantes et des plus inacceptables par les populations des pays les plus développés.

### **2.2 - Enjeux économiques**

La santé est un élément de nature à favoriser la croissance économique. L'amélioration de la santé des populations est un facteur de développement à long terme. La santé et la nutrition sont reconnues, au même titre que l'éducation, comme source de capital humain. Réduire les inégalités de santé permet des gains économiques à travers l'augmentation de la productivité du travail de ceux dont la productivité est la plus basse.

L'évolution des systèmes de protection sociale mis en place depuis plusieurs décennies dans les pays développés fait craindre une aggravation des inégalités vis-à-vis de la santé. L'absence de système de protection sociale dans beaucoup d'autres pays s'accompagne d'inégalités importantes et constitue un facteur d'instabilité politique et de retard au développement économique.

Les dépenses de santé sont aggravées par l'efficacité inégale des interventions selon les individus auxquels ils sont dispensés. Les inégalités dans l'accès à des soins de qualité et vis-à-vis de l'observance de ceux-ci, et la capacité variable selon les groupes sociaux de tirer bénéfice des mesures de prévention qui leur sont proposées pèsent sur les dépenses de santé des pays développés. Le fait que les systèmes de soins sophistiqués des pays riches ne contribuent pas à réduire les inégalités sociales de santé, voire y participe en dépit d'un impact financier croissant, est à considérer comme l'indice d'une qualité problématique, et conduit à s'interroger sur l'efficacité de ces systèmes. Cette constatation soulève la question de la nécessaire équité dans l'allocation des ressources en regard de l'efficacité espérée des décisions censées améliorer la santé de la population générale.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

L'IRESP a lancé en 2009, en partenariat avec la DGS, la CNAMTS, la CNSA, la HAS, la MiRe-DREES, le RSI, l'Inserm, l'EFS, l'Afssaps, l'InVS et l'INPES, et en concertation avec l'ANR, un appel à projets de recherche intitulé « Services de santé – Politiques publiques et santé ». L'objectif était de promouvoir la structuration d'un milieu de recherche en Santé Publique de qualité internationale en incitant au développement, en France, de travaux scientifiques multidisciplinaires sur les déterminants de la santé, les politiques publiques et les services de santé.

L'IRESP avait également publié en 2005 avec l'InVS, l'Inserm, la DREES-MiRe, la DGS et l'INCa un appel à projets intitulé « Inégalités sociales de santé » (<http://www.iresp.net>).

Un appel à projets sur la « Recherche interventionnelle visant la réduction des inégalités face au cancer a été lancé par l'INCa en 2010 puis en 2011 (<http://www.e-cancer.fr/aap/ri11>).

Le Ministère de la Santé - DREES - Mission de la Recherche a lancé un appel à projets « Construction sociale des inégalités » en 2005.

Le programme cadre FP7 comprenait en 2011 deux appels à projets liés aux inégalités de santé :

- HEALTH.2011.3.3-1: « Developing methodologies to reduce inequities in the determinants of health » est un appel à des projets de recherche collaboratifs (small or medium-scale focused research project) destiné à identifier et valider des approches méthodologiques capables de mesurer l'impact des politiques de santé et leur efficacité sur différents groupes sociaux, dont les plus vulnérables.
- HEALTH.2011.3.4-2: « Building sustainable capacity for research for health and its social determinants in low and middle income countries » est un appel à des actions coordonnées pour la conception, le développement et de l'implémentation de systèmes de santé durables dans les pays du sud.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Une meilleure compréhension des déterminants sociaux de la santé et des chaînes causales conduisant au développement des pathologies nécessite des études aux interfaces entre les disciplines de la santé publique (épidémiologie et biostatistiques notamment), et des sciences humaines, économiques et sociales. Cet appel à projets conjoint entre les secteurs Sciences Humaines et Sociales et Biologie/Santé de l'ANR souhaite mobiliser largement les communautés scientifiques concernées et s'inscrire dans les thèmes de recherche les plus porteurs de la littérature internationale dans le domaine.



Il entend promouvoir des approches « intégratives » incitant les disciplines de la santé publique et des sciences humaines et sociales à se rapprocher de la biologie, de la clinique et des outils de modélisation (mathématiques, physique).

- **Type de recherche**

Exploratoire, fondamentale, interdisciplinaire

- **Participation au financement du programme**

Eventuellement co-financement envisageable avec DGS, CNAV, IRSeP, INPES ...

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

Les inégalités de santé ne sont pas distribuées au hasard mais, selon un gradient variant selon que les groupes sociaux sont plus ou moins favorisés. Elles sont socialement construites et donc injustes et modifiables. Elles posent un problème spécifique, car elles s'analysent comme un cumul de désavantages qui s'aggravent mutuellement.

Les déterminants de l'état de santé d'une population sont multiples et intriqués. Certains déterminants socio-économiques ont été précédemment décrits et étudiés. Il s'agit en particulier de l'accès à l'éducation, du niveau de revenu de la famille, des conditions de vie dans l'enfance, de l'accès à l'emploi, des conditions de travail, des conditions de vie, de l'environnement contextuel et territorial, de l'intégration sociale. Ces déterminants conditionnent en grande partie l'exposition subie aux facteurs de risque et la capacité des individus et des groupes sociaux à porter attention à leur santé, ainsi que leurs attentes vis-à-vis du système de soins qui leur est proposé. S'ils rendent largement compte du différentiel social d'accès aux soins primaires, secondaires ou de prévention, et du fait que les régimes assurantiels universels ne suffisent pas à garantir l'égalité des soins, les déterminants identifiés à ce jour ne représentent vraisemblablement qu'une partie des causes des inégalités de santé. La mise en évidence de déterminants jusqu'ici ignorés ou négligés est l'un des objectifs de l'appel à projets.

L'environnement macro-social, l'environnement micro-social et les comportements individuels agissent sur la santé aux différentes périodes de la vie des individus. Les événements marquant la vie pré-natale, peri-natale et la petite enfance sont soupçonnés d'avoir un impact décisif sur la santé non seulement durant ces périodes mais également durant la vie adulte. La contribution des déterminants ayant agi sur les générations antérieures pourrait ainsi affecter les générations suivantes. Les déterminants générationnels et de la petite enfance restent très mal connus. Les mécanismes mis en jeu et les modalités par lesquelles ils affectent la santé des individus au fil des ans sont incompris. Leur étude justifie de mobiliser conjointement les communautés de chercheurs en sciences humaines et sociales et les biologistes afin de produire des hypothèses nouvelles, vérifiables ou falsifiables. Il s'agit en particulier de concevoir comment des empreintes enregistrées aux stades précoces de la vie modifient la susceptibilité ultérieure aux situations potentiellement pathogènes. L'appel à projets souhaite stimuler des études spécifiques sur des pathologies dont le développement apparaît particulièrement lié à des événements associés à l'histoire sociale, familiale ou éducative des individus.



Il pourrait ainsi conduire à des réflexions pertinentes sur leurs déterminants sociaux et indiquer des possibilités d'action préventive.

La multiplicité des déterminants sociaux de l'état de santé et leurs intrications complexes ne permet pas une description causale linéaire des conséquences des inégalités sociales sur la santé des individus. L'enchevêtrement des interactions entre le social et le biologique nécessite le recours à des descriptions faisant appel à des approches susceptibles de modéliser des systèmes complexes. L'appel à projets vise à la conception de modèles originaux adaptés à l'analyse de données multiples et hétérogènes se révélant capables d'identifier des nœuds susceptibles de représenter des cibles pour la mise en œuvre de politiques de prévention.

Les inégalités sociales de santé constituent des limites aux systèmes de soins et à la prévention. Elles posent la question de la qualité de ces dispositifs et de leur efficacité en regard des résultats attendus et des efforts consentis par la société. L'appel à projets devrait permettre de produire des analyses de la nature de ces limites et conduire à la conception de systèmes de santé plus performants et plus durables vis-à-vis des contraintes économiques.

### **Axes et thèmes des recherches**

**Axe 1 :** Facteurs sociaux, économiques, environnementaux et comportementaux déterminant l'état de santé des populations

**Axe 2 :** Modélisation des chaînes causales des inégalités sociales de santé et production d'hypothèses originales sur la susceptibilité aux situations potentiellement pathogènes

**Axe 3 :** Organisation des systèmes de santé, prise en charge et accès aux soins

**Axe 4 :** Analyse des politiques de santé et de leurs impacts



## Santé mentale et addictions (SAMENTA)

### Résumé :

La santé mentale est un 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 invalidantes. Leurs complications peuvent être gravissimes, conduisant à l'exclusion sociale et/ou au suicide. L'identification d'un nombre croissant de marqueurs biologiques, cognitifs, et en imagerie associés aux troubles mentaux souligne l'importance des désordres biologiques accompagnant les troubles du comportement, qu'ils soient de nature addictive, dépressive, psychotique ou autistique. Mais la délimitation des syndromes et des maladies, la description de leurs trajectoires évolutives au cours de la vie, et leurs facteurs de risques restent encore à préciser. Ce programme a pour objectif de stimuler les recherches en psychiatrie et dans le domaine des addictions afin de mieux définir et catégoriser ces pathologies, d'en faire le diagnostic plus précocement, pour définir des stratégies de prévention. Ce programme accompagne la mesure 26 du plan addictions 2007-2011.

### 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.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**  
NEURO (2005-2007), Maladies neurologiques et psychiatriques (MNP 2008-2009), ERA-NET NEURON1 (2008-2010) et NEURON2 (2011-2013), programme blanc comité SVSE4.



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

- La cohorte Psy-CHO dont l'objectif est de suivre sur 10 ans 2000 patients jeunes, atteints de 3 maladies psychiatriques majeures : schizophrénie, psychose maniaco-dépressive (« trouble bipolaire »), ou encore le syndrome d'Asperger.
- Le projet bioinformatique Brainomics dont l'objectif est de développer des solutions permettant les études d'imagerie génétique à grande échelle et dont l'un des domaines applicatifs est une collection dans le domaine de la schizophrénie.
- Les infrastructures nationales en biologie-santé, en particulier les 70 centres de ressources biologiques (CRB) et les 54 centres d'investigation clinique (CIC).

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

- Stimuler les recherches intégratives en psychiatrie et dans le domaine des addictions ;
- Favoriser 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, et les facteurs d'évolutivité, qu'il s'agisse de leurs déterminants génétiques ou socio-environnementaux.
- Produire de nouvelles classifications nosologiques des maladies mentales.
- Diagnostiquer ces maladies le plus tôt possible et identifier les états mentaux à risque pour promouvoir des stratégies de prévention.
- Identifier des nouvelles pistes thérapeutiques.

### **Impact espéré**

- Renforcer les équipes de recherche multidisciplinaires associant médecins, épidémiologistes, biologistes, chercheurs en sciences humaines, environnement, urbanisme, habitat, spécialistes des conditions de travail, etc. afin d'aborder les questions spécifiques liées aux maladies mentales et à l'addiction.
- Augmenter l'acceptation de la maladie mentale et améliorer les représentations des troubles psychiatriques afin de favoriser l'accès aux soins et la reconnaissance des troubles.
- Aider à la mise en place de politiques de prise en charge précoce et de prévention des complications des maladies mentales, telles que l'exclusion sociale ou le suicide.
- Augmenter la recherche translationnelle et le partenariat public/privé.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**



## 2.1 - Enjeux économiques

- Les maladies mentales 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.

## 2.2 – Enjeux sociaux et pour la société

- Amélioration de la qualité de vie des patients et de la famille et prévention des complications graves grâce à un diagnostic et une prise en charge dès les phases précoces des troubles psychiatriques ;
- 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 ;
- Amélioration du pronostic fonctionnel et diminution de l'impact socio professionnel des troubles mentaux pour l'individu et pour la société : facilitation de la réinsertion, diminution des coûts directs (soins) et indirects (perte d'emploi-arrêt de travail du sujet et des aidants).

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 – Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, en Europe ou dans le monde

- **Positionnement par rapport à d'autres programmes en France**

L'ANR soutient des projets de recherche en psychiatrie et sur les addictions depuis 2005, à travers les programmes NEURO (2005-2007), Maladies neurologiques et psychiatriques (MNP, 2008-2009), ERA-NET NEURON 1 (2008-2010) et ERA-NET NEURON 2 (2011-2013), ainsi que dans le cadre du comité n°4 Sciences du vivant, Santé et Environnement (SVSE4) du programme non-thématique. Les projets de recherche en psychiatrie soumis dans ces programmes ont souffert de la compétition avec les projets de recherche dans d'autres domaines des neurosciences où les modèles d'études permettent d'aborder plus directement des questions biologiques fondamentales ou de formuler des hypothèses physiopathologiques accessibles à l'expérimentation. Il en a résulté des taux de succès faibles (à peine plus de 10 % en moyenne) des projets en psychiatrie, insuffisants pour accompagner le développement d'une communauté en plein essor. Cette situation justifie pleinement la publication d'un appel à projets spécifique permettant une compétition à armes égales entre projets de recherche dans le domaine de la psychiatrie et des addictions. Cette analyse a été validée par le nombre important de projets soumis à la première édition de SAMENTA en 2011 (78 projets recevables et éligibles), lequel garantit un niveau de compétition compatible avec la sélection de projets de très haut niveau.

- **Positionnement par rapport au 7<sup>ème</sup> Programme Cadre (FP7)**



Le 7<sup>ème</sup> programme cadre a proposé plusieurs financements ciblés dans le domaine de la psychiatrie au cours des dernières années.

2007 : Deux programmes de recherche collaboratifs :

- HEALTH-2007-A-1.2.2.1-3: Neurobiology of anxiety disorders ;
- HEALTH-2007-B-1.2.2.1-2: From mood disorders to experimental models.

2008 :

- HEALTH-2008-A-2.2.1-1 et HEALTH-2008-A-2.2.1-2 : deux larges programmes de recherche collaboratifs sur la schizophrénie ;
- HEALTH-2008-A-2.2.1-4 : un programme de recherche sur les désordres de la parole ;
- HEALTH-2008-A-2.2.1-5 : une action coordonnée sur les facteurs psycho-sociaux des maladies neurologiques.

2009 : La santé mentale et les addictions sont définies comme des domaines de priorité pour la période 2009-2012.

2011 :

- HEALTH-2011-2.2.1-3 : un programme de recherche collaboratif sur les comportements addictifs chez les adolescents ;
- HEALTH-2011-two-stage : un programme de recherche collaboratif pour soutenir des travaux pré-cliniques, le développement de modèles animaux et la mise en place de cohortes.
- HEALTH.2010.3.3-3 : une action de coordination destinée à élaborer une feuille de route européenne sur la santé mentale.

2012 : aucun appel à projets dans le domaine de la psychiatrie n'est annoncé.

### **3.2 - Positionnement scientifique et technologique**

- **Enjeux scientifiques du programme**

Après des décennies marquées par la prédominance des travaux visant à préciser les classifications nosologiques et à définir des modalités de prise en charge des malades centrées sur l'utilisation des drogues psycholeptiques et l'aide psychologique, la recherche sur les maladies psychiatriques a connu des bouleversements notables au cours des dernières années. Ceux-ci concernent en particulier l'identification d'un nombre croissant de marqueurs biologiques, génétiques ou métaboliques, cognitifs ou en imagerie cérébrale associés à diverses maladies mentales, soulignant l'importance des désordres biologiques accompagnant les troubles psychiatriques. Certains de ces marqueurs pointent vers des dysfonctionnements neuronaux, en particulier au niveau de la synapse, et autorisent des hypothèses nouvelles capables de rendre compte des désordres comportementaux par des anomalies biologiques. Cette évolution amorce une période nouvelle pour la recherche sur les maladies mentales qu'il convient d'aider et d'accompagner par un programme de financement spécifique.

Les approches nouvelles conduisent à repenser les questions relatives à la classification nosologique des maladies psychiatriques et pourraient fournir des outils biologiques susceptibles de modifier les concepts antérieurs reposant uniquement sur l'observation





clinique et psychopathologique. Cette dynamique nouvelle appelle la constitution de cohortes conçues pour aborder ces questions, lesquelles en retour permettront vraisemblablement d'affiner les études de marqueurs génétiques, ou épigénétiques, et d'augmenter la puissance des essais thérapeutiques.

L'émergence de questions biologiques bien cernées dans le domaine des maladies mentales devrait permettre d'isoler des modèles cellulaires, et/ou des modèles animaux. Des lignées de souris invalidées pour l'expression de gènes associés à des maladies mentales ont déjà été produites et sont en cours d'analyse. L'accès à des cellules neurales et des neurones à partir de prélèvements peu invasifs chez des patients et l'établissement de lignées de cellules souches pluripotentes induites peut également représenter un changement notable dans l'approche expérimentale de ces maladies. Enfin, les progrès de l'imagerie cérébrale, structurale ou fonctionnelle, associés à ceux des neurosciences cognitives ouvrent vers de nouvelles voies de compréhension des symptômes ou syndromes psychiatriques. Le programme SAMENTA vise à soutenir ces efforts.

Ces progrès nécessitent une intrication profonde des recherches dans différentes disciplines. Il devient nécessaire qu'autour de la psychiatrie clinique s'organisent des collaborations entre chercheurs en génétique humaine, en imagerie cérébrale, des neurobiologistes, des biologistes cellulaire, et des chercheurs en sciences sociales. Un objectif majeur du programme est de faciliter la structuration et la maturation d'une communauté de recherche multidisciplinaire, associant si possible des laboratoires publics et des laboratoires privés, autour des maladies mentales et des problèmes liés à l'addiction.

- **Type de recherche**

Essentiellement recherche fondamentale exploratoire ou preuve de concept interventionnelle dans des domaines innovants.

### **Positionnement par rapport au partenariat**

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public/public, public/privé.

## **4. Stratégie de recherche**

### **Axes et thèmes des recherches**

**Axe 1. Environnement et santé mentale : identification des facteurs de risque et de réversibilité socio-économiques (organisation et accès des soins, stigmatisation sociale), culturels, environnementaux, etc.**

Les recherches soutenues viseront à mieux apprécier la place de la maladie mentale et de l'addiction dans la société, d'en reconnaître les causes éventuelles et les conséquences possibles, handicap psychique, désinsertion socio professionnelle.

Ces recherches reposent en grande partie sur des cohortes de patients ou en population générale, lesquelles fournissent l'essentiel du matériel d'étude, qu'il s'agisse des observations cliniques, de prélèvements biologiques ou d'imagerie.



Les questions posées dans ce contexte rapprochent le programme SAMENTA des études des déterminants sociaux de santé, qui sont proposées dans un autre programme de l'ANR (DSS), ainsi que des études sur l'impact de l'environnement sur la santé, qui sont soutenues dans le programme Contaminants, Environnement, Santé, Adaptabilité (CESA).

### **Axe 2. Identifications de bio-marqueurs pour le diagnostic et le pronostic des maladies mentales et des addictions.**

Cet axe représente l'une des faces biologiques du programme. Il vise notamment à soutenir des travaux explorant les liens entre maladie mentale et génétique. L'identification des marqueurs de vulnérabilité ou de marqueurs de stade évolutif associés à la maladie mentale ou à l'addiction présente une importance majeure non seulement en regard de la production d'hypothèses physiopathologiques, mais également pour la définition de tests biologiques capables de modifier la classification des maladies, d'aider à leur diagnostic, et d'autoriser un diagnostic très précoce, dont on sait l'importance pour une prise en charge adaptée et la prévention des complications, dont le suicide est la forme majeure.

### **Axe 3. Facteurs développementaux : origine, installation et évolution des maladies.**

Cet axe entend attirer l'attention des communautés de chercheurs sur l'étude approfondie de situations modèles précisément caractérisées, sur la base de processus cognitifs ou dérivées des conclusions des études génétiques, et envisagée dans une dimension évolutive sur la vie entière (des premières années à l'adolescence, période particulièrement vulnérable pour l'émergence de troubles psychiatriques, jusqu'au vieillissement et aux troubles psychiatriques associés au vieillissement normal ou pathologique). L'objectif est de mieux connaître l'histoire naturelle des maladies mentales et de l'addiction, et l'identification de facteurs susceptible d'en modifier le cours ainsi que les trajectoires évolutives des troubles de l'enfance.

### **Axe 4. Co-morbidité des maladies psychiatriques et somatiques.**

Cet axe est en premier lieu clinique et épidémiologique. Il peut conduire à formuler des hypothèses sur des relations possibles entre maladies mentales et désordres physiologiques ouvrant la voie à des investigations expérimentales dans des systèmes modèles.

### **Axe 5. Innovations thérapeutiques.**

Il s'agit dans cet axe d'apporter des preuves de concept dans des systèmes modèles de l'intérêt éventuel d'approches innovantes pour le traitement ou la prévention des maladies mentales ou des addictions.



## Maladie d'Alzheimer (MALZ)

### Résumé :

Les maladies neurodégénératives conduisant à un état de démence sont extrêmement destructrices pour les patients et leurs familles et représentent un coût très élevé pour nos sociétés. Bien qu'elles soient associées à l'âge, elles représentent des états pathologiques et ne font pas partie du vieillissement normal. Leur prévalence augmente avec l'allongement de l'espérance de durée de vie moyenne. Le programme MALZ est destiné à améliorer les connaissances fondamentales sur les désordres moléculaires et cellulaires conduisant à la maladie d'Alzheimer et aux démences apparentées, sur les causes et déterminants possibles de ces maladies, et sur d'éventuelles cibles pour une intervention thérapeutique. Le programme entend également faciliter la définition de marqueurs de la maladie. Il s'agira de marqueurs cliniques liés au comportement des patients et à leurs performances cognitives, ou de marqueurs définis par des études génétiques, biologiques ou de neuro-imagerie. Un objectif du programme est l'amélioration des outils disponibles pour un diagnostic précoce, pour l'établissement d'un pronostic, et pour le suivi des patients. Ce programme accompagne la mesure recherche 21b du Plan Alzheimer 2008-2012.

### Mots-clés :

Autonomie, biomarqueurs, démence, dépression, diagnostic, génétique, gériatrie, imagerie, modèles animaux, organisation des soins, physiopathologie, prédisposition, pronostic, psychiatrie, psychologie, thérapeutique.

### 3<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**  
MALZ 2012 est la suite des appels à projets MALZ publiés en 2010 et en 2011. Il prend également la suite de l'appel à projet transnational trilateral sur la maladie d'Alzheimer (tri-MALZ) publié en 2010 conjointement avec les agences canadienne et québécoise.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir**  
L'institut Hospitalo-Universitaire A-ICM situé au centre hospitalier Pitié-Salpêtrière à Paris est dédié en partie à la prise en charge des patients atteints de la maladie d'Alzheimer et à la recherche sur la physiopathologie de cette maladie,



les marqueurs biologiques et d'imagerie, le diagnostic précoce et le développement d'approches thérapeutiques. Ces activités couvrent pour l'essentiel le champ de l'appel à projets MALZ.

Le Laboratoire d'Excellence BRAIN fédère cinq centres de recherche en neurosciences à Bordeaux. Le projet a un double objectif : mieux comprendre le fonctionnement normal du cerveau afin d'identifier ses dysfonctionnements dans des situations pathologiques et explorer de nouvelles méthodes d'imagerie en utilisant les nanotechnologies pour visualiser le fonctionnement du cerveau.

Le projet en Nanobiotechnologies DIGIDIAG à Strasbourg se donne comme objectif la mise au point de diagnostic rapide de la maladie d'Alzheimer sur la détection de marqueurs biologiques à l'aide de biopuces. Cette thématique est incluse dans l'appel à projets MALZ.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

- Augmenter les connaissances fondamentales sur la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées, en particulier la démence fronto-temporale, la maladie de Pick, la maladie de Binswanger et la démence à corps de Lewy. L'appel à projets vise à stimuler les recherches dans les domaines de la génétique, de la physiopathologie, et de l'identification de nouveaux marqueurs potentiellement utiles pour établir le diagnostic et/ou le pronostic de ces maladies. Le programme entend également aider à la définition de cibles potentielles pour le développement de thérapeutiques et leur validation dans des systèmes modèles.
- Favoriser l'interdisciplinarité et faire converger les recherches fondamentales, cliniques et industrielles
- Développer des projets de recherche utilisant des collections de cas/cohortes de malades et les collections biologiques adéquates précédemment établies. Les objectifs sont la définition de nouvelles entités nosologiques, l'épidémiologie, l'identification de facteurs de prédisposition, de corrélations génotype/phénotype et l'optimisation de la prise en charge des patients.

### **Résultats attendus**

- Définition des déterminants, causes et prévalences de ces maladies ;
- Identification de marqueurs cliniques, biologiques, et d'imagerie pour le diagnostic et/ou le pronostic ;
- Identification et caractérisation de nouvelles cibles pour le développement thérapeutique (pharmacologie et médicaments, thérapie cellulaire et génique, cellules souches,...) et leur validation préclinique.
- 

### **Impacts espérés**

- Le développement et la mise au point de marqueurs diagnostiques et pronostiques est un enjeu majeur de la recherche sur la maladie d'Alzheimer, en particulier au regard de la démonstration du caractère pathologique de l'évolution des patients âgés vers un état clinique de démence, en opposition à un état de senescence.

La définition de marqueurs biologiques ou d'imagerie fiables est également nécessaire pour établir la distinction entre une pathologie neurodégénérative et les autres causes de démences liées à l'âge, en particulier celles d'origine vasculaire ou métabolique. L'établissement d'un pronostic et le suivi des patients sur la mesure de marqueurs biologiques ou d'imagerie sont par ailleurs des éléments essentiels de la prise en charge des malades et de l'aide aux familles.

- La conception et le développement de traitements spécifiques pour la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées repose sur l'identification et la compréhension des mécanismes pathologiques au niveau cellulaire et moléculaire afin de définir des cibles potentielles d'intervention médicamenteuse. Elles représentent également les clés susceptibles de conduire à des actions préventives au niveau individuel ou de la société.
- Les mécanismes pathologiques conduisant à la neurodégénérescence sont intimement liés aux contrôles physiologiques de la survie et du fonctionnement normal des neurones. L'entretien du protéome et le contrôle de la qualité des protéines sont des éléments majeurs de la réponse cellulaire aux stress environnementaux. Leur dysfonctionnement peut conduire à la mort cellulaire. La compréhension des dysfonctionnements associés à la maladie d'Alzheimer et aux démences apparentées participe à l'amélioration des connaissances fondamentales en neuroscience.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 – Enjeux économiques**

En France, près de 350 000 personnes bénéficient d'une prise en charge pour une affection de longue durée (ALD 25) de type maladie d'Alzheimer ou maladies apparentées. Les pathologies conduisant à la maladie d'Alzheimer et aux démences apparentées sont liées à l'âge. L'allongement de la durée moyenne de vie et le vieillissement de la population qui en résulte conduisent à une augmentation constante de la prévalence de ces maladies et à un poids croissant sur les systèmes de santé des sociétés occidentales.

La démence coûte très cher à la société dans son ensemble : selon le rapport « Dementia in Europe yearbook (2008) », le total des frais de prise en charge directe et informelle de la maladie d'Alzheimer et des démences apparentées en 2005 s'est élevé à 130 milliards d'euros dans l'Union Européenne (27 membres), soit 21 000 euros par patient et par an, dont 56 % étaient imputables aux soins informels (Communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil, 2009, 380).

Le soutien aux progrès scientifiques conduisant à une meilleure connaissance des processus neurodégénératifs résultant en un état de démence est donc un enjeu 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).

## 2.2 – Enjeux sociaux et pour la société

La maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées représentent un enjeu majeur de santé publique du fait du vieillissement de la population et de l'allongement de la durée moyenne de vie. Leur fréquence, leur sévérité, le handicap et la désinsertion sociale qu'elles engendrent représentent un véritable défi pour la prise en charge et l'accompagnement des malades, des familles et des aidants.

Ce programme accompagne le Plan Alzheimer 2008-2012 et son volet recherche qui doit permettre à la France de rattraper son retard dans la recherche sur la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées (<http://www.planalzheimer.gouv.fr/>). Il s'agit ici de produire de nouvelles méthodes diagnostiques, de trouver ou de contribuer à trouver des thérapeutiques médicamenteuses ou non-médicamenteuses susceptibles de ralentir l'aggravation des troubles ou de les prévenir, et d'améliorer le confort de vie des personnes malades et de leur entourage aux différents stades d'évolution de ces maladies chroniques.

## 3. Positionnement stratégique du programme

Des projets sur la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées sont soutenus par l'ANR depuis plusieurs années dans les appels à projet nationaux Technologies pour la Santé (TecSan), Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité, Comportements et Usages (CESA) et non-thématique (au sein du comité d'évaluation sciences de la vie, santé et environnement n°4, SVSE4, ou en sciences humaines et sociale). Ils sont également soutenus de manière régulière dans les programmes transnationaux Ambiance Assisted Living (AAL169), ERA-NET NEURON 1 et 2 et Joint Programming on Neurodegenerative Diseases (JPND). Tous ces programmes sont ouverts en 2012, fournissant de nombreuses opportunités pour le financement de projets de recherche sur la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées.

Ce programme est complémentaire aux appels à projets lancés chaque année par la Fondation Plan Alzheimer (<http://www.fondation-alzheimer.org/>) et le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (<http://www.sante-sports.gouv.fr/le-programmehospitalier-de-recherche-clinique-phrc.html>).

Les possibilités de financements européens sur la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées sont incluses dans le programme intégré (EIP) « Active and Healthy Ageing ». Deux appels à projets de recherche seront publiés en juillet 2012 dans lesquels des projets relatifs à ces maladies pourront être considérés, bien que le focus soit plus précisément sur le vieillissement non pathologique :

- HEALTH.2012.2.2.2-1: Integrative systems biology and comparative genomics for studying human ageing and/or most common age-related diseases.
- HEALTH.2012.2.2.2.-2: Investigator-driven clinical trials for optimisation of management of elderly patients with multiple diseases.



## **4. Stratégie de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes de recherche**

**Axe 1 :** Mécanismes physiopathologiques et compensatoires. Sont ici attendus entre autres des projets portant sur l'analyse des facteurs de risque génétiques et environnementaux associés à la maladie d'Alzheimer et la démence fronto-temporale.

**Axe 2 :** Recherche de marqueurs comportementaux et cognitifs capables de mesurer le degré de sévérité de la maladie, en particulier en faisant appel à des études de neuropsychologie. L'objectif est ici de disposer de marqueurs quantifiables permettant de caractériser la maladie, d'évoquer le diagnostic, de suivre l'évolution clinique, d'établir un pronostic et d'organiser la prise en charge du malade.

**Axe 3 :** Identification et validation de marqueurs de la maladie mesurables sur des échantillons biologiques ou par des techniques d'imagerie. Ces études tenteront d'établir des corrélations entre la détection d'un marqueur potentiel mesurable par des études de génomiques, protéomiques, ou de neuro-imagerie et la sévérité de la maladie appréciée sur des critères cliniques et cognitifs.

**Axe 4 :** Développement et analyse critique de modèles expérimentaux in vivo, in vitro, in silico,... Les projets déposés dans cet axe devront comporter une analyse critique dans un contexte de clinique humaine avec notamment la valeur prédictive des modèles.

**Axe 5 :** Identification de cibles thérapeutiques potentielles et validation d'approches thérapeutiques dans des systèmes modèles.



## **ERA-NET NEURON II**

### **Etude du système nerveux central sain et malade**

#### **Objectifs**

Ce programme a pour objectif de fédérer les recherches européennes (et au-delà) dans le domaine des neurosciences pour améliorer la prévention, le diagnostic précoce et le traitement des maladies du système nerveux central (maladies neurologiques et psychiatriques).

En 2012, l'appel à projets transnational encouragera les recherches multinationales et multidisciplinaires sur les développements méthodologiques et technologiques innovants avec le but d'augmenter les connaissances et les avancées thérapeutiques sur les maladies neurologiques et psychiatriques. Par exemple, les développements technologiques concernant les méthodes d'investigation, comme l'imagerie, ou la recherche de nouvelles cibles pour le développement thérapeutique (pharmacologie et médicaments, thérapie cellulaire et génique, cellules souches, etc.) ont leur place dans ce programme.

#### **Enjeux**

Les maladies neurologiques et psychiatriques touchent un très grand nombre de personnes et représentent un problème de santé grave et un fardeau économique pour tous les pays européens. En effet, les troubles du cerveau représentent environ un tiers de la charge totale de toutes les maladies en Europe. Les progrès liés au développement de nouveaux outils diagnostiques et thérapeutiques de ces maladies fréquentes auront d'importantes retombées économiques. Ce programme s'adresse aux neurobiologistes, médecins et cliniciens qui travaillent en collaboration avec des équipes impliquées dans les développements technologiques. Cette multidisciplinarité sera favorisée par l'échelle internationale de ce programme.

#### **Partenaires internationaux**

AT, BE, CA, DE, ES, FI, FR, IL, IS, IT, LU, PL, PT, RO, SE, QC, UK

#### **Contribution prévue de la partie française**

L'ANR est leader du workpackage concernant le suivi et bilan des projets. L'ANR participe à la gouvernance, au choix des thématiques des appels à projets et à la rédaction des procédures, et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés. L'Inserm et le CNRS sont co-leaders du workpackage pour établir un agenda stratégique de recherche et définir les contours des AAPs.

#### **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012**

Suite de l'ERA-NET NEURON dans lequel il y a eu 4 AAPs de 2008 à 2011.





## ERA-NET E-RARE 2 Maladies rares

### Objectifs

Ce programme a pour but d'accélérer les connaissances qui visent au développement d'outils diagnostiques et de traitements pour les maladies rares, grâce à des collaborations multidisciplinaires et transnationales. La collaboration à l'échelle internationale est spécialement importante dans ce domaine, où la fragmentation des ressources, connaissances et expertises constituent un des principaux goulots d'étranglement pour l'avancement de la recherche.

Suite à un premier appel à projets « ouvert » en 2011, l'appel transnational 2012 devrait être centré sur un sujet défini, qui est à ce jour encore en discussion entre les partenaires de l'ERA-NET E-Rare 2, mais qui devrait encourager soit :

- les consortiums composés par des jeunes chercheurs (maximum 9 ans après l'obtention de la thèse), ou
- les recherches sur les maladies rares spécialement négligées du point de vue de la recherche.

Le thème retenu sera défini en Septembre 2011.

### Enjeux

En Europe, une maladie est définie comme rare lorsqu'elle affecte moins de cinq personnes sur dix mille. Le nombre de ces maladies est estimé entre 5000 et 7000. La plupart sont des maladies génétiques souvent graves et chroniques. Les traitements et outils diagnostique font défaut pour la majorité d'entre elles. Bien que rares lorsqu'on les considère indépendamment, elles représentent un important problème de santé publique, touchant entre 26 à 30.000.000 personnes en Europe. La fragmentation des ressources et des connaissances pour ces maladies et le faible nombre de patients touchés par chaque maladie nécessitent une collaboration transnationale avec des approches multidisciplinaires pour :

- élucider les défauts moléculaires sous-jacents et les mécanismes physiopathologiques,
- construire des registres/biobanques de patients,
- identifier des biomarqueurs,
- développer de nouvelles méthodes pour le diagnostic,
- réaliser des études cliniques pour le développement de traitements.

### Partenaires internationaux

AT, BE, DE, ES, FR, GR, HU, IL, IT, NL, PL, PT, TR

### Contribution prévue de la partie française

L'ANR est co-leader du workpackage pour gérer les appels à projets, c'est-à-dire la préparation des documents, la sélection, le suivi et le bilan des projets. L'ANR participe à la gouvernance et au choix des thématiques des AAP et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés. De plus,



l'ANR est co-workpackage leader de "Assessment of achievements of E-Rare funding programme". Le GIS Maladies Rares (Inserm) est le coordinateur de l'ERA-NET.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2011 - 2014**  
Suite de l'ERA-NET E-RARE dans lequel il y a eu deux AAP (2007 et 2009).



## JPI - Maladies neurodégénératives (JPND)

### Objectifs

La programmation conjointe européenne sur les maladies neurodégénératives (JPND) a pour but de mettre en commun de manière plus efficace les recherches et leurs financements dans la lutte contre les maladies neurodégénératives, et plus particulièrement la maladie d'Alzheimer. Ce programme vise à améliorer notre compréhension des causes de ces maladies pour développer des outils de diagnostic précoce et une meilleure prévention, ainsi que de nouveaux traitements ciblés.

L'appel à projet 2012 du JPND soutiendra des projets collaboratifs multinationaux dans le domaine de maladies neurodégénératives ; les contours de l'appel seront définis suite à la finalisation de l'agenda stratégique commun du JPND à l'automne 2011.

Les maladies concernées par ce programme sont : la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées ; la maladie de Parkinson et les maladies apparentées ; les maladies à Prion ; les maladies du motoneurone ; la maladie de Huntington ; l'ataxie spino-cérébelleuse ; l'atrophie musculaire spinale.

### Enjeux

Les maladies neurodégénératives sont invalidantes et souvent chroniques. Ces maladies représentent un problème de santé publique en raison du handicap du patient, de l'impact sur les familles et du coût de leur prise en charge, particulièrement en regard du vieillissement de la population qui entraîne une augmentation du nombre de patients atteints de maladies neurodégénératives. Les traitements disponibles améliorent parfois les manifestations de la maladie mais ne s'adressent pas à la cause ; la compréhension des causes des maladies neurodégénératives est donc d'une importance fondamentale pour la santé humaine.

Ce programme stimule la coordination européenne sur les maladies neurodégénératives pour :

- Améliorer la compréhension des mécanismes physiopathologiques.
- Améliorer les outils diagnostiques et thérapeutiques.
- Améliorer les soins sociaux et les structures disponibles pour aider les patients, leurs familles et les services de santé.

### Partenaires internationaux

AL, BE, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, NL, NO, PL, PT, SK, SI, SE, TR

### Contribution prévue de la partie française

L'ANR participe à la gouvernance, au choix des thématiques des appels à projets et à la rédaction des procédures, et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés. L'ANR est membre du Management Board du JPND, qui est présidé par Philippe Amouyel, Directeur Général de la Fondation du Plan Alzheimer national.

### Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012



## **Programme bilatéral de recherche sur les cellules souches avec la Californie (CIRM)**

### **Objectifs**

L'objectif de ce programme est de stimuler la collaboration entre des équipes de recherche californiennes et françaises pour la réalisation de projets de recherche de pointe sur les cellules souches, qui visent à résoudre des questions non résolues par rapport à la compréhension de la biologie des cellules souches humaines et le contrôle du destin cellulaire. Le but de ce programme est de financer des projets de recherche fondamentale utilisant des cellules humaines et des modèles animaux pour des études hautement innovantes ; les contours précis de cet AAP seront définis suite à un groupe de travail organisé par l'ANR et le CIRM qui se tiendra à Paris les 12 et 13 Juillet 2011.

### **Enjeux**

La recherche sur les mécanismes fondamentaux sous-jacents à biologie des cellules souches, la plasticité cellulaire et la différenciation cellulaire est indispensable pour l'utilisation des cellules souches dans des applications cliniques et industrielles. Malgré les progrès récents considérables dans ce domaine, de nombreuses questions fondamentales liées au contrôle du destin des cellules souches et à la reprogrammation cellulaire, notamment en matière de cellules humaines, restent à résoudre. Les connaissances qui résulteront des projets de recherche financés à travers ce programme devraient contribuer à de futures thérapies et outils biomédicaux utilisant les cellules souches et cellules humaines reprogrammées.

### **Partenaires internationaux**

Etats-Unis (Californie)

### **Contribution prévue de la partie française**

Participation à un appel à projets commun opéré principalement par le CIRM, et incluant des représentants français dans le comité de sélection. Financement de quelques projets avec participation d'équipes de recherches françaises ; l'ANR prend en charge le financement et le suivi des partenaires français.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 et suivantes**



## **ERA-NET ANIHWA (EMIDA 2) Bien-être et les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux**

### **Objectifs**

Ce programme a pour but de promouvoir la recherche sur les zoonoses, la résistance antimicrobienne, les maladies infectieuses affectant la production et leur résistance ainsi que le bien-être des animaux de rente, 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 également des problèmes de santé publique car elles sont fréquemment associées à des maladies émergentes humaines. Elles sont de vrais enjeux économiques pour la production des animaux de rente. L'intégration des enjeux de santé et du bien-être animal est importante pour maintenir la production.

### **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 », « pandémie influenza H1N1 »,...
- Améliorer le diagnostic précoce pour protéger le consommateur
- Anticiper/résoudre des problèmes de santé publique
- Intégrer la recherche liée à la santé des animaux aux enjeux du bien-être animal comme la stabulation, les défis d'élevage et d'environnement, les influences de début de vie, les caractéristiques de développement et de production; les conditions d'abattage.

### **Partenaires internationaux**

AT, BE, CY, CZ, DK, FI, FR, DE, IE, IL, IT, LT, NL, NO, SE, CH, GB, GR, ES PL, TR, HU, NZ

### **Contribution prévue de la partie française**

L'ANR participe à la gouvernance, au choix des thématiques des appels à projets et à la rédaction des procédures, et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés. De plus, l'ANR est co-workpackage leader de « sustainability including funding structures and policy development ». L'INRA est coordinateur de l'ERA-NET.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2016**



## ERA-NET SynBio - Biologie synthétique

### Objectifs

Ce programme a pour but de faciliter et de promouvoir le développement de la recherche et de l'innovation en biologie synthétique en structurant et coordonnant les efforts nationaux. La biologie de synthèse se définit par la conception intentionnelle de systèmes biologiques artificiels, en couplant modélisation, ingénierie et méthodes biomoléculaires. Ce programme développera aussi un agenda de recherche stratégique qui inclura les enjeux éthiques, légaux et sociétaux.

### Enjeux

La biologie de synthèse est un domaine émergent avec un fort impact sur l'innovation et le progrès technologique qui bénéficient à l'économie et la société en générale. Grâce à son potentiel économique dans de vastes domaines applicatifs, la biologie de synthèse a été identifiée comme une priorité de la stratégie nationale de recherche et d'innovation par le MESR.

Ce programme international contribuera à :

- Renforcer l'interdisciplinarité en transférant les principes d'ingénierie à la biologie
- Développer des projets originaux et innovateurs
- Renforcer la production industrielle durable
- Surmonter la dépendance sur les produits à base de pétrole
- Développer des nouveaux produits

### Partenaires internationaux

DE, GB, AT, ES, FI, GR, NL, PT, SI, TR, LV, NO, DK, CH

### Contribution prévue de la partie française

L'ANR participe à la gouvernance, au choix des thématiques des appels à projets et à la rédaction des procédures, et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés. De plus, l'ANR est deputy work package leader du work package 1 «Mapping and Strategy».

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2015**



## **Programme Art. 185 Assistance à la vie autonome (AAL 185)**

### **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, participe à la gouvernance, au choix des thématiques des appels à projets et à la rédaction des procédures, et prend en charge le financement et le suivi des partenaires français impliqués dans les projets transnationaux financés.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2008 - 2013**



## Neuro-Compute : programme bilatéral de recherche sur les neurosciences computationnelles avec les Etats-Unis (NSF)

### Objectifs

La NSF opère depuis 2002 un programme pluridisciplinaire ambitieux « computational neurosciences » combinant des recherches fondamentales expérimentales en neurosciences à des recherches en modélisation, simulation, et plus généralement en sciences et technologies de l'information et de la communication. La NSF a proposé à l'ANR d'être partenaire, afin que des équipes françaises (biologie-santé et STIC) puissent collaborer avec les chercheurs américains. L'objectif est de participer à un premier appel à projets sur ce thème, probablement en 2012. Les contours de cet AAP seront définis suite à un groupe de travail organisé par l'ANR et la NSF qui se tiendra à Paris en novembre 2011.

### Enjeux

- Etudier la structure, la fonction, l'organisation, le fonctionnement des systèmes nerveux.
- En améliorer la compréhension par la combinaison d'expérimentation, de modélisation et de simulation.
- Utiliser cette compréhension pour mieux concevoir des approches diagnostique et/ou thérapeutique ; réaliser des interfaces artificiel-vivant ; bâtir des systèmes artificiels inspirés des mécanismes neuronaux.

L'enjeu est aussi de réussir une première collaboration sur ce sujet avec le partenaire international renommé qu'est la NSF. Depuis deux ans, l'Allemagne, par le BMBF, est associée à la NSF dans ce programme et des discussions sont en cours pour une collaboration trilatérale ANR-NSF-BMBF en 2013.

### Partenaires internationaux :

NSF (Etats-Unis)

### Contribution prévue de la partie française

Participation à un appel à projets commun opéré principalement par la NSF et incluant des représentants français dans le comité de sélection.

Financement de quelques projets avec participation d'équipes de recherches françaises ; l'ANR prend en charge le financement et le suivi des partenaires français.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 et suivantes**





73

**DÉVELOPPER**

une alimentation adaptée  
à la diversité des citoyens  
et de leurs attentes



## Systemes alimentaires durables

### Résumé :

Le programme a pour objectif de construire un système durable de production et d'accès à tous des aliments en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs. Il s'articule autour de deux axes. Le premier concerne l'accès de tous à une alimentation durable de qualité. Il s'attachera à augmenter les capacités d'anticipation, de réaction et de résilience du secteur alimentaire face aux changements locaux et globaux, afin de prévenir les dérives engendrées par des situations en émergence, des nouveaux dangers ou encore les évolutions du comportement des consommateurs. Le deuxième concerne la conception de filières ou de systèmes agro-alimentaires plus durables. Il s'agit d'évaluer le compromis bénéfices-risques de filières de production ou de systèmes transversaux multifilières (distribution, logistique, restauration hors domicile...), en prenant en compte l'ensemble des contraintes et exigences des différents acteurs.

### Mots clés :

Alimentation humaine, systèmes alimentaires, comportement alimentaire, nutrition, santé, bien-être, industrie alimentaire, filières agroalimentaires, politiques publiques, conception intégrée.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte

- **Dimension internationale du programme :** programme national

Un ERA-NET vient d'être accepté sur ce thème : « SusFood », coordonné par la France (INRA) dans lequel l'ANR est co-responsable d'un WG sur la programmation et la sélection mais il ne fera pas l'objet d'un appel d'offre en 2012.

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

Le précédent programme ALIA-2008-2010 avait pour finalité d'orienter les recherches vers une alimentation adaptée aux besoins de populations spécifiques afin d'améliorer notamment leur qualité de vie. En générant des progrès pour l'alimentation de ces populations, les résultats attendus doivent permettre la prise en compte de recommandations nutritionnelles pour les consommateurs notamment 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 à intégrer la notion de développement durable dans les productions alimentaires. Le premier appel du programme ALID avait pour objectif de prendre en compte au moins 2 des 3 dimensions de la durabilité (sociale, environnementale et économique), encourageant les projets pluridisciplinaires dans une approche globale de la filière (de la production primaire au consommateur).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Ce programme n'a pas de relation avec les programmes Investissements d'avenir.

## **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 PME ;
- de nouvelles méthodes d'évaluation des qualités intrinsèques et nutritionnelles des aliments incluant l'impact sur l'environnement des productions alimentaires ;
- d'une meilleure compréhension de l'attitude des consommateurs afin de mieux cibler les messages de politique publique en matière d'alimentation et de diététique ;
- d'un renforcement de 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 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 ;



- 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.

Le programme devrait ainsi faire émerger une industrie de la transformation des produits alimentaires qui soit compatible avec l'éco-efficience et la haute qualité nutritionnelle, donnant éventuellement lieu à la création de nouveaux labels.

## 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 mais aussi le maintien d'une haute sécurité alimentaire dans toute la chaîne de production, de transformation et de distribution. Ce programme permettra de construire un système durable de production et d'accès à tous aux 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 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, à l'avance technique, et à l'évolution des normes**

En France, l'alimentaire 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 PME de moins de 250 salariés. Néanmoins, cette avance est fragile si l'on considère que la part du budget consacrée par les ménages à l'alimentation est sujette à variations avec une exigence en termes de réassurance et de qualité toujours plus forte. 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 bénéfiques-risques permettra à l'industrie alimentaire et 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 culturelles (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 est un des seuls modes de maintien et de développement des emplois dans un secteur. En participant au développement de l'innovation, le programme devrait contribuer à soutenir l'emploi dans le secteur alimentaire.

- **Enjeux 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 ALID vise l'amélioration de la connaissance et en conséquence, de la maîtrise des risques et bénéfices liés aux aliments, eaux incluses, intervenant dans les processus de production alimentaire. Le programme devra prendre en compte l'apparition de nouveaux dangers liés aux changements climatiques (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, par la conservation des savoir-faire patrimoniaux.

### **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 matières premières. Il prendra en compte la relocalisation à diverses échelles des systèmes alimentaires et l'intégration 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 des programmes Agrobiosphère et Contaminants et Environnements (CESA).

- **Impacts sur l'environnement**

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

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

- **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 dimension, soit résultant de la dégradation de matériaux d'usage courant.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Ce programme s'inscrit dans un contexte de forte demande sociétale en intégrant les recommandations et les axes :

- du Programme National Nutrition-Santé, en particulier le Programme National Nutrition et Santé 2 (2006-2010) - « Améliorer la qualité de l'offre alimentaire »,
- de la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche (28 juillet 2010),
- du Programme National pour l'Alimentation (28 septembre 2010),
- du Plan Obésité,
- du Grenelle de l'environnement,
- du Plan National Santé Environnement (PNSE 2),
- du Plan Ecophyto 2018,
- du rapport du Groupe de travail « Alimentation-Eau » (2009), SNRI-Ministère chargé de la Recherche,
- du rapport final du groupe de travail « Agroalimentaire » (2010) des États Généraux de l'Industrie,



- de l'Agenda de Recherche Stratégique 2008-2020 de Food for Life France.

Les objectifs du Programme ALID sont en cohérence avec ceux du Strategic Research Agenda 2006-2020 de Food for Life Europe, qui sert de base de réflexion à la DG Recherche de la Commission européenne pour les thématiques des appels à projets du thème 2 "Food, Agriculture, Fisheries and Biotechnology" du 7<sup>e</sup> PCRD. Le programme ALID est aussi en cohérence avec les objectifs récents "Biodiversity and sustainable diet" proposés par la FAO.

- **Caractère international du programme**

Le programme ALID va préparer les équipes françaises pour répondre à l'ERA-NET SusFood coordonné par la France (INRA), qui devrait débuter en 2012 et soumettre 2 appels à projets (prévus fin 2012 et fin 2013). L'ANR sera impliquée dans la coordination du WP sur le développement d'instruments et de procédures. De ce fait, les appels à projets de l'ERA-NET viendront en complément de l'AAP ALID.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **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 dans 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.

- **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.

- **Participation au financement du programme**

ANR



## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes de recherches

#### **Axe 1 : Accès de tous à une alimentation durable de qualité.**

Cet axe thématique doit placer le consommateur au cœur des investigations. Il vise à augmenter les capacités d'anticipation, de réaction et de résilience du secteur alimentaire face aux changements locaux et globaux, afin de prévenir les dérives engendrées par des situations en émergence, des nouveaux dangers, des nouvelles exigences ou des évolutions du comportement des consommateurs.

Les projets devront couvrir au moins deux dimensions du développement durable. Ils devront avoir pour objectifs de résoudre un ou des points critiques, et/ou verrous, touchant une des trois dimensions, principalement la dimension sociale, en mettant cette résolution dans la perspective d'une des deux autres dimensions (préservation de l'environnement ou efficacité économique), avec une démarche de ré-engineering et d'ingénierie de la durabilité.

#### **Axe 2 : Conception de filières ou de systèmes agro-alimentaires plus durables.**

Cet axe vise à développer une approche globale et intégrée de la durabilité. Il s'attache à évaluer le compromis bénéfices-risques de filières de production ou de systèmes transversaux multifilières (distribution, logistique, restauration hors domicile...), en prenant en compte l'ensemble des contraintes et exigences des différents acteurs. Dans une approche intégrant les trois dimensions de la durabilité, les projets mettront en évidence les points critiques et les verrous, afin de proposer des solutions alternatives.

Dans le cadre d'une ingénierie de la durabilité, la démarche doit notamment permettre d'intégrer la variabilité des matières premières, la diversité des produits intermédiaires (additifs, ingrédients, flores technologiques), la consommation des fluides (énergie, eau), la maîtrise sanitaire des productions végétales ou animales, les modes de distribution et d'usage des produits alimentaires, les technologies et l'emballage, ainsi que la diversité en matière d'attentes des consommateurs (nutrition, goût, accessibilité, praticité d'usage) et la compétitivité industrielle.

#### **Exemples de thématiques**

Les thématiques pourront concerner :

- Le développement de méthodes et d'outils d'aide à la décision, modalités d'identification des points critiques
- La conception de filières agro-alimentaires plus durables, dans une démarche de ré-engineering et d'ingénierie de la durabilité
- L'évaluation d'interventions, de politiques, de modes de gouvernance visant à intégrer les éléments de durabilité dans les systèmes alimentaires
- L'intégration des enjeux de développement durable dans les politiques publiques.

Les projets peuvent traiter un ou plusieurs des points suivants :

En termes d'équité sociale, santé et bien-être :

- une meilleure compréhension des bases des déterminants des choix et des comportements alimentaires ;





- le développement de stratégies nouvelles et efficaces afin de contribuer à préserver la santé et améliorer le bien-être du consommateur tout au long de la vie et de prévenir les risques des maladies liées au régime alimentaire, en s'appuyant préférentiellement sur des cohortes en population générale ;
- l'impact des régimes et des recommandations nutritionnelles sur la durabilité et la conciliation entre enjeux de santé et environnementaux, le lien entre régimes et biodiversité ;
- le développement de méthodes pour l'évaluation bénéfices-risques de la qualité des intrants, la mise au point d'indicateurs fiables permettant de mesurer et comparer valablement les impacts de divers systèmes alimentaires ;
- le développement d'outils pour évaluer et maîtriser la sécurité sanitaire ;
- une meilleure accessibilité des produits pour le consommateur (disponibilité, prix, praticité, service) ;
- la conservation des savoir-faire patrimoniaux, la connaissance, valorisation, pérennisation des caractéristiques d'un « modèle alimentaire français » ;
- la réduction de la pénibilité des tâches.

En termes de préservation de l'environnement :

- l'éco-conception de produits et de procédés de conservation et de transformation, compétitifs et plus efficaces par rapport aux contraintes sanitaires, nutritionnelles, sensorielles et environnementales, depuis la production primaire jusqu'au consommateur ;
- la prise en compte des impacts des changements globaux sur les territoires pouvant entraîner des problèmes de maîtrise des approvisionnements en matières premières ;
- la prise en compte de la quantité, qualité et variabilité des matières premières, de l'érosion des ressources naturelles (eau, sols, énergie) ;
- la préservation de la biodiversité et des services des écosystèmes ;
- la prise en compte de la sécurité des approvisionnements ;
- l'optimisation des intrants, notamment vis-à-vis de l'utilisation de l'eau et de l'énergie, des matières et des emballages ;
- la minimisation des contaminants chimiques ;
- les analyses de cycle de vie (outils, méthodes) ;
- l'empreinte écologique (empreinte carbone, eau virtuelle) ;
- la gestion des déchets et des effluents ;
- la valorisation des sous-produits en co-produits.

En termes d'efficacité économique :

- la compétitivité des acteurs économiques (industrie, filières, distribution, logistique, restauration, emballage) ;
- la performance des procédés et des processus, et leur flexibilité ;
- les qualités des produits (composition nutritionnelle, sécurité sanitaire, goût, plaisir et diversité) ;
- la capitalisation des savoir-faire ;
- la régulation et l'intervention publique, les enjeux des marchés internationaux et de leur gouvernance, la compétitivité des entreprises (leviers d'action et leurs impacts, aide à la décision pour les politiques, ...).



82

**ACCROÎTRE**

la capacité d'innovation  
des entreprises



## 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,
- pour encourager la recherche translationnelle sur les maladies communes et les maladies rares,
- pour développer de nouvelles approches thérapeutiques (médicaments, produits biologiques, cellules...), des innovations galéniques et des nouveaux vaccins,
- pour développer de nouvelles approches et outils diagnostiques avec, entre autres, la validation de biomarqueurs à visée pronostique, diagnostique et de suivi thérapeutique,

pour développer de nouveaux outils afin de faciliter, accélérer, améliorer et augmenter l'efficacité et la productivité de la recherche biomédicale (modèles in silico, cellulaires et animaux, imagerie...) ainsi que de la production de biomolécules.

### Mots clés :

Biomarqueurs, biologie synthétique, bioproduction, biotechnologies, cancer, cellules souches, cosmétique, criblage, développement pré-clinique, diagnostic, essais cliniques, étude in silico, inflammation, innovation thérapeutique, maladies communes, maladies rares, médecine régénérative, médicament, modèles expérimentaux, outils de recherche, pharmacologie, physiopathologie, recherches translationnelles, reprogrammation cellulaire, thérapie cellulaire, thérapie génique, transcriptomique, vaccin.

### 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir**  
L'appel à projets Biotechnologies et Bioressources est, parmi les instruments des Investissements d'avenir, celui qui se rapproche le plus du programme RPIB. En 2010, il en était cependant très éloigné puisqu'il ne finançait que des projets liés aux biotechnologies agro-industrielles et qu'il ne s'intéressait pas à la santé. De plus, il n'a financé en 2010 que cinq gros projets alors que l'on peut s'attendre à ce que RPIB en finance nettement plus pour son édition 2011 (125 projets soumis).

## **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. 125 projets (tous en partenariat public-privé), comprenant 151 partenaires industriels (dont 121 TPE/PME), ont été soumis à l'édition 2011 du programme qui est donc devenu un outil incontournable de financement des recherches partenariales dans le domaine biomédical.

### **Résultats attendus**

- Valorisation de la recherche académique avec une augmentation de la propriété intellectuelle et du transfert vers le secteur industriel.
- 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.
- Développement de nouveaux produits et outils préventifs, diagnostiques et thérapeutiques répondant à un besoin du marché en termes de santé humaine et animale.
- Développement des outils technologiques pour faciliter, accélérer, améliorer et augmenter la l'efficacité et 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).

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 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 PME (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'entre 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.

### **2.2 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'emploi pour les chercheurs et en particulier les jeunes chercheurs du domaine des sciences du vivant.



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

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 autres), 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.2 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

L'aide aux projets collaboratifs des pôles de compétitivité (FUI-OSEO) finance des projets plus « aval » que ceux du programme RPIB puisque ils doivent déboucher sur une mise sur le marché dans un délai de cinq ans. Les projets ISI-OSEO sont, eux, d'un montant plus important que ceux financés par RPIB (10 M€ de montant maximum d'aide, alors que les projets RPIB ne dépassent pratiquement jamais 2M€) et doivent comporter au moins deux partenaires industriels. De plus l'aide attribuée aux projets ISI-OSEO est en partie sous forme de subvention et en partie sous forme d'aide remboursable.

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

#### **3.3 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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.

- **Type de recherche**

Recherche fondamentale, recherche industrielle et développement expérimental.

- **Type de partenariat de recherche**

public-privé exclusivement



- **Participation au financement du programme**

L'ANR financera seule ce programme.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

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

#### **Axe 1 : Produits thérapeutiques et vaccins :**

Cet axe thématique concerne le développement et l'optimisation (depuis les expériences en laboratoire jusqu'aux essais cliniques de phase précoce) de nouveaux produits thérapeutiques (médicaments, produits biologiques, acides nucléiques, cellules ...) et de nouveaux vaccins. Cet axe inclut notamment les innovations galéniques (procédés d'encapsulation, adressage et vectorisation ...). Les produits, systèmes ou services financés dans le programme partenarial TECSAN sont exclus de cet AAP.

#### **Axe 2 : Outils et produits de diagnostic :**

Cet axe concerne le développement et l'optimisation (depuis les expériences en laboratoire jusqu'aux essais cliniques de phase précoce) d'outils et de produits innovants de diagnostic en santé. Il comprend, entre autres, la validation de biomarqueurs à visée pronostique, diagnostique et de suivi thérapeutique.

#### **Axe 3 : Outils technologiques pour la recherche et la production de biomolécules :**

Cet axe concerne le développement, la validation, la standardisation, l'optimisation et/ou l'industrialisation d'outils technologiques innovants pour la recherche et le développement dans le domaine biomédical et de la cosmétique (modèles cellulaires ou animaux, imagerie, modélisation *in silico*, développement de nouveaux tests *in vitro* en remplacement des tests sur animaux...). Cet axe vise également à financer le développement et l'optimisation et/ou l'industrialisation d'outils technologiques et/ou de bioprocédés industriels innovants pour la production de biomolécules et de biomédicaments (par exemple les approches faisant appel à la biologie synthétique).



## Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan)

### 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.

### Mots-clés :

Dispositifs Médicaux, 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, Télémedecine

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012- 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 autonomie ». Ce programme s'articule également avec tous les programmes thématiques du département biologie santé de l'ANR et les programmes STIC et P2N.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Plusieurs projets financés dans le cadre des Actions en Nanobiotechnologies traitent de thèmes proches des axes de TecSan :





- BiTum : Diagnostic précoce du cancer de la prostate guidée par imagerie bimodale
- nUCA : agents de contraste ultrasonore et nanométrique pour l'imagerie et le traitement médical
- VIBBnano : Développement d'une imagerie vidéo de nanosystèmes biologiques et bioinspirés

Les actions de valorisation de la recherche (SATT) visent des objectifs pris en compte dans TecSan. Cependant les grandes lignes du programme TecSan ne se retrouvent pas dans les projets soutenus dans le cadre des Investissements d'avenir.

## **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 PME, maillon indispensable pour passer du laboratoire au lit du patient, doit bénéficier des transferts de technologie ou des co-développements réalisés dans les projets financés. Ce programme se place en synergie des actions autour du développement des dispositifs médicaux et des entreprises du domaine.



## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

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

Les moteurs du développement des technologies pour la santé et l'autonomie au plan mondial oscillent entre deux pôles contradictoires ; l'un 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 plus responsable » ;
- 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 d'un 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 continues 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Des programmes similaires à TecSan 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 ». TecSan s'articule avec l'article 185, Ambiance Assisted Living (AAL 185), dont les thématiques sont très proches.

- **Caractère international du programme**

TecSan est ouvert comme programme bi-national à des équipes collaboratrices à Taiwan. Une ouverture comme programme bi-national avec l'Allemagne est en cours de négociation avec le BMBF.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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.

L'attention des proposant 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.

- **Type de partenariat de recherche**

Partenarial (public-privé)

- **Participation au financement du programme**

La DGA est co-financeur de ce programme en raison des synergies civilo-militaires que l'on retrouve dans la prise en charge des patients et des blessés, pour développer le travail en réseau des professionnels de santé et pour le développement des systèmes d'information facilitant la gestion des dossiers médicaux. Le CNSA est également un co-financeur potentiel.



## **4. Justifications au titre des stratégies de recherche scientifique et techniques**

### **Axes et thèmes :**

Trois axes principaux sont proposés :

#### **Axe 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
- Dispositifs médicaux

#### **Axe 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 la modélisation prédictive des maladies qu'elles soient pandémiques ou individuelles et le développement de la télésanté favorisant le partage d'informations et l'intervention à distance (téléconsultation, télé-expertise, télésurveillance et téléassistance).

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.

#### **Axe 4 : Le développement de technologies et de services innovants pour la rééducation, la correction ou la suppléance fonctionnelle des déficiences**

Sont ici particulièrement attendus des projets incluant des méthodologies 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. Les projets soumis dans cet axe devront comporter une expertise en Sciences Humaines et Sociales en plus de l'expertise clinique



93

**L'URGENCE  
ENVIRONNEMENTALE**  
et les écotecnologies

The background of the page is an abstract, artistic composition of overlapping, semi-transparent green waves. These waves create a sense of movement and depth, with varying shades of light and dark green. The overall effect is clean, modern, and organic, suggesting themes of nature, climate, and environmental science.

94

**MIEUX COMPRENDRE**

l'évolution du climat  
et des écosystèmes



## Sociétés & Changements Environnementaux : approches intégrées des défis (SOC&ENV)

### Résumé :

Ce programme transverse est dédié aux approches intégrées en Sciences du Système Terre vers un développement soutenable, interconnectant recherche sur les changements environnementaux (CEX) et recherche sur le développement des sociétés humaines, avec une attention particulière aux échelles régionales et globales. Il est destiné à mobiliser et renforcer les synergies entre les disciplines au sein des SHS ou au sein des sciences naturelles, et entre les sciences naturelles et les SHS. Les questionnements associés à la dynamique des sociétés humaines face aux contraintes environnementales sont au cœur du programme dont l'un des objectifs est la capacité d'évitement ou de gestion des risques, et plus largement les enjeux de gouvernance et d'innovation sociale, politique et technologique. Il s'inscrit dans une prise de leadership international au sein de la dynamique impulsée par l'ICSU (International Council for Science) et l'ISSC (International Social Sciences Council). Les axes de recherche pour 2012 sont : 1) Verrous de connaissances environnementales (Climat, Eau et Sols), 2) Opportunités et risques associés aux CEX, 3) Gouvernances et comportements face aux CEX, 4) Mobilité, migration et urbanisation globale liées aux CEX, 5) Compétition pour les terres et CEX.

### Mots clés :

Action collective, adaptation, agriculture, approches multi-factorielles et multi-sectorielles, changement climatique, changement global, crises environnementales, échelles décennales, écosystèmes, évaluation des politiques environnementales, gestions des territoires marins et continentaux, gouvernance, indicateurs, institutions, mitigation, modes de vie, normes et réglementations, perception et comportements sociaux, pollutions à grandes échelles, population et zones à risques, pressions anthropiques, prévisibilité, réanalyses, régionalisation, résilience, ressources en sols et en eau, sécurité alimentaire, systèmes socio-économiques, systèmes d'informations environnementales, vulnérabilité

### Programme nouveau

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national destiné à un fort ancrage international dans le cadre « Earth System Visioning » de l'ICSU et de l'ISSC.



Il sera complété progressivement par des actions multilatérales au sein du JPI « Climat » (13 pays européens) et au sein de l'IGFA<sup>10</sup>/Belmont Forum (pays post-industriels et pays émergents du BRICS).

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** Ce programme est transversal aux domaines couverts par les trois secteurs « Energies durables et environnement », « Ecosystèmes et développement durable », et « Sciences humaines et sociales ». Il se situe à l'interface avec les programmes non thématiques et les programmes thématiques comme « Bâtiments et villes durables », « Ecotechnologies », « Contaminants-Environnements », « Alimentation Durable », « Agrobiosphère ». Le programme SOC&ENV a été conçu en relai du programme « Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés » qui a fait l'objet de trois appels à projets de 2009 à 2011, mais en renforçant les interactions avec la dynamique des sociétés humaines et en l'ouvrant résolument à l'Europe et l'international. Le contenu de ce programme s'appuie sur les recommandations stratégiques du nouveau comité scientifique international de l'ANR « Sciences du Système Terre ».

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les enjeux interdisciplinaires et systémiques mis en avant par ce programme SOC&ENV nécessitent de mettre en réseau de nombreuses compétences qui existent au niveau régional, notamment au sein des LABEX. Ceci concerne particulièrement les sciences humaines et sociales (IDGM, LABEXMED), les sciences de l'environnement (CEBA, CeMEB, CLERVOLC, CORAIL, COTE, L-IPSL, MER, OSUG@2020, VOLTAIRE) et les sciences du numérique (NUMEV). Il n'existe pas de redondance avec les Investissements d'avenir ; au contraire, le programme SOC&ENV jouera un rôle de catalyseur national et permettra de mobiliser une masse critique de rang international sur un enjeu stratégique.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

La prise en compte des divers changements environnementaux (noté ultérieurement CEx), climat, biodiversité, qualité de l'air, de l'eau et des sols, est désormais critique pour l'évolution des activités humaines (types de développement, progression démographique, mondialisation des échanges, des changements technologiques et des comportements sociaux). Ces enjeux dépassent désormais largement l'échelle locale et nécessitent une compréhension des interactions avec les échelles régionales et globales. La question complexe de l'adaptation des sociétés aux changements est posée. Elle nécessite une approche nouvelle interconnectant les différentes composantes systémiques, allant de la Terre fluide, vivante et solide aux mondes sociétaux et technologiques. Dépassant les capacités d'une communauté scientifique ou d'une nation, ceci nécessite une approche résolument interdisciplinaire et internationale. Ce programme est destiné à faire émerger et consolider un leadership français dans ce domaine stratégique.

---

<sup>10</sup> Groupe International des Agences de Financement sur la recherche des changements environnementaux, [www.igfagcr.org](http://www.igfagcr.org)





## Résultats attendus

Le programme vise à faire émerger des projets de recherche systémique autour du questionnement sur les adaptations des sociétés pour faire face aux changements environnementaux régionaux ou globaux, mettant notamment en exergue les échelles intra-à inter-décennales. Les principaux résultats des recherches sont attendus sur :

- la réduction de verrous de connaissance tels que les échelles de temps décennales et les échelles régionales, incluant le climat, l'eau et les mosaïques de paysages ruraux, péri-urbains et urbains ;
- la conception et l'interconnexion de systèmes d'informations narratifs et/ou spatialisés, dédiés aux interactions et adaptations sociétés-environnements ;
- l'élaboration d'outils de modélisation multi-agents en SHS pour appréhender des dynamiques sociales et comportementales face aux CEx, et leurs interconnexions avec les modèles d'évolutions des environnements biologiques et géophysiques ;
- l'analyse des adaptations, historiques et récentes, du couple sociétés-environnements ;
- le développement d'indicateurs et de scénarios d'évolutions conjointes sociétés-environnements, appuyant l'élaboration ou la critique de politiques environnementales ;
- l'évaluation des efficacités et des imbrications des multiples politiques environnementales ;
- l'élaboration de scénarios d'innovations sociales et politiques nécessaire pour faire face à des changements environnementaux à grandes échelles.

## Impact espéré

- Mobiliser les compétences françaises sur l'analyse des dimensions humaines et sociales au sein des enjeux environnementaux à grandes échelles ;
- Développer les compétences françaises en recherche systémique sur la thématique émergente des Sciences du Système Terre pour un développement soutenable ;
- Renforcer le leadership français dans les programmes internationaux et européens ;
- Renforcer le dialogue avec les décideurs et les acteurs sur des scénarios ou des tendances sociétés-environnements, en décrivant en termes accessibles les opportunités, les risques et les incertitudes associées.

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 Enjeux économiques

On estime que le coût des changements environnementaux<sup>11</sup> pourrait dépasser 5 % du PIB si des politiques d'adaptations pertinentes n'étaient pas mises en place. Inversement, la mise en place progressive de politiques de remédiation ou d'adaptation a un impact en profondeur sur l'évolution des filières énergétiques, industrielles et agricoles. Il est donc stratégique d'être en amont de l'évolution des connaissances<sup>12</sup> qui influent sur les négociations politiques et in fine sur les normes environnementales.

### 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

---

<sup>11</sup> climat inclus

<sup>12</sup> par exemple, via le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) ou IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)



Les enjeux sociaux sont fortement concernés par les enjeux environnementaux à grande échelle, par essence transfrontaliers car associés à l'eau, à l'air ou à des espèces invasives. De plus, des conditions environnementales plus sévères dans des zones vulnérables peuvent accroître les flux migratoires en raison des fortes inégalités face aux CEx. L'intégration des dimensions humaines et des diversités culturelles est un enjeu du programme SOC&ENV et concerne aussi l'Outre-Mer et les Pays du Sud.

### **2.3 Enjeux écologiques et environnementaux**

L'usage renouvelable des ressources naturelles est un élément clef du programme SOC&ENV, notamment les compétitions dans l'usage des terres entre alimentation, énergie, conservation et services écosystémiques. Les analyses doivent désormais être développées dans un contexte de climat et de biodiversité changeants et appréhender aussi l'évolution des aléas naturels (ex : inondations, crues rapides, surcotes, sécheresses, canicules, tempêtes, etc.) ou des risques induits (incendies, pollutions, floraisons d'espèces nuisibles, épidémies, etc.).

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Le concept transversal de ce programme SOC&ENV, notamment avec sa forte composante en SHS, est fortement innovant par rapport aux autres programmes analogues, souvent plus focalisés sur des impacts spécifiques que sur une analyse systémique allant jusqu'à l'analyse critique des politiques environnementales ou la conception de scénarios d'adaptation des sociétés intégrant des changements environnementaux multiples. Le programme SOC&ENV intègre nombre de propositions effectuées par l'Alliance Environnement (AllEnvi), le MEDDTL et le MAAPRAT et contribue directement aux objectifs de la SNRI en phase avec les enjeux du Grenelle de l'Environnement.

En Europe, le programme SOC&ENV complète, par sa forte interdisciplinarité avec les SHS, les nombreuses actions programmatiques du 7e PCRDT sur le Thème 6/Environnement et Climat<sup>13</sup>. De plus, SOC&ENV correspond à l'implémentation de défis mis en exergue par des récentes prospectives européennes<sup>14</sup>. Enfin, le volet de SOC&ENV sur la prévisibilité décennale des climats régionaux est destiné à s'europaniser au sein du JPI Climate<sup>15</sup>.

Le programme SOC&ENV s'est appuyé dès sa conception sur les réflexions des communautés scientifiques internationales<sup>16</sup>. Le programme SOC&ENV servira aussi d'outil programmatique innovant au sein de l'IGFA, en lien avec l'IFFA<sup>17</sup>, deux entités dont l'ANR est membre, et contribuera au concept international de « Earth System Research for Global

<sup>13</sup> 6.1 Coping with climate change , 6.2 Sustainable use and management of land and seas, 6.3 Improving resource efficiency, 6.4 Protecting citizens from environmental hazards, 6.5 Mobilizing environmental knowledge for policy, industry and society

<sup>14</sup> ESF RESCUE ([www.esf.org/rescue](http://www.esf.org/rescue)), et EuroAlliance of GCR ([www.euroalliance-globalchange.org](http://www.euroalliance-globalchange.org))

<sup>15</sup> Pour lequel l'ANR est membre du «Governing Board» depuis mai 2011, et ce en lien avec AllEnvi et le MESR

<sup>16</sup> liées au Conseil International pour la Science (ICSU), au Conseil International en Sciences Sociales (ISSC) et au Conseil International de la Philosophie et des Sciences Humaines (CIPSH), trois conseils basés à Paris

<sup>17</sup> Forum International des Agences de Financement en Sciences Sociales



Sustainability » (ESRGS<sup>18</sup>). D'une manière générale, le programme SOC&ENV est destiné à renforcer i) la coordination avec les pays post-industriels et pays émergents du BRICS, ii) la coopération avec les pays du Sud, notamment en Afrique et en Outre-Mer.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

#### • Enjeux scientifiques et technologiques du programme

Les thématiques couvertes par le programme SOC&ENV sont très vastes, c'est pourquoi la structuration du programme est proche des cinq « Grands Défis » développés au sein de l'ICSU ([www.icsu-visioning.org](http://www.icsu-visioning.org)), liant modélisation et observation à gestion, gouvernance et innovation des interactions sociétés-environnement. Il s'agit tant de mobiliser de nouvelles disciplines dans le domaine des SHS que de renforcer les interactions et les leaderships dans le domaine des sciences de la vie et de la Terre.

#### • Type de recherche

- Approches fondamentales (approfondissement des connaissances des phénomènes complexes, non linéaires, à seuils, couplés avec boucles de rétroactions, ...);
- Approches méthodologiques (bi-disciplinaire à inter-disciplinaire, interactions d'échelle, estimation / réduction des incertitudes, développement d'indicateurs);
- Approches finalisées (trans-disciplinarité science-société, évaluation d'actions, bases de connaissances, outils d'appui aux politiques publiques);
- Spectre large en taille et durée allant de projets exploratoires, projets intégrés, à cluster de projets selon la maturité des sujets abordés.

#### • 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 entreprises, des compagnies d'assurances, des collectivités territoriales, des ONG sont recherchés.

#### • Participation au financement du programme

L'ANR financera seule ce programme. Certains volets sont destinés progressivement à la coopération dans le cadre européen du JPI Climat et international de l'IGFA (cf. Fiches).

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

Les sciences et les sociétés doivent désormais répondre conjointement à un double défi : faire face à la multiplicité des risques environnementaux à grande échelle, tout en préservant les objectifs socio-économiques et éthiques mis en exergue par l'agenda du développement soutenable (Sustainable Development Agenda 21 de l'ONU). Ceci souligne aussi la nécessité d'évaluer scientifiquement l'efficacité de politiques environnementales fragmentées, locales ou mondiales, et des nouvelles [éco]technologies, incluant l'analyse de durabilité des cycles de vie. La complexité de ces questions, examinées récemment par le Conseil International pour la Science (ICSU), a conduit à une représentation en cinq «Grands Défis» qui doivent permettre de mieux orienter les Sciences du Système Terre pour un développement

---

<sup>18</sup> <http://www.icsu.org/what-we-do/projects-activities/earth-system-research-for-global-sustainability/faqs>

soutenable (ESRGS). Ces cinq «Grands Défis» ont été identifiés comme répondant à quatre critères: (i) l'importance scientifique, (ii) la nécessité d'une coordination mondiale, (iii) la pertinence pour les décideurs, et (iv) un effet de levier pour démêler des problèmes multiples. Ces «Grands Défis» élargissent et approfondissent le domaine de la recherche sur le Système Terre pour y englober l'intersection des changements environnementaux mondiaux avec le développement soutenable :

- 1) **Prévoir/Projeter** : améliorer l'utilité des prévisions des conditions environnementales et de leurs conséquences pour les personnes ;
- 2) **Observer/Discriminer** : élaborer, améliorer et intégrer les systèmes d'observation pour gérer les changements environnementaux globaux ou régionaux ;
- 3) **Confiner/Limiter** : déterminer comment anticiper, éviter et gérer les changements environnementaux mondiaux pouvant conduire à des points de rupture ;
- 4) **Répondre/Gouverner** : déterminer les changements institutionnels, économiques et comportementaux nécessaires pour mettre en place des mesures efficaces en matière de développement soutenable ;
- 5) **Innover/Transformer** : encourager l'innovation et les mécanismes d'évaluation, dans les domaines technologiques, politiques et sociaux contribuant au développement soutenable.

Dans ce contexte, le programme SOC&ENV vise à élargir le champ des sujets abordés par le précédent programme CEP&S (2009-2011), en donnant plus de force aux questionnements associés à la dynamique des sociétés humaines, ainsi qu'à la levée d'obstacles principaux tels ceux que constituent les échelles de temps décennales et les échelles régionales, incluant les mosaïques de paysages ruraux et urbains. Il se positionne en complémentarité des programmes « Villes et bâtiments durables » et « Technologies et Services pour l'Environnement » pour relever ensemble les cinq Grands Défis (ESRGS). Ces trois programmes sont sous-tendus par six principes communs :

- Développer des approches orientées objet, allant de la bi-disciplinarité à l'inter- et la trans-disciplinarité ;
- Promouvoir l'analyse historique et les réanalyses a posteriori, basées sur les informations passées et la connaissance des processus à l'œuvre ;
- Promouvoir une gamme de projections intégrées ou de scénarios pour le futur, et éventuellement développer des prévisions ou des analyses rétrospectives pour atteindre un objectif futur ;
- Promouvoir les interactions entre les spécificités régionales et les grandes échelles ou les grandes tendances mondiales ;
- Promouvoir les technologies d'adaptation et d'atténuation compte tenu des dimensions humaines et de la dynamique sociale (y compris la politique, et les évaluations ex ante et post ante ...) ;
- Évaluer la faisabilité des mises en œuvre des politiques environnementales face à des contraintes multiples (technologie, sociologie, économie ...).

Le programme SOC&ENV est aussi en interface avec les programmes plus locaux du secteur « Ecosystèmes et Développement Durable » et le programme « Sociétés Innovantes ». Le programme SOC&ENV couvre quatre grands domaines en interaction, et au sein desquelles se produisent des changements systémiques du local au global :

- a) le climat et les grands cycles des éléments, y compris l'eau et les gaz à effet de serre ;



- b) la biodiversité et les services écosystémiques, y compris l'alimentation ;
- c) la dynamique des terres, des aires urbaines et côtières, y compris sols et sédiments ;
- d) la dynamique des sociétés, y compris leurs dimensions humaines.

En 2012, cinq axes complémentaires ont été retenus et sont présentés succinctement ci-dessous.

## Axes et thèmes des recherches

### Axe 1 – Verrous de connaissances environnementales (Climat, Eau et Sols)

Un défi pour la recherche environnementale est de fournir des informations adaptées, incluant les extrêmes et les incertitudes, à des échelles pertinentes pour les décideurs et les acteurs de la société. En particulier, les échelles régionales et saisonnières à décennales sont des domaines à fort impact environnemental mais où la recherche fondamentale sur le climat, l'eau et les sols peine encore à déterminer les processus clés, à constituer des bases de données sur les variabilités et changements à l'œuvre, et à intégrer ces informations dans des modèles validés d'analyse et de prévision. Dans ce contexte stratégique, cet axe propose de susciter des recherches sur trois verrous de connaissances environnementales :

- *la prévisibilité décennale du climat à l'échelle régionale* : les échelles de quelques années à quelques décennies sont un domaine peu abordé, ce thème vise à documenter et analyser les modes de variabilité et de changement des conditions passées et présentes (derniers siècles à millénaires) et appréhender les capacités de prévisibilité.
- *la sécurité en matière d'eau* : la compréhension des impacts, tant des évolutions climatiques que des extrêmes (sécheresses, inondations, crues rapides, ...), sur les ressources en eau est critique; cet axe vise à agréger les observations régionales et de les analyser par des approches génériques et d'ensemble afin de dégager une vision intégrée, tout en discernant les spécificités plus locales et les incertitudes.
- *La dynamique des sols et des sédiments* : la forte pression d'usage auxquels sont soumis les sols et les sédiments nécessite de discerner les causes environnementales et anthropiques et leurs interactions ; cet axe vise à agréger les observations et les analyser par des approches génériques afin de dégager une vision d'ensemble et comparée, notamment en lien avec la vulnérabilité des zones côtières.

Ces efforts ayant besoin de masse critique, ils peuvent nécessiter la mise en place de gros cluster d'équipes de recherche. Enfin, ces thématiques sont destinées à être ouvertes progressivement dans le cadre européen du JPI Climat et international de l'IGFA, où des équipes françaises coordonnées peuvent prendre des leaderships.

#### Exemples de questionnement

*Prévoir/Projeter* : Quels sont les éléments de prévisibilité du climat européen de l'échelle saisonnière à décennale ?

*Observer/Discriminer* : Quelles sont les variabilités et évolutions des modes climatiques et hydrologiques sur le dernier millénaire en Europe et dans les mers adjacentes, de la Méditerranée à l'Arctique ?

*Confiner/Limiter* : Quels scénarios d'évolution du trait de côte en métropole en fonction des scénarios de changements climatiques, d'aménagement des zones côtières et d'érosion des bassins versants ? En Outre-Mer ?

### Axe 2 - Opportunités et risques associés aux CEx

Il s'agit ici d'appréhender les inégalités des filières, des sociétés, des cultures, des régions, des classes sociales..., face aux changements environnementaux à l'œuvre. Au sein des concepts généraux de vulnérabilité et de résilience, cet axe se propose de décliner tant les



opportunités que les risques associés aux changements et aux nécessaires adaptations en cours et à venir. En particulier, les capacités d'anticipation pouvant concilier le long-terme avec les contraintes à court-terme constitue un champ de recherche à approfondir. La notion « d'effets rebonds » est également un sujet pertinent, car certaines actions visant à réduire des impacts environnementaux peuvent provoquer d'autres nuisances.

Les résultats des analyses, historiques et actuelles, doivent permettre de préciser les scénarios potentiels des « gagnants » et des « perdants » vis-à-vis des changements environnementaux. Des exemples de telles conséquences sont donnés dans les axes suivants.

#### Exemples de questionnement

*Prévoir/Projeter : Quels conflits peuvent-être exacerbés par les inégalités vis-à-vis des CEx ?*

*Observer/Discriminer : Quelles sont ou seront les principales filières bénéficiaires des changements environnementaux ?*

*Confiner/Limiter : Comment démythifier les prévisions apocalyptiques ou de déni des CEx et communiquer sur les gagnants et perdants potentiels avec ou sans politiques d'adaptation ou de remédiation ?*

*Répondre/Gouverner : Comment faire émerger de manière consensuelle des politiques environnementales qui permettent de préserver le long-terme (par ex. réduire les GES) tout en améliorant le bien-être à moyen-terme (par ex. réduire la facture énergétique) ?*

*Innover/Transformer : Comment rendre « désirable » la connaissance sur l'environnement régional et global, et sur les mesures à mettre en œuvre pour le préserver ?*

### **Axe 3 - Gouvernances et comportements face aux CEx**

La globalisation des changements, tant sociétaux qu'environnementaux, et de leurs interactions, nécessite d'évaluer et de revoir en profondeur les politiques mises en œuvre pour y faire face. En particulier, cet axe se propose d'analyser la multiplicité et la compétition entre les diverses politiques environnementales spécifiques, et étudier les enjeux d'imbrication et de subsidiarité entre les échelons locaux, régionaux et globaux. Une attention toute particulière sera portée sur la dimension humaine et les comportements vis-à-vis des contraintes environnementales, éléments clefs pour toute implémentation réussie d'une politique. En particulier, la diversité des cultures, l'éthique et la justice, les croyances et les ressentis, tout comme les enjeux de communication et de participation seront à investiguer. D'une manière générale, la dimension historique et actuelle des relations homme-environnement ou société-environnement sera à développer en parallèle de scénarios futurs.

#### Exemples de questionnement

*Prévoir/Projeter : Comment utiliser les informations historiques des interactions homme-environnement, notamment lors ou suite à des crises, pour envisager divers scénarios du futur ?*

*Observer/Discriminer : Comment recenser les différentes politiques environnementales du local au régional et global selon leur domaine d'application et évaluer leurs synergies ou antagonismes ?*

*Confiner/Limiter : Comment rendre plus résilient, face aux CEx, un développement technologique et socio-économique qui privilégie le court-terme et les efficacités spécifiques sans intégrer les vulnérabilités systémiques ?*

*Répondre/Gouverner : Comment renforcer les liens entre science et gouvernance pour éclairer les décisions des avancées tant en sciences sociales que sur les variabilités et incertitudes attachées aux CEx ?*

*Innover/Transformer : Comment intégrer dans les dynamiques politiques, sociales et entrepreneuriales, les enjeux à long-terme environnementaux malgré les contraintes à court-terme, notamment socio-économiques ?*



#### **Axe 4 - Mobilité, migration, urbanisation globale face aux CEx**

Les nouvelles technologies, les progrès de l'agriculture et de la santé, la globalisation de l'économie, de la communication, des transports, etc..., ont conduit à une profonde mutation de la société, incluant des changements de comportements et de dynamique démographique. Ceci conduit notamment à une accélération de l'urbanisation globale (29 % en 1950, 47 % en 2000, près de 70 % en 2050). Celle-ci nécessite le développement de larges infrastructures, tant locales qu'en réseaux régionaux et internationaux de plus en plus interconnectés.

Ces dynamiques interdépendantes interagissent elles-mêmes avec les changements environnementaux, tant en terme de responsabilité en raison de la mobilité accrue qu'en terme de vulnérabilité induisant des migrations vers les villes ou les pays les plus développés. Les impacts de cette urbanisation tant sur les comportements que sur les mosaïques des territoires, ainsi que le transport des matières et le recyclage des déchets, affectent fortement les interactions sociétés-environnements. Dans ce contexte, il est critique de comprendre les impacts génériques de cette urbanisation globale, tout en appréhendant les fortes diversités tant culturelles, géoclimatiques que socio-économiques. Il est attendu des analyses comparées portant notamment sur les pays en développement, les pays en émergence ou les pays post-industriels. Cet Axe est complémentaire au Programme « Villes et Bâtiments Durables » qui travaille à l'échelle d'une seule ville, de plus typiquement européenne.

##### Exemples de questionnement

*Prévoir/Projeter : Dans la dynamique des migrations comment estimer la part due aux changements environnementaux en cours et à venir ?*

*Observer/Discriminer : Quels sont les flux migratoires bruts (cycle hebdomadaire, cycle saisonnier, immigration temporaire ou définitive, ...) associés aux villes selon leur type et leur environnement ?*

*Confiner/Limiter : Quelles stratégies d'aménagement pour les villes côtières, selon leur type, dans l'hypothèse d'une augmentation du niveau de la mer de 2 m dans la 2<sup>ème</sup> moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle ?*

*Répondre/Gouverner : Comment les nouvelles technologies de l'information et de la communication peuvent aider à mettre en place des politiques environnementales (péri)urbaines, et en évaluer leur succès ou échec ?*

*Innover/Transforme : Comment augmenter le bien-être des personnes dans un milieu relativement confiné et à l'environnement artificialisé tout en minimisant l'empreinte écologique globale d'une ville ?*

#### **Axe 5 - Compétition pour les terres et CEx**

Outre l'urbanisation, l'utilisation des terres par les sociétés est aussi en profonde mutation pour assurer un ensemble de fonctions compétitives au-delà des ressources alimentaires : besoins énergétiques, stockage du carbone, régulations de l'azote et de l'eau, conservations des espèces, espaces récréatifs... Toutes ces fonctions sont fortement sensibles à l'évolution des environnements locaux et à la qualité des sols, inversement certaines sont aussi liées à la régulation des environnements régionaux et globaux (gaz à effet de serre, qualité de l'air et de l'eau, biodiversité végétale et animale, ...). Cette compétition entre ces différents domaines est de plus globalisée par l'ouverture des marchés entre les nations et la compétition entre les classes socio-économiques. Cet axe vise à analyser l'évolution des mosaïques de territoires sous ces contraintes multiples, et notamment approfondir la part actuelle dans cette dynamique due aux changements environnementaux passés, actuels et à venir.

##### Exemples de questionnement

*Prévoir/Projeter : Quels scénarios d'évolution des terres pour les pays en voie de développement sous la contrainte multiple climatique, démographique et économique ?*

*Observer/Discriminer : Comment détecter les vulnérabilités vis-à-vis des changements climatiques accrues par la compétition des terres en zone tropicale ?*



*Confiner/Limiter : Comment préserver la dégradation des sols et réduire son impact sur l'environnement régional à global (de la latérisation au dégel des permafrosts) ?*

*Répondre/Gouverner : Quelles instances de dialogues, valeurs et normes pour réassocier acteurs locaux et acteurs globaux afin d'assurer des politiques territoriales préservant les environnements du local au global ?*

*Innover/Transformer : Comment sur un même territoire réconcilier les fonctions ressources (alimentation, énergie), préservations (espèces, carbone, sols, eau...) et culturelles ?*





## JPI Climat

### Objectifs

L'objectif principal du JPI Climat est d'améliorer notre connaissance du climat et de mettre en place des services intégrés de soutien à la décision pour l'innovation sociétale. Le JPI Climat est construit autour quatre groupes de travail : GT1) les prévisions climatiques décennales, GT2) les services climatologiques, GT3) la transformation soutenable de la société, et GT4) les outils d'aide à la décision. Dans un premier temps, l'accent est mis sur le GT1.

### Enjeux

Le changement climatique est une réalité complexe, qui affecte la société européenne au sens large. Le JPI Climat vise à répondre aux besoins des décideurs et responsables politiques et de la société européenne au sens large, par des informations pertinentes basées sur les connaissances et des services pour faire face aux changements climatiques. Comprendre et répondre aux changements climatiques exige des efforts européens coordonnés et à grande échelle, tant dans la recherche que l'innovation et la gouvernance.

Un défi certain pour la recherche climatique est de fournir des informations climatiques adaptées, comprenant les extrêmes et les incertitudes, à des échelles régionales et décennales plus pertinentes pour les décideurs. Ceci requiert une forte amélioration des modèles climatiques, basée sur la compréhension des processus clés et sur une réanalyse des évolutions passées et présentes (derniers siècles à millénaires). Cet effort nécessite une masse critique qui pourra être atteinte au niveau européen, vers un leadership mondial.

### Partenaires internationaux

Allemagne (BMBF, président JPI)

Norvège (MRC, JPI vice-président)

France (ANR & AllEnvi, co-président du GT1-Vers les prévisions climatiques décennales)

Finlande (Co-président du GT1-Vers les prévisions climatiques décennales)

Autriche, Belgique, Danemark, Irlande, Italie, Slovénie, Suède, Pays Bas, Royaume-Uni

Commission Européenne (Observateur)

### Contribution prévue de la partie française

Il est prévu un appel multilatéral sur le GT1 en 2012-2013. L'ANR est membre du Conseil d'Administration et jouera un rôle clé sur la définition de l'appel en lien avec AllEnvi.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2013 - 2014**



## IGFA/Belmont Forum Changements environnementaux

### Objectifs

L'IGFA / Belmont Forum<sup>19</sup>, principal groupe d'agences de financement de la recherche mondiale sur les changements environnementaux, a établi le défi « Belmont » suivant : « Délivrer les connaissances nécessaires à l'action pour atténuer et s'adapter vis-à-vis des changements environnementaux néfastes et des événements extrêmes dangereux ». Les premières priorités d'action de recherche collaborative (CRA) portent sur la sécurité des ressources en eau, sur la vulnérabilité des zones côtières, et sur le renforcement de la collaboration internationale dans des domaines clés des changements environnementaux.

### Enjeux

Les informations dont la société a besoin, pour faire face aux défis des changements environnementaux globaux, nécessitent de s'appuyer sur une compréhension globale du système, afin que des solutions scientifiques contribuent aux enjeux d'adaptation et d'atténuation. La société a notamment besoin d'informations critiques sur les interconnexions entre risques environnementaux et risques sociétaux et sur comment les gérer, y compris des méthodes pour la protection de la vie et des biens, la prise de décisions sur des arbitrages entre différentes options de gestion socio-environnementale et la transition vers une économie soutenable. Ceci nécessite des connaissances scientifiques sur les impacts des changements environnementaux mondiaux à l'échelle à laquelle les décideurs opèrent - une priorité dans ce domaine est de fournir des évaluations à des échelles régionales et décennales.

### Partenaires internationaux

La NSF (USA, co-président), le NERC (Royaume-Uni, co-président), le CSIRO (Australie), le CRSNG (Canada), la DFG (Allemagne), la CE / DG XII / Env. (USA), le MEXT (Japon), la FAPESP (Brésil), la NRF (Afrique du Sud), le Ministère des Sciences de la Terre (Inde), le Ministère de la Science et de la Recherche (Autriche) ont exprimé leur intérêt pour au moins l'une des trois propositions CRA 2012.

### Contribution prévue de la partie française

Il est prévu de lancer trois actions de recherche collaborative (CRA) lors de la Conférence de l'ONU Rio +20 sur i) la sécurité en eau douce, ii) la vulnérabilité des zones côtières et iii) la collaboration internationale sur des domaines clés du défi « Belmont ». L'ANR va jouer un rôle de premier plan sur les réunions, prévues fin 2011, pour concevoir le contenu des appels.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2013 – 2014**

<sup>19</sup> <http://www.igfagcr.org/index.php/belmont-forum>



## Recherches transdisciplinaires sur l'avenir de la Méditerranée (Trans-Med)

### Résumé :

La Région Méditerranée connaît des transformations historiques rapides révélant des enjeux capitaux. La démographie de la rive Sud excède fortement celle de la rive Nord alors qu'il a toujours existé une circulation importante entre pays. Les différences nationales s'accroissent en termes d'activité économique, d'emploi, de ressources agricoles et alimentaires. Les zones littorales font l'objet de pressions de toutes natures de la part des sociétés, se traduisant par des pollutions et de fortes compétitions pour l'espace et les ressources en eau. Le tourisme y devient une activité de première importance mais pèse sur les ressources et pourrait poser des problèmes d'acceptabilité sociale... Un ensemble de problèmes liant la démographie, l'écologie, l'économie et la culture ont été identifiés et les analyses convergent vers les risques d'une crise complexe. Le réveil politique du Sud et les difficultés économiques du Nord sont vraisemblablement des signaux d'évolutions. Des Ateliers de Réflexion Prospective ont permis et permettent de clarifier les enjeux et les questions qui se posent. Il en découle un programme de recherche nécessairement interdisciplinaire. Il est destiné à poursuivre les investissements intellectuels sur la Méditerranée sans attendre, faisant ainsi écho à la politique française d'engagement dans cette région. Il est souhaitable qu'il soit relayé par d'autres formes de coopération, en particulier européennes. Ce programme est, à ce stade, une initiative nationale ouverte à des collaborations internationales.

### Mots clés :

Méditerranée, démographie, migration, écologie, eau, ressources, environnement, pollution, biodiversité, changement climatique, sécheresse, sécurité alimentaire, emploi, société, économie, énergie, balance des paiements, politique, crise.

### Programme nouveau

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :** 2012 (suites éventuelles à envisager)
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme national ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**  
Ce programme fait suite à l'ARP (Atelier de Réflexion Prospective) PARME – Prospective Partenariats Recherche en Méditerranée – mené par B. Hubert, Président de AGROPOLIS INTERNATIONAL et l'ARP TOUROMED.



Tourisme autrement en Méditerranée, mené par le sénateur P. Laffitte. Il est en interaction avec l'ARP Mer Méditerranée qui démarre en 2012

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Ce programme n'a pas de relations avec les programmes Investissements d'avenir.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

L'objectif visé est d'améliorer de manière importante les connaissances sur l'interaction dans le futur entre les milieux, les sociétés et l'environnement dans toute la région circum Méditerranéenne. Les analyses prospectives réalisées laissent toutes à penser que dans de nombreux domaines, des situations de crises sectorielles et systémiques sont possibles si des politiques régionales ne sont pas définies et mises en œuvre. Les révoltes simultanées et les mouvements sociaux dans sept pays de la rive Sud et les difficultés financières et sociales de trois grands pays de la rive Nord peuvent être interprétées comme exprimant les difficultés d'adaptation au resserrement de nombreuses contraintes de tous ordres et la volonté de dépasser les situations actuelles. Les ARP (Ateliers de Réflexion Prospective) qui ont été réalisés en 2010 et 2011, et qui ont repris l'essentiel des travaux de prospective relatifs à cette région, sont de nature à convaincre que des recherches complémentaires à toutes celles qui existent sont nécessaires de manière urgente pour mieux comprendre le caractère systémique des évolutions en cours et garantir la validité des politiques qui pourraient en résulter.

### **Résultats attendus**

Des analyses délibérément régionales sont attendues sur toutes les composantes de la crise d'ensemble : démographie, ressources en eau et en terre, état des écosystèmes, sécurité alimentaire, problématique foncière (rurale, urbaine, littorale), emploi, mobilité, secteurs industriels en particulier énergie, tourisme, services, revenus, formation, changement climatique, pollutions, démocratie, idéologies, espérance de la jeunesse... Mais surtout, sont **attendues des analyses sur ce qui fait le lien systémique entre tous ces domaines sous forme de processus évolutifs**. Par exemple : les liens entre changement climatique, sécurité alimentaire et dépendance du marché international et des fluctuations de prix, pauvreté urbaine, pauvreté rurale... Autre exemple : les liens entre démographie, exode rural, surdensification des zones littorales, accroissement des pollutions et des coûts de dépollution, pénuries d'eau... Autre exemple encore : les liens entre importance des classes d'âge jeune, insuffisance de l'emploi, barrières à la mobilité géographique, accroissement du tourisme Nord-Sud, difficultés d'acceptabilité d'un tourisme porteur de valeurs très différentes de celles des populations autochtones... Le programme facilitera la mise en relation entre les différents processus évolutifs de manière à ce que le caractère systémique soit mis en lumière et que soient identifiées les évolutions tendanciennes porteuses de crises.

## Impact espéré

Le premier des impacts espérés sera de contribuer à l'émergence d'analyses clarificatrices permettant de mesurer les enjeux à leur valeur. Un deuxième impact sera le tissage des liens plus denses entre chercheurs des deux rives de la Méditerranée de manière à élaborer conjointement ces analyses. Un troisième impact sera de renforcer significativement le caractère interdisciplinaire des recherches. Un quatrième impact espéré sera de commencer à élaborer des propositions de solutions prenant en compte le caractère de crise systémique de l'évolution de la Région.

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 Enjeux économiques

- **Enjeux de consommation et par rapport aux producteurs et consommateurs d'aliments**

La question agricole et alimentaire concerne les deux rives de la Méditerranée. La région Afrique du Nord Moyen Orient est de plus en plus importatrice d'aliments, en particulier de céréales et d'aliments pour le bétail. L'Europe, par effet de proximité, est concernée par les possibilités d'exportation. Elle l'est aussi par les importations de fruits et légumes hors saison. La régulation de la concurrence entre les deux rives est une question ancienne qui demande à être examinée de manière prospective et dans toutes ses dimensions (complémentarité, effets de maintien d'activités rurales au Sud, normes, équilibres de balances commerciales...).

Un autre enjeu est celui de **l'abandon progressif par les populations de la rive Sud du « régime méditerranéen »** (blé, légumes frais, huile d'olive) au profit d'un régime où s'accroissent la part des viandes grasses et des sodas sucrés, ce qui crée une épidémie rapide de maladies cardio-vasculaires, de cancers et de diabète de type 2. L'ensemble devrait entraîner des coûts sociaux importants dans le futur.

- **Enjeux industriels, énergétiques et pour les services**

**L'énergie** constitue un enjeu capital. Quelques pays disposent de ressources pétrolières, plus ou moins limitées dans le temps, qui alimentent 80 % de l'approvisionnement de la région. Tous bénéficient des possibilités offertes par l'énergie solaire dont on peut espérer qu'elle s'exportera vers le Nord. Les enjeux technologiques et industriels sont importants : échanges de technologies, transport, stockage, mise en réseau...

Le **tourisme** constitue déjà, au titre des services, une activité de premier plan pourvoyeuse de devises. Au Nord comme au Sud, l'attractivité de la région est forte. La concentration sur le littoral induit des effets environnementaux dommageables.

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

Les industries alimentaires du Sud doivent répondre à trois contraintes : valoriser mieux les produits traditionnels (marchés captifs), améliorer la qualité sanitaire et améliorer la compétitivité par rapport aux importations.

Les industries utilisatrices de main d'œuvre sont toutes concernées par l'avenir des **compétitivités comparées**. La région pourrait, selon certains scénarios, prendre une part



non négligeable de la production industrielle si la compétitivité de sa main d'œuvre est au rendez-vous.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

La proximité des économies du Nord et du Sud de la Méditerranée, dans un contexte de libéralisation économique mondiale, pose des questions inévitables d'intégration progressive. Celle-ci ne peut se faire que par la circulation des marchandises, ce qui pose des problèmes d'équilibrage des balances commerciales, par la circulation des capitaux ou celle des personnes qui entre en contradiction avec les politiques migratoires. L'enjeu de la localisation des activités économiques et des complémentarités de production est donc un enjeu géographique considérable.

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

La démographie du Sud se caractérise par une grande quantité de jeunes que l'économie locale n'arrive pas à employer suffisamment. Ce problème devient rapidement un problème commun à la région car, **faute de solutions, le chômage créera des problèmes sociaux graves** : forte volonté d'immigration, désespérance. C'est donc l'ensemble de la région qui devrait faire l'objet d'analyse des perspectives d'emploi à long terme.

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

Les différences culturelles attisées par l'extrémisme religieux sont un enjeu clé, relié aux autres aspects, en particulier aux enjeux économiques. Une opposition Nord Sud accentuée n'est pas envisageable. Ces enjeux doivent donc être éclairés par des analyses destinées à en expliquer les déterminants.

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

L'ensemble de la région est en **situation critique pour les ressources en eau** du fait d'une forte utilisation urbaine et agricole pour l'irrigation. Les nappes fossiles sont dans tous les cas surexploitées, provoquant quelquefois des intrusions d'eaux salées dans les nappes des zones côtières. Cette situation pourrait devenir plus critique encore avec le changement climatique. La ressource pétrolière est elle aussi limitée et certains pays préparent déjà le temps où la ressource sera épuisée.

- **Ecosystèmes**

Les écosystèmes méditerranéens constituent un « **hot spot** » de **biodiversité**. Ils sont fortement soumis à la pression des sociétés à la fois sur les **zones littorales** par l'urbanisation et dans l'intérieur des terres par des pratiques agricoles souvent érosives. Ils seront, par ailleurs, soumis au changement climatique. **Les écosystèmes marins** sont, eux aussi, soumis à une pression des sociétés en termes d'exploitation abusive des ressources halieutiques et d'apparition d'espèces envahissantes.

- **Pollutions**

Les pollutions terrestres sont nombreuses : déficience des systèmes d'épuration urbains, pollutions industrielles, pollutions agricoles. Les eaux des rivières, des lagunes et de la



mer sont elles aussi atteintes. En mer, il existe des sources de pollution spécifiques dues au trafic commercial et aux déchets militaires.

- **Risques naturels**

La région est une région sismique et volcanique. Les risques naturels y sont à haute fréquence historique (tremblements de terre). Les tsunamis y sont possibles. Les fortes densités de population littorales rendent l'exposition aux risques naturels particulièrement élevée.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, en Europe ou dans le monde**

- **Caractère international du programme**

Ce programme répond à la nécessité d'investir dans les analyses complexes qui sont nécessaires pour bâtir des politiques supranationales (régionales) fondées sur des bases solides et pragmatiques. Il est singulier au sens où il n'a pas été entrepris à ce jour de travaux de recherche à grande échelle cherchant à intégrer les connaissances très pluridisciplinaires sur une région entière. Le programme ARIMNET (ERA-NET Agriculture Research in the Mediterranean) intéresse la même région mais est limité au domaine agricole.

Il existe de nombreuses recherches internationales, mais à portée plus limitée, dans le cadre d'institutions régionales comme le CIHEAM (Centre International des Hautes Etudes Agricoles Méditerranéennes) et le CIESM (Commission Internationale d'Etudes Scientifiques de la Méditerranée). L'ambition du programme, suivant l'ambition de l'UPM, est de contribuer à l'émergence d'une communauté scientifique régionale sur le changement en Méditerranée. Le relais pourrait être ensuite pris dans le cadre européen.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques du programme**

Les enjeux scientifiques sont d'une part l'élargissement des connaissances interdisciplinaires sur la région et l'avancée méthodologique que cette interdisciplinarité suppose. Il s'agit en effet d'une interdisciplinarité très large puisqu'elle intéresse le milieu naturel et les sociétés.

- **Type de recherche**

Les recherches à entreprendre sont focalisées sur l'acquisition de connaissances, leur synthèse et leur mise en relation interdisciplinaire.



- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est ouvert à la recherche privée. Mais le partenariat qui est recherché est essentiellement international de manière à ce que se forment des consortiums rassemblant les compétences nécessaires à traiter des questions interdisciplinaires.

- **Participation au financement du programme**

Il est souhaitable que les recherches permettent à des chercheurs des différents pays de la Méditerranée de collaborer. Les consortiums qui répondraient à l'appel à projets devront donc obtenir des financements de leurs propres autorités nationales. Le règlement financier de l'ANR ne permet pas de financer des équipes étrangères ou des chercheurs étrangers qui ne disposeraient pas de ressources suffisantes, sauf à ce que, de manière limitée par le règlement financier, les dépenses puissent être opérées par des entités françaises ou des entités internationales auxquelles la France participe. Cette difficulté peut être l'occasion de penser aux formes futures de coopération scientifique dans la région.

L'ANR est ouverte à des co-participations financières.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

En première approche, sont rassemblés ici les différents thèmes interdisciplinaires identifiés lors des Ateliers de Réflexion Prospective de l'ANR.

#### **Axe 1 : Démographie et influence sur l'économie et la société**

Les pays du Nord ont une natalité faible. Les pays du Sud de la région connaissent maintenant une transition démographique rapide. La problématique de la « bombe démographique » est en voie de dépassement. Cela aura des conséquences à observer dont certaines sont déjà perceptibles : changement de la taille de la famille, évolution des modes d'autorité au sein de la famille et des solidarités, effets sur l'emploi et sur les comptes sociaux, effets sur les migrations.

#### **Axe 2 : Mobilités internationales**

Les mouvements de population ont toujours existé au sein du monde méditerranéen. Les raisons ont été analysées en termes démographiques et économiques : migrations dues à l'emploi, regroupement familial, tourisme, résidence de vieillesse... Ces mouvements doivent être aujourd'hui analysés plus largement dans leurs motivations : affirmation de soi, émancipation, entretien du lien diasporique, mutation de civilisation...

#### **Axe 3 : Cultures, identités, valeurs, religions : interactions de civilisation**

Le « printemps arabe » témoigne sans doute d'une mutation de civilisation : sécularisation, aspiration à la démocratie, rôle croissant des femmes dans la vie sociale. Les références fondamentales des sociétés du Sud et du Nord de la Méditerranée vont-elles converger ?





#### **Axe 4 : Tourisme du futur : tensions et évolutions positives**

Carrefour culturel et géographique, la Méditerranée est aussi un très grand espace touristique mettant en relation les sociétés du Nord et du Sud. Le nombre de visiteurs augmente de manière très rapide. Cela aboutit à une forte concentration locale de population (zones littorales), de la consommation forte de ressources quelquefois rares (eau, alimentation, énergie), des pollutions et des formes de déstabilisation des sociétés locales. Un tourisme novateur est donc nécessaire et reste à définir.

#### **Axe 5 : Le littoral : zone de concentration d'impacts**

Un tiers des 430 millions d'habitants des pays riverains vivent sur le littoral. Cette concentration crée des difficultés de concurrence foncière entre activités, de la concurrence sur les ressources en eau, la perte de très bonnes terres agricoles et des pollutions des milieux lagunaires et de la mer. Les politiques permettant de revaloriser les arrière-pays sont, là aussi, indispensables. Leur élaboration demande des bases de connaissance et d'expérience préalables.

#### **Axe 6 : Préserver les écosystèmes**

Les écosystèmes méditerranéens sont remarquables. Ils constituent une zone « hot spot » de biodiversité. Ils sont menacés par la pression des activités humaines et le changement climatique. Quelles solutions sont envisageables pour à la fois conserver ces écosystèmes et assurer leur adaptation ?

#### **Axe 7 : Quelle sécurité alimentaire à long terme ?**

Les terres arables et irrigables sont déjà presque toutes utilisées et les ressources en eau sont de plus en plus rares. Dès lors que la population augmente, les déficits alimentaires vont s'aggraver. Le changement climatique pourrait aggraver la situation. Y a-t-il des solutions nouvelles afin que le Sud de la Méditerranée limite sa vulnérabilité alimentaire ? Quels sont les scénarios de coopération entre le Nord et le Sud dans ce domaine ?

#### **Axe 8 : Alimentation et santé**

L'abandon du « régime méditerranéen » expose rapidement les populations à un ensemble de maladies dangereuses et coûteuses. L'urgence de politiques nutritionnelles ne fait pas de doute. Cette « épidémie » doit être analysée.

#### **Axe 9 : Quelle évolution énergétique pour la région ?**

Au Nord se pose la question du choix du nouveau bouquet énergétique, avec une probable réduction de la part du nucléaire à long terme. Au Sud, existent des situations contrastées entre pays pétroliers et non pétroliers, avec la perspective de la baisse des ressources en pétrole et à l'inverse le potentiel de valorisation de l'énergie solaire (PV et thermodynamique) mais à des coûts encore élevés. Comment sera assurée la sécurité énergétique des pays du Sud et quelles relations pourraient s'établir avec les pays du Nord ? Comment créer de nouvelles interconnexions sans induire de nouvelles dépendances ?



### **Axe 10 : L'avenir de la Mer**

La pression des activités humaines sur les zones littorales aboutit à des pollutions importantes. Le trafic maritime est lui aussi polluant et introducteur d'espèces invasives. La pêche, bien que largement artisanale, contribue à réduire les stocks des espèces de poissons. Les questions relatives à la « santé » de la Méditerranée ne sont pas nouvelles mais restent d'actualité.

### **Axe 11 : Une crise systémique de la Méditerranée et des voies de sortie**

L'ensemble des processus ici évoqués est caractérisé par les fortes interrelations entre les variables. Une description du système et des différents processus ainsi que leurs dynamiques est indispensable pour réfléchir aux cohérences des politiques publiques de l'avenir. Ces politiques ont besoin de bases de connaissances sérieuses afin de définir les fondements réalistes des solutions à proposer



## Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité, Comportements et Usages (CESA)

### Résumé :

La mondialisation des échanges, le changement climatique et la production accélérée de xénobiotiques et de nouveaux composés de synthèse accroissent les risques de **contamination 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 à faible dose, et leurs impacts sur les écosystèmes et sur la santé animale et humaine.

Le but de ce programme est d'apporter **une meilleure connaissance 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**. 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).

### Mots clés :

Adaptabilité, Agents toxigènes, Allergies, Biodiversité, Biocides, Biomarqueurs, Cancers, Comportements, Ecosystèmes, Ecotoxicologie, Epidémiologie, Epigénétique, Maladies métaboliques, Maladies neuro-dégénératives, Maladies physiopathologiques, Médicaments, Métaux, Métrologie, Nanomatériaux, Nanoparticules, Ondes, Organismes génétiquement modifiés, Organométalliques, Perturbateurs endocriniens, Pesticides, Polluants minéraux, Polluants organiques persistants, Populations à risques, Rayonnements, Risques, Santé animale, Santé humaine, Santé végétale, Toxicologie, Transferts de gènes, Troubles neurologiques, Troubles reproductifs, Usages



## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2011 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national

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

Les thèmes de recherche abordés dans cet AAP sont complémentaires à ceux figurant dans les programmes de l'ANR suivants :

« Changements globaux planétaires » (CEP) pour les aspects liés aux pathologies générées par les changements climatiques,  
« ECOTECH » Production durable et technologies de l'environnement, pour les technologies de dépollution et de métrologie de l'environnement,  
« Chimie durable et innovation » (CD2I) pour la toxicologie des contaminants en rapport avec la directive REACH,  
« P3N » (nanomatériaux) pour la toxicologie des nanomatériaux,  
« ALID » pour les contaminations des produits alimentaires (pathogènes, toxines, contaminants chimiques).

Il s'inscrit dans la poursuite des objectifs des programmes précédents sur cette thématique :

- programme « Santé-Environnement, Santé-travail, SEST » terminé en 2007,
- programme « Contaminants, Ecosystèmes et Santé » terminé en 2010,
- programme « Biodiversité », dont il est supposé relayer certains aspects innovants.

- **Relations avec les instruments des Investissements d'avenir** :

De nombreuses actions relatives à l'environnement sont financées dans le cadre des Investissements d'avenir. On peut citer :

- Les Equipements d'excellence : IAOOS (continent arctique), GEOSUD (observation satellitaire), NanoID (contaminants nanoparticules), PLANAQUA (contaminants milieux aquatiques) destinés à la surveillance d'aspects spécifiques de l'environnement ;
- Les Laboratoires d'excellence : COTE (étude du littoral), FIRST-TF (métrologie), IMU (environnements urbains).

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

- Contribuer à la production de connaissances scientifiques 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 et 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** en France ;
- 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 les bases scientifiques et techniques de l'action de l'ANSES, 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

### 2.1 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, ou 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 et de position par rapport à l'exportation ou par rapport à l'avance technique et à l'évolution des normes**

Les résultats espérés des recherches en métrologie, notamment dans la mise au point de méthodes innovantes de détection des contaminants ou de détection de leurs effets sur la santé devraient permettre de faire évoluer les normes de contamination et les règlements en matière de protection des consommateurs.

### 2.2 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, *etc.*) pouvant prendre en charge les problèmes inhérents à la perturbation des écosystèmes. La recherche doit permettre d'**anticiper la toxicité et l'écotoxicité potentielles des contaminants**. Il s'agit là d'une activité économique grandissante et créatrice d'emplois 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.

## 2.3 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, de la qualité de l'air et des sols.

- **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 vue 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 - Positionnement international par rapport à d'autres programmes en Europe ou dans le monde**

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 environmental change and human health ».

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

La mise en place au niveau européen d'un ERA-NET en nanotoxicologie.

L'échelle européenne apparaît comme l'échelle normale de traitement des questions scientifiques de ce programme. 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 a été ouvert en 2011 (EURO-NANOMED).

L'International Human Epigenome Consortium (IHEC) a été mis en place par des chercheurs impliqués dans la définition des cartes épigénétiques de référence de différents types cellulaires. Ces cartes consistent en la définition du statut chromatinien, de méthylation et d'expression de micro-ARNs de cellules normales différenciées (par exemple les hépatocytes, le muscle strié). Une fois établies, les cartes de référence permettront de rechercher des modifications éventuelles associées à un état pathologique, ou à l'exposition à un contaminant. La participation de l'ANR au consortium IHEC est fortement souhaitée par la communauté française concernée. Elle suppose l'engagement de l'agence à un financement soutenu sur cette thématique (10 M\$ sur 5 ans). La constitution des cartes de référence ne peut être soutenue dans le cadre de CESA, mais représente une condition nécessaire pour que des recherches en épigénétique soient dans le futur proposées dans le cadre de CESA, ce qui apparaît hautement souhaitable. La taille de la communauté française étant sous-critique, un programme transnational avec le BBSRC ou la BMBF est actuellement à l'étude.

#### **3.2 - 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 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
- financement de l'INCa puis de l'alliance AVIESAN (Institut thématique cancer) 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

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Ce programme s'articulera autour de cinq thèmes de recherche :

#### **Axe 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, radiofréquences), particuliers (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 ;
- nouvelles 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.

## Axe 2 - Contaminants et santé

### 2.1. Impact des contaminants sur la santé humaine, animale et végétale

- 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, de l'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 ;
- Epigénétique. Un mécanisme possible de l'impact des contaminants environnementaux sur la santé, en particulier en regard d'exposition prolongée, à faibles doses à des produits dénués de toxicité aiguë, est l'empreinte épigénétique. Elle peut consister en des modifications chromatinienne, de la méthylation, du processing des transcrits et des petits ARNs régulateurs. Ces modifications sont transmissibles aux cellules filles et susceptibles de modifier la régulation de l'expression des gènes, avec des conséquences majeures s'il s'agit de gènes impliqués dans le contrôle de la survie et/ou de la multiplication cellulaire.

### 2.2. Impact des contaminants sur les communautés et les 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.



### **Axe 3 - Adaptabilité :**

- A l'échelle de l'organisme
  - estimation de la variabilité des seuils de réponses chez des organismes soumis de manière chronique à des contaminations à faibles doses et/ou en mélanges ;
  - étude des mécanismes d'adaptation des organismes et de l'évolution des systèmes adaptatifs ;
  - évolution de ces mécanismes analysée en fonction du temps d'exposition ;
  - identification de fenêtres de sensibilité/adaptabilité des organismes ;
  - biomarqueurs reflétant un phénomène adaptatif ;
- A l'échelle de la population
  - compréhension du rôle de la sélection et de l'adaptation dans l'évolution des populations exposées (érosion de la diversité génétique, risque d'extinction, stratégies démographiques, sensibilité à des multi- stress) ;
  - tolérance/résilience des communautés dans l'évolution des écosystèmes exposés à des contaminants.
- A l'échelle des communautés et des écosystèmes
  - l'évolution des écosystèmes exposés à des contaminants : capacités de régénération des écosystèmes, résilience des écosystèmes ; étudier le coût à long terme de ces phénomènes adaptatifs ;
  - adaptation de la biodiversité à des seuils de contaminations variables.

### **Axe 4 - Usages et comportements ; évaluation des risques :**

- évaluation des risques à travers le recueil des données d'exposition des écosystèmes et des populations (données environnementales, professionnelles...) aux substances ou aux facteurs environnementaux ;
- identification des biotopes ou des populations à risque ;
- étude des risques de santé liés à des expositions chroniques à de faibles doses, à des multi-expositions chroniques ;
- développement de méthodes qualitatives systématiques (entretiens, observation), en relation avec les données statistiques disponibles ;
- évaluation du rôle complexe que peut jouer l'information des populations dans leur sensibilisation au risque et dans l'acceptabilité de celui-ci.
- 

### **Axe 5 - Modélisation, prédiction, recherches prénormatives :**

- mise au point de modèles prédictifs de l'évolution des contaminations, de la modélisation de l'évolution des contaminants dans l'environnement et de leur spéciation ;
- 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 d'identifier de nouveaux processus de biodépollution en vue de la protection des écosystèmes ;
- apporter des connaissances utiles à la mise en œuvre de réglementations : démarche prénormative permettant une utilisation rapide en milieu industriel pour la mise en œuvre des réglementations (REACH, directive cadre sur l'eau, directive cosmétiques).



# BIOADAPT

## 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 va nécessiter de prendre en compte de manière prioritaire les capacités d'adaptation des organismes vivants aux stress et aux perturbations de tous ordres associées aux changements globaux. L'adaptation aux changements globaux se décline aux grandes échelles du niveau planétaire (CEPS), aux échelles moyennes des territoires et des écosystèmes (AGROBIOSPHERE) ainsi qu'au niveau de l'individu, des populations et des espèces qui sont traités par le programme BIOADAPT.

Le programme BIOADAPT a pour objectif de développer les connaissances permettant de progresser vers plus de durabilité dans la gestion des écosystèmes naturels et exploités, de la biodiversité et des ressources naturelles. BIOADAPT soutient les recherches en biologie et génétique sur la compréhension et la mise en œuvre des mécanismes d'adaptation du vivant au niveau des gènes, des individus, des populations et des espèces et leur évolution face aux changements globaux, aux stress et aux perturbations. Afin de pouvoir mettre en œuvre les connaissances acquises sur ces mécanismes pour développer l'adaptabilité du vivant, le programme appuie les recherches sur les méthodes et outils favorisant d'une part les capacités d'adaptabilité et de résilience écologique des espèces et des communautés et d'autre part, l'amélioration des variétés et des races pour répondre aux défis des changements globaux. Il contribuera à la conservation et à la valorisation des ressources biologiques *in situ* et *ex situ*. L'intégration des différents niveaux de complexité du gène aux espèces et leur modélisation seront des approches déterminantes pour contribuer à cette mise en œuvre opérationnelle.

### Mots clés :

Adaptation ; changements globaux ; gestion de la diversité ; génétique ; génomique ; épigénétique ; biologie des populations ; diversité spécifique ; modélisation ; stress biotiques ; stress abiotiques ; ressources biologiques ; interactions ; mécanismes d'adaptation ; domestication ; plasticité ; régulations physiologiques et écophysiologiques ; modélisation ; perturbation ; résilience ; sélection ; amélioration ; animal ; plante ; micro-organismes



## 1<sup>ère</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 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 ALID), 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).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** :

Le programme est complémentaire de celui d'Investissements d'avenir, en particulier de l'AAP Biotechnologies et bioressources. Les projets déjà soutenus par ce dernier ne seront pas éligibles.

## 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 économiques...

Ces résultats concernent aussi bien les espèces, populations et écosystèmes dans le but de conserver et même étendre leur diversité (génomique et 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 interactions 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 importants.

### **2.1 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 en cours globaux mais aussi sociétaux (Grenelle de l'environnement) ont un impact exigeant 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 sûreté de leur alimentation respectueuse de l'environnement tout en limitant la pression sur les prix nécessitent de développer le nouveau corpus de connaissances et l'ingénierie nécessaires. Il s'agira par exemple d'assurer une bonne stabilité des productions agricoles sous des conditions de variabilité climatique et économique accrues.

- **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 et par rapport à l'évolution des normes**

L'adaptation aux changements globaux sera indispensable aux sociétés afin d'assurer leur compétitivité, 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 entre géotypes, populations ou territoires et environnement de manière dynamique au moment où les coûts liés au transport et au bilan de carbone deviennent des variables déterminantes.

## 2.2 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 indispensables à la gestion durable des écosystèmes et à l'ingénierie nécessaire au maintien et à la valorisation de la diversité mais aussi pour le maintien et l'évolution des emplois dans des domaines fragilisés comme l'agriculture ou la pêche.

- **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 sécurité pour l'avenir de la conservation de ressources vivantes et des écosystèmes indispensables pour le futur.

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 que par le développement des recherches assurant la compréhension des facteurs d'évolution. L'image de notre société et de certains de ces acteurs exploitant des ressources en sera grandement améliorée.

## **2.3 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 impacts distribués. Les collections de 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 éventuel 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 au stress biotiques et abiotiques).

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, en Europe ou dans le monde**

- L'adaptation est une priorité internationale. Le programme s'inscrit dans la réflexion stratégique en cours menée par l'Etat pour un plan national d'adaptation au changement climatique et permettra de soutenir des recherches nécessaires dans le domaine du vivant.
- Pour la majeure partie du programme national, les thématiques sont complémentaires aux actions du 7<sup>ème</sup> PCRD.
- Le programme est complémentaire de celui d'Investissements d'avenir, en particulier de l'AAP Biotechnologies et bioressources. Les projets déjà soutenus par ce dernier ne seront pas éligibles.





- **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 apparaîtront. La continuité avec les programmes européens et internationaux (proposition d'ERA-NET CAPS, Plant KBBE) en génomique sera assurée.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **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).

- **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 Biotechnologies vertes et Agenae) et en ingénierie de l'adaptation (PME, Centres techniques...).

- **Participation au financement du programme**

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

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

Le programme a pour objectif de développer les connaissances permettant de progresser vers plus de durabilité dans la gestion des écosystèmes, de la biodiversité et des ressources naturelles dans un contexte d'adaptation à des changements majeurs, globaux mais aussi à impacts localisés. Les ressources génétiques fournissant des éléments de base d'adaptation au changement ont une importance particulière. La compréhension de la biologie et de la génétique de l'adaptation et le développement de méthodes de gestion et d'adaptation sont au cœur du programme BIOADAPT, dont les principaux objectifs sont décrits ci-dessous :



- Comprendre les mécanismes d'adaptation du vivant aux stress et perturbations d'origine abiotique ou biotique induits par des changements globaux (réchauffement climatique, augmentation de la fréquence des éléments extrêmes et des facteurs d'instabilité, changements d'usage des terres et des milieux aquatiques, raréfaction des ressources naturelles, diminution de la diversité biologique, espèces envahissantes, pathogènes, contaminants et pollutions...).
- Fournir les connaissances et développer les recherches permettant de mieux intégrer la diversité et la dynamique des processus adaptatifs dans les démarches d'élaboration de scénarios sur le devenir de la biodiversité et des ressources biologiques.
- Constituer les bases de connaissances indispensables pour gérer et innover avec des ressources vivantes capables d'adaptation et d'organisation, à différents laps de temps, de l'échelle du génome et de l'individu à celle des populations et des communautés.
- Fournir des résultats permettant de poursuivre dans la voie de l'intensification écologique (traité par le programme AGROBIOSPHERE) en adaptant les populations et les espèces exploitées aux changements globaux tout en les rendant plus efficaces.
- Favoriser la mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus.

**BIOADAPT 2012** s'articule autour de deux axes thématiques :

- Le premier axe vise à fournir un socle de connaissances permettant de mieux comprendre, à différents niveaux d'analyse, les mécanismes adaptatifs et évolutifs.
- Le second axe se propose de développer des recherches tant conceptuelles que méthodologiques permettant de développer ou favoriser l'adaptabilité chez les espèces vivantes.

#### **Axe Etude des mécanismes d'adaptation du vivant**

Le premier axe thématique de cet appel à projets vise à documenter les bases biologiques de la réponse adaptative des organismes vivants (animaux, végétaux et micro-organismes) face aux changements globaux. Pour approfondir les connaissances dans ce domaine, l'axe thématique propose de considérer différents niveaux d'analyse : le niveau des gènes, celui des individus, celui des populations, ainsi que celui des interactions entre populations.

#### **Axe Recherches pour développer l'adaptabilité du vivant**

Ce second axe de l'AAP BIOADAPT porte sur les méthodes et les outils de sélection et d'amélioration visant à adapter les espèces (qu'elles soient naturelles, cultivées ou domestiquées) aux changements globaux, tout en réduisant leur impact sur l'environnement. Il sera souhaitable dans cet axe de proposer des méthodes et des outils permettant de développer, optimiser ou étendre la diversité génétique et physiologique des organismes vivants, afin d'assurer leur capacité de résilience écologique.



Pour répondre aux questions économiques et sociétales posées par les changements globaux, il est capital de tirer profit de l'ensemble des résultats accumulés. Toutes les approches permettant d'intégrer ces connaissances dans des modèles d'adaptation pertinents et validés seront donc appréciées.

Il est souhaité que des projets situés à l'interface entre les deux axes thématiques soient proposés.

Les recherches en modélisation des processus adaptatifs en réponse à des stress, perturbations ou changements de l'environnement intégrant les réponses adaptatives observées aussi bien au niveau des gènes, des individus, des populations que des communautés, ou permettant d'élaborer des scénarios sur le devenir de la biodiversité et des ressources génétiques sont attendues.

Concernant la nature des changements, des stress et des perturbations, il pourra s'agir d'étudier les effets (non exhaustifs) : de la sécheresse, de la température, des risques biotiques et abiotiques, des contraintes climatiques, des contraintes sociétales, de la pression sur les ressources naturelles, de la limitation des intrants, de l'émergence d'espèces envahissantes, de l'émergence de maladies, de la pollution et des agents toxiques. Dans ce contexte, il s'agira également de considérer l'impact des solutions et méthodes proposées.



## **NET-BIOME 2012 : Towards Biodiversity Management in support of Sustainable Development in Tropical and Subtropical EU**

### **Objectifs**

Développer les recherches pour une gestion de la biodiversité tropicale et subtropicale en appui au développement durable afin d'assurer un développement économique de l'outre-mer européen respectueux de son environnement et de ses ressources naturelles.

### **Enjeux**

Net-Biome associe les collectivités d'outre-mer européennes des zones tropicales et subtropicales dont la biodiversité est exceptionnelle, qui sont plus exposées que le reste de l'Europe aux changements climatiques, aux risques naturels et aux pressions dues aux activités humaines. La biodiversité est un atout fondamental pour leur développement économique. Elles développent des stratégies et des modèles originaux qui pourraient avantageusement être partagés ou transposés à l'Europe continentale : adaptation aux changements climatiques et aux pressions anthropiques, gestion et conservation intégrées et durables de la biodiversité. Les autorités locales avaient donc décidé d'initier et de stimuler la coopération et la coordination de programmes de recherche pour la gestion durable et intégrée de la biodiversité en appui au développement durable.

### **Partenaires internationaux**

Espagne : Gouvernement des Canaries, Ministère de la Recherche (MCINN)

France : ANR, Conseils régionaux : Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion, Gouvernement régionaux de Nouvelle Calédonie et Polynésie Française

Grande-Bretagne : UKOTCF, DEFRA

Pays-Bas : Ministère de la santé et de l'Environnement des Antilles néerlandaises

Portugal : FCT, Gouvernements des Açores et de Madère

Le programme BEST (DG Environnement) est complémentaire à cet appel et a fait part de son intérêt.

### **Contribution prévue de la partie française**

ANR : gérer l'appel 2012

### **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2011 - 2013**

L'appel 2011 a été géré par le Portugal (FCT)



## ERA-NET Biodiversité : BIODIVERSA 2

### Résumé :

Suite au Sommet Biodiversité de 2005, l'Institut Français de la Biodiversité et l'ANR ont pris l'initiative de proposer à la Commission européenne de coordonner un second ERA-NET dans le domaine de la Biodiversité. Cet ERA-NET a intéressé de nombreuses agences avec 16 pays membres et a investi dans la formulation d'objectifs scientifiques communs. Son originalité est d'associer des agences de financement de la recherche avec des agences finançant des actions de terrain. Les partenaires sont maintenant prêts à financer une contribution pour un deuxième appel d'offres... Au regard du succès du premier appel à projets de l'ERA-NET Biodiversa2 en 2011 (12M€ à l'appel d'offres) sur les services écosystémiques, il apparaît nécessaire de financer une deuxième édition en 2012 sur la dynamique de la biodiversité et l'augmentation de la résilience des écosystèmes en fonction du développement de différents scénarios incluant le changement global, les évolutions socio-économiques et l'identification de points de rupture.

Cet appel d'offres a pour objectif de préparer la communauté scientifique française à participer à l'Intergovernmental science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) approuvée en 2011 par l'ONU.

Ce second appel d'offres vient en complément du programme blanc biodiversité de l'ANR SVSE7.

### Mots clés :

fonctionnement des écosystèmes, dynamique de la biodiversité, changement global, changements socio-économiques, développement de scénario, résilience, IPBES

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** ERA-NET

Liste des partenaires :

FRB, MEEDDM, ANR : France

FWF (Autriche) ; BELSPO (Belgique) ; BNSF (Bulgarie) ; ETF (Estonie) ; PT-DLR, DFG (Allemagne) ; VM (Hongrie) ; RCL (Lituanie) ; NWO (Pays Bas) ; RCN (Norvège) ; FCT (Portugal) ; MICINN (Espagne) ; Formas (Suède) ; SEPA (Suède) ; MARA (Turquie) ; DEFRA, JNCC, NERC (Grande Bretagne).



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

Cet ERA-NET prend le relais du programme Biodiversité et de l'appel d'offres « 6<sup>ème</sup> extinction » qui mettaient en œuvre directement la stratégie française de recherche en biodiversité. Ces programmes ont duré respectivement 3 et 1 ans et ont financé au total une soixantaine de projets. Le taux de sélection a été élevé car en moyenne, seulement 15 % des projets candidats ont été financés. Les projets élus sont d'une très grande qualité. Cependant, les réponses ont privilégié la recherche sur la connaissance de la biodiversité, par rapport à la recherche ciblée sur l'action pour gérer la biodiversité, ceci malgré les inflexions données aux termes de référence des appels à projets. Le programme Biodiversa contribue à aller dans le même sens : très opportunément, nous avons fait en sorte que les thèmes de recherche choisis par l'ERA-NET correspondent à ce qui avait été souhaité par le comité de pilotage pour l'avenir du programme Biodiversité. Par ailleurs, un nombre significatif d'équipes françaises avaient répondu en collaboration avec des équipes européennes ce qui anticipait une européanisation du programme. Les appels d'offres nationaux de l'ANR ont été supprimés et transférés au programme non thématique SVSE7.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

L'ERA-NET a fixé les objectifs suivants :

- Financer la recherche collaborative internationale pour de la science d'excellence à l'échelle européenne,
- Créer de nouvelles opportunités de financement pour la recherche collaborative internationale en Europe afin de promouvoir une science d'excellence et financer des thématiques en complément des initiatives nationales et européennes,
- Mobiliser des recherches orientées vers la proposition de solutions aux problèmes d'érosion de la biodiversité d'intérêt européen et national et d'intérêt général,
- Disséminer les résultats de recherche et encourager leur utilisation,
- Contribuer à l'établissement de liens entre les différents acteurs de la science européenne en matière de biodiversité, ainsi qu'entre acteurs des politiques de conservation et des politiques publiques.

### **Résultats attendus**

- Mobilisation de la communauté des modélisateurs qui pratiquent l'analyse des scénarios évolutifs et qui examinent les points de rupture,
- Création d'une masse critique suffisante à l'échelle européenne (n'existe pas au niveau national),
- Etablissement de collaborations soutenues entre équipes françaises et autres équipes européennes,
- Production de scénarios de développement économique respectueux de la biodiversité et de ses usages

## Impact espéré

- Mobilisation de compétences pour une recherche de solutions efficaces à différents problèmes économiques que rencontrent la conservation mais aussi l'exploitation des ressources issues de la biodiversité. Ces sujets sont d'intérêt européen et national notamment en France métropolitaine et outre mer ; en particulier dans les zones littorales, les zones d'agriculture et d'élevage intensifs, les zones de montagne, les zones méditerranéennes ;
- Dans l'optique du changement climatique, de l'accroissement de la pression démographique et de l'évolution socio-économique de ces territoires, éclairer les décideurs et gestionnaires sur différents scénarios probables d'évolution de la biodiversité ;
- Présenter ces résultats dans un contexte international (IPBES).

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 Enjeux économiques

- La biodiversité génétique constitue une ressource au potentiel considérable ayant de multiples effets sur l'économie et la société : identification de molécules et de principes actifs utilisables en médecine, en protection des plantes, en amélioration génétique des organismes (plantes et animaux), identification d'enzymes utilisables pour l'industrie, pour des mécanismes de dépollution...
- Par ailleurs, la biodiversité des écosystèmes apparaît de plus en plus comme une garantie de résilience des écosystèmes face aux perturbations anthropiques : extension de l'agriculture, perturbateurs et contaminants nombreux, envahisseurs biologiques, maladies émergentes et changement climatique.
- Le chiffrage des coûts potentiels de l'inaction ne devrait pas tarder à intervenir et à offrir une base de politique publique plus solide à l'action

### 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

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

L'intérêt pour la biodiversité s'étend. Seule une conscience plus aigüe des enjeux par l'ensemble des sociétés pourra permettre à des politiques de conservation d'être efficaces.

- L'information et la formation des différents acteurs locaux et la formation des citoyens doivent se faire sur des bases plus précises que celles que les contenus de formation offrent aujourd'hui.
- Les connaissances acquises dans ce domaine devraient fournir des contenus pour l'enseignement et la formation qui sont fondamentaux pour la prise de conscience du rôle des sociétés dans la « sixième extinction des espèces ».

### 2.3 Enjeux en termes de sécurité

Le maintien de la biodiversité dans la biosphère, par les effets de résilience, offre des garanties de sécurité à long terme pour les sociétés humaines de différentes manières : effets bénéfiques sur les climats locaux, limitation des effets des manifestations du



changement climatique (événements extrêmes), solutions médicamenteuses, utilisation de la connaissance de mécanismes du vivant comme source d'inspiration pour la technologie (biomimétisme).

## 2.4 Enjeux en termes de culture, d'image

La France se veut être un des grands pays de l'étude et de la conservation de la biodiversité mais elle ne dispose pas des possibilités de conduire à un rythme suffisant les travaux nécessaires à la connaissance du capital de biodiversité existant. Un des enjeux, notamment, est d'inviter les chercheurs européens à participer aux travaux relatifs aux écosystèmes tropicaux des COM (DOM et TOM).

## 2.5 Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

L'exploitation durable des ressources biologiques dépend de l'ensemble de la productivité de la biodiversité de l'écosystème. Déterminer le maximum exploitable de l'écosystème sera une des sorties des modèles d'évolution des scénarios aussi bien pour les ressources marines et la pêche que pour les ressources forestières par exemple.

- **Ecosystèmes**

Un écosystème divers et riche par son nombre d'espèces a plus de chance d'être productif, stable et capable de s'adapter dans certaines limites à des stress climatiques ou provoqués par l'exploitation par l'homme d'une fraction de ses ressources. De plus, dans le cas d'agressions par des épizooties, la possibilité de remplacer une espèce par une autre qui occupe une niche écologique voisine permettra à l'écosystème de rester résilient, ce qui n'est plus le cas dans les écosystèmes cultivés intensivement.

## 3. Positionnement stratégique du programme

Les axes de recherche reprennent une partie de la Stratégie de recherche française sur la biodiversité. Ils insistent particulièrement sur le développement de pratiques d'utilisation et de conservation durable des espèces et de leurs habitats. Mais, pour cela, des recherches sont nécessaires en matière d'évolution probable de la biodiversité, par l'analyse des scénarios.

Cet ERA-NET est le seul grand programme national dédié à la Biodiversité, l'ANR est associée au Ministère de l'Environnement pour l'appel 2012, il est complémentaire des opérations de moindres ampleurs que réalise la FRB et il n'existe pas de nouvel appel d'offres programmé par le 7<sup>ème</sup> PCRD sur l'évolution de la biodiversité sous contrainte des scénarios de changement climatique et de changements socio-économiques.





### 3.1 Caractère international du programme

Fortement marqué avec 21 agences de 16 pays, mais cet ERA-NET n'est ouvert qu'à un partenariat entre pays européens

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La caractérisation, l'analyse de la dynamique, la mesure des impacts des différents usages et la recherche de solutions mettent en lumière des enjeux scientifiques importants :

- L'évaluation quantitative de la dynamique de la biodiversité à des échelles de temps de plusieurs décennies ;
- la mise en évidence de déséquilibres qui induisent des pertes importantes et rapides de la biodiversité ;
- La caractérisation des trajectoires de perturbation de la biodiversité en fonction de différents scénarios liés au changement global et aux évolutions socio-économiques ;
- Le développement de mesures de gestion et de gouvernance qui permettent d'infléchir les tendances des scénarios.

- **Type de recherche**

Biodiversa propose de la recherche fondamentale et/ou appliquée dont les applications à court, moyen et long termes doivent être dans le domaine de la biodiversité. A partir de là, Biodiversa nécessite une très forte multidisciplinarité intégrant aussi bien les sciences de la biologie que des SHS (socio-économie) ou les sciences de l'ingénieur.

- **Type de partenariat de recherche**

Programme mixte mais pour lequel la participation d'agences de financement étrangères est essentielle.

- **Participation au financement du programme**

Le cofinancement est réalisé par un ensemble d'agences de pays membres de l'Union européenne. Pour la France, le Ministère en charge de l'Environnement a prévu d'être cofinancier du call 2012. Les projets devront être conçus comme favorisant des coopérations scientifiques entre équipes des différents pays membres.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

3 axes de recherche sont identifiés. Ils s'appliquent à l'ensemble des organismes vivants et à l'ensemble des écosystèmes.



- Meilleure compréhension des processus qui orientent la biodiversité à une échelle de temps de plusieurs décades. Une attention particulière sera portée sur les processus lents et sur les processus qui déterminent la résilience des systèmes ou qui induisent des changements abrupts pour la biodiversité...
- Développer des scénarios d'évolution de la biodiversité pour définir les trajectoires les plus probables à l'échelle de plusieurs décades.
- En fonction de ces évolutions probables de la dynamique de la biodiversité, définir les options de gestion, de gouvernance et de politiques publiques qui permettraient de renforcer la résilience des systèmes écologiques et socio-écologiques et d'éviter les changements abrupts avec leur forte perte de biodiversité.



## **ERA-NET SEAS-ERA**

### **Vers une intégration Européenne de la stratégie de recherche marine dans les programmes**

#### **Objectifs**

Développer les recherches marines avec une meilleure intégration entre les Etats membres pour une compréhension du fonctionnement des systèmes marins afin d'assurer la pérennité de leurs fonctions écologiques et de leurs usages. Pour tenir compte des spécificités régionales, 4 grandes éco-régions sont identifiées : Mer Baltique, Atlantique, Méditerranée, Mer Noire, et l'Europe dans son ensemble. L'ANR participera uniquement aux programmes communs et aux appels d'offres concernant l'Atlantique, la Méditerranée et les sujets pan-européens.

#### **Enjeux**

A l'augmentation des pressions anthropiques (exploitation par la pêche, exploitations des ressources minérales, réceptacle des contaminations véhiculées par les fleuves...) se surajoutent les effets du changement climatique (température, élévation du niveau de la mer, acidification des océans) dans un contexte d'accroissement des populations concentrées sur le littoral. Ceci se traduit par une augmentation des menaces sur l'intégrité des écosystèmes, de leur biodiversité et une baisse de leur productivité qui ne font qu'attiser les conflits entre les différents utilisateurs de ce bien commun. Promouvoir l'élaboration de scénarios d'évolution des écosystèmes marins en fonction de l'évolution des usages est une priorité pour guider les décisions publiques dans le moyen terme.

#### **Partenaires internationaux**

Coordination ESF : Marine Board, Espagne (MICINN), Belgique (BELSPO), Bulgarie (MEYS), France (ANR, Ifremer), Allemagne (FJG), Grèce (HCMR), Islande (ICR), Irlande (MI), Italie (MIUR), Norvège (RCN), Malte (MCST), Portugal (FCT), Hollande (NOVWO), Turquie (TUBITAK), Royaume-Uni (NERC, DEFRA), Roumanie (CNMP), Ukraine (KSCSTEI), Géorgie (SRNSF)

#### **Contribution prévue de la partie française**

Définir le contenu précis des appels d'offres pour la Méditerranée, pour l'Atlantique et éventuellement pan-européen sur l'impact du changement climatique sur le fonctionnement des écosystèmes marins.

Participer au financement d'un appel d'offres par an et aux procédures d'évaluation à hauteur de 2 M€ par an.

- Année 2012 : Atlantique ou Méditerranée
- Année 2013 : Méditerranée ou Atlantique
- Année 2014 : Transversal Europe

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2013**



## 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 tenu en 2009. Il s'intéresse aux échelles locales et celle des écosystèmes productifs.

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, volatilité des prix... 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 inévitablement intensifs en certaines ressources en raison des besoins accrus en haut rendement, mais aussi 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 devra 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, une limitation forte des contaminants 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 aux ressources aux changements globaux.**

L'édition 2011 a donné de bons résultats en termes de pertinence bien que le nombre des propositions ait été inférieur à ce qu'il avait été pour le programme SYSTERRA (précurseur de AGROBIOSPHERE).

Pour 2012, les mêmes axes de travail seront maintenus (après consultation de Comité de pilotage) :

L'axe 1 est centré sur la compréhension des changements globaux, l'Axe 2 sur des propositions de solutions adaptatives, l'Axe 3 sur la gestion des aires protégées, l'Axe 4 sur la modélisation et la cartographie pour l'aide à l'aménagement des territoires. Pour 2012 d'autres axes pourraient être créés notamment en matière de gestion intégrée des ressources en eau et de ma.

#### Mots clés :

Changement global, changement climatique, sécheresse, raretés, azote, phosphore, travail du sol, produits phytosanitaires, lutte intégrée, lutte biologique, itinéraires techniques,



systèmes de production, agronomie, céréaliculture, élevage, arboriculture, horticulture, foresterie, aquaculture, pêche, aires protégées, agroécologie, agriculture écologiquement intensive, agriculture de conservation, écologie du paysage, recherche action, paysage, volatilité des prix, politique agricole, politique environnementale, services écologiques et environnementaux, contaminants et pollutions agricoles.

## 2<sup>ème</sup> édition (édition 1 lancée en décembre 2010)

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert (partenariat public privé ou recherche publique seule)
- **Dimension internationale du programme :** programme national ouvert à l'international notamment aux Pays du Sud

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

Le programme AGROBIOSPHERE s'inscrit dans une évolution rapide de la thématique commencée avec ADD (Agriculture et développement durable) et poursuivie avec SYTERRA (Systèmes, territoires, Ressources, acteurs). Il concerne les échelles géographiques locales alors que le programme qui porte sur les changements environnementaux planétaires s'intéresse aux échelles continentales et que le programme qui porte sur les adaptations génétiques s'intéresse aux échelles relatives aux espèces (populations, espèces, échelle moléculaire).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Très peu des financements des Investissements d'avenir ont des relations avec le programme AGROBIOSPHERE. Le LABEX « Agro » de Montpellier pourrait développer quelques activités sur les « agro-écosystèmes » et la protection intégrée des plantes. Le projet « Corail » pourrait permettre de réduire les éventuelles demandes centrées sur la gestion des pêches en milieu lagunaire tropical. Le projet GEOSUD dans EQUIPEX pourrait servir de base technique à des projets de cartographie dans l'axe « Cartobiosphère ». Les articulations sont donc très ponctuelles.

## 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<sup>20</sup>. 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 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.**

---

<sup>20</sup> C. de Pertuis, S. Hallegatte, F. Lecocq. Economie de l'adaptation au changement climatique.

- 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 événements 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 2018)**;
- 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 écosystémiques 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**

### **2.1 - 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 sûreté 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 ;

## 2.2 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 culture, d'image**

Le succès des techniques productives inspirées par l'écologie scientifique, tels que l'on peut les observer d'ores et déjà, sont 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.

## 2.3 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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 débouchent sur l'hypothèse d'un programme international Agriculture Sécurité Alimentaire, et Changement Climatique. Des travaux internes à la DG Recherche de la CE vont dans le même sens et laissent espérer un relais à partir de 2013 dans le cadre de « Horizon 2020 ».

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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 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 de **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).

- **Participation au financement du programme**

L'ANR finance presque essentiellement le programme mais a été rejointe dès 2011 par l'AIRD pour des cofinancements destinés à des équipes de pays du Sud. L'AIRD a financé cet aspect du programme SYSTERRA durant 3 années.

- **Type de partenariat de recherche**

Programme ouvert (partenariat public – privé ou recherche publique seule). Le partenariat avec des réseaux d'agriculteurs – expérimentateurs est particulièrement bienvenu. Ce programme rencontre un grand intérêt dans la profession agricole.

## **4. Stratégie 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 au changement 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.
- **Cartographie et modélisation pour l'aide à la décision dans la gestion des territoires :** la recherche sur les SIG destinés à intégrer les informations nécessaires à une gestion conciliant services écologiques et productivité doit être encouragée.
- **Gestion intégrée des eaux d'un bassin versant dans l'hypothèse de la réduction des ressources :** la sécheresse de printemps de 2011 incite à penser l'aménagement des paysages dans le but de conserver les eaux de pluie. Les techniques sont connues, mais leur intégration dans un bassin versant et les simulations concrètes sont nécessaires pour passer à des opérations de terrain.
- **Réduction des risques de contamination des écosystèmes cultivés : les techniques agricoles** alternatives peuvent contribuer à réduire la production et la circulation de contaminants dans les écosystèmes.



## **Transnational Plant alliance for novel technologies - towards implementing the Knowledge Based Bio- Economy in Europe (PLANT-KBBE)**

### **Objectifs**

- Coopération scientifique et technologique ;
- Emergence de projets intégrés très innovants, orientés vers des applications afin de renforcer l'innovation de l'industrie et faciliter l'accès à des marchés dans le domaine de la génomique des plantes et des biotechnologies.

### **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. 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. Deux axes de recherche concernent 1/ La bioénergie, avec le développement d'une source d'énergie sécuritaire et durable, les biomatériaux et les bioproduits via les biotechnologies blanches pour produire des composés et matériaux bruts ayant des applications industrielles ou pharmaceutiques, 2/ La sécurité alimentaire, la productivité végétale et le changement climatique, ce thème inclue la stabilité du rendement, l'adaptation aux pressions environnementales et la plasticité phénotypique.

### **Partenaires internationaux**

- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Allemagne)
- FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA (Portugal)
- MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN (Espagne)

### **Contribution prévue de la partie française**

Co-rédaction du texte de l'appel à projets, comité de sélection, secrétariat de l'appel à projets en 2012, suivi des projets des éditions antérieures et bilan, colloque de suivi-bilan organisé par le MICINN en 2012.

### **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2014**

(suite d'un engagement antérieur).

En 2006 : call ERA-NET Plant Genomics (ERA-PG). PLANT-KBBE a ensuite lancé 3 appels à projets consécutifs en 2008, 2009, 2010.



## Programmes agricoles internationaux : ICTAGRI, RURAGRI, ARIMNET, FACCE-JPI

### Résumé :

La recherche agricole française est fortement sollicitée au plan international en particulier au plan européen pour participer à des initiatives innovantes. Les différents engagements internationaux qui en résultent ont été regroupés de manière à en avoir une vue synoptique et à éclairer le positionnement de l'ANR et des organismes actifs dans ce domaine. Les ERA-NET agricoles sont nombreux (16). Un choix très sélectif a été fait de manière à ne participer qu'à un petit nombre jugés stratégiques. ICTAGRI traite des techniques de l'information et de la communication dans l'agriculture. RURAGRI est un ERA-NET qui est le résultat des travaux du *Standing Committee on Agricultural Research* largement influencé par les courants de pensée actuels dans la recherche agronomique française. ARIMNET est un ERA-NET issu de négociations destinées à créer des réseaux scientifiques entre la recherche de la rive nord et de la rive sud de la Méditerranée. Et FACCE (*Food security, Agriculture, Climate Change*) résulte d'une *Joint Programming Initiative* elle-même liée à la *Global Research Alliance on Agriculture and Greenhouse Gases (GRA)*. La recherche française est ainsi positionnée sur des sujets clés. Les appels à projets seront lancés en nombre limité et favoriseront la consolidation de réseaux de recherche d'excellence.

### Mots clés :

Agriculture, élevage, écologie, intensification écologique, agriculture de précision, technologie de l'information et de la communication (TIC), sécurité alimentaire, alimentation, eau, irrigation, agriculture méditerranéenne, Méditerranée, effet de serre, gaz à effet de serre, changement climatique, adaptation, atténuation.

### Programme regroupé (ICTAGRI, RURAGRI)

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** ERA-NET et éventuellement multilatéral (cofinancements UE-NSF-Nouvelle Zélande et autres pays)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**  
ICTAGRI a été intégré à AGROBIOSPHERE en 2011. RURAGRI est thématiquement lié à SYSTEMERRA et AGROBIOSPHERE. FACCE est thématiquement lié à AGROBIOSPHERE et à la dynamique créée par l'ARP ADAGE. ARIMNET a été conduit en parallèle à l'ARP PARME (recherches collaboratives méditerranéennes).



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les projets présentés dans les appels d'offres relatifs aux Investissements d'avenir n'ont pas de rapport avec les activités de recherche internationales regroupées ici.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

L'ensemble des programmes vise à **articuler la recherche agricole française avec les recherches de niveau international sur les thèmes les plus pertinents** et les plus scientifiquement porteurs dans les années à venir en matière d'agriculture (sensu lato).

- ICTAGRI vise à **intégrer rapidement les innovations des STIC dans l'agriculture**, notamment dans le machinisme agricole et dans l'agriculture de précision. Ce champ d'innovation est vaste et encore peu abordé.
- RURAGRI peut être interprété comme un **prolongement de SYSTERRA et AGROBIOSPHERE** au sens où les thèmes sont très voisins, ce qui établit un effet levier démultiplicateur en mobilisant les chercheurs des autres pays européens vers une agronomie « écologiquement intensive ».
- ARIMNET vise à traiter les **questions urgentes de recherche agricole dans l'espace méditerranéen**. Un seul appel à projets est prévu à ce stade. Il devrait permettre de tester les capacités des équipes de recherche des deux rives de la Méditerranée à travailler ensemble pour accroître la production agricole du Sud dans un contexte de raréfaction des ressources en eau.
- FACCE est une initiative de programmation conjointe (JPI) entre les Etats membres de l'UE : elle rejoint les préoccupations scientifiques des travaux de « l'Alliance globale de la recherche », initiative mondiale néo-zélandaise sur les thèmes de la sécurité alimentaire face au changement climatique. Il s'agit de financer des recherches sur **l'adaptation et l'atténuation des gaz à effet de serre produit par l'agriculture (20 % du total) et sur les bilans carbonés des différentes pratiques agricoles afin de contribuer à une inflexion du changement climatique** dans le domaine des écosystèmes utiles (agriculture, élevage, aquaculture...).

### **Résultats attendus**

- ICTAGRI est très orienté innovation. On en attend donc des produits à forte **utilité économique**.
- RURAGRI et FACCE sont dédiés à de la **recherche finalisée et de la recherche fondamentale**. On en attend des références utiles pour proposer de nouveaux modèles de production agricole dans un contexte de réduction des gaz à effet de serre (sommet de Copenhague).
- ARIMNET a une vocation particulière à établir des **relations de coopération scientifique**, tout en désignant les sujets d'intérêt commun pour ces coopérations.

### **Impact espéré**

Les sujets de recherche en TIC sont d'une grande importance en termes de productivité. Peu de recherches ont été entreprises en France dans cette perspective sauf par le CEMAGREF.





On attend de cet ERA-NET qu'il contribue à établir des ponts entre les TIC et les technologies agricoles.

Les autres domaines de recherche sont destinés à partager les travaux entre équipes de recherche de différents pays, soit pour constituer des réseaux de grande qualité (excellence), soit pour établir et consolider des liens.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 Enjeux économiques**

D'une manière générale, ces quatre programmes ont une finalité économique affirmée : l'efficacité productive, la compétitivité et l'adaptation au changement global. En ce sens, ils complètent bien le programme AGROBIOSPHERE.

- **Enjeux de production par rapport aux producteurs et aux enjeux de productivité, de compétitivité, de position par rapport à l'exportation et à l'avance technique**

La production agricole française devra s'adapter au changement climatique et contribuer à sa réduction. Il est essentiel, dans ce domaine, que les recherches soient coordonnées à l'échelle internationale car toute innovation pourrait avoir des incidences **de productivité géographique différentielle**. Il y a aussi un enjeu de connaissance de la gamme des techniques possibles pour se préparer aux **débats internationaux sur les normes**. L'échelle internationale est donc un bon choix. De même, l'application des TIC doit le plus possible se faire dans un cadre public afin que chacun ait un accès aux innovations dans les cartons.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

**ARIMNET sera le premier ERA-NET à vocation géographique.** L'enjeu géographique dont il s'agit est considérable puisqu'il s'agit de la sécurité alimentaire du Sud de la Méditerranée, région à forte démographie, à faibles ressources productives agricoles et devant être fortement impactée par le changement climatique. La solidarité géographique est donc une quasi obligation stratégique.

### **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

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

Tous les programmes visés ont une incidence potentielle sur la transformation de l'agriculture française et européenne dans le but de l'adapter aux changements globaux. Dans cette perspective, le bien-être et les revenus des producteurs agricoles constituent des enjeux non négligeables.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le rôle de l'agriculture dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, plus encore son rôle dans la séquestration du carbone, désignent cette activité comme importante en termes d'enjeux. Par ailleurs, l'agriculture du futur se pose inévitablement la question de la sécurité alimentaire mondiale. Deux grands enjeux sécuritaires sont donc concernés.

- **Enjeux en termes d'image**

Il est important que les équipes scientifiques françaises, étant donné l'importance que revêt l'agriculture comme activité productive en France, participe à un bon niveau aux initiatives qui concernent cette activité au plan international.

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ecosystèmes**

Précédés par les programmes ADD, puis SYSTERRA, les programmes européens et internationaux qui sont proposés considèrent l'agriculture et l'élevage, et d'une manière générale les activités productives utilisant les milieux naturels, comme des activités de « gestion » durable (viable) des écosystèmes. Leur adaptation aux changements globaux est donc analysée comme celle d'écosystèmes, pas seulement comme une simple adaptation de techniques.

- **Pollutions**

L'adaptation de l'agriculture et son rôle de séquestration de carbone contribuent à la réduction des émissions constitutives de l'effet de serre. Plus généralement, les programmes contribuent à l'avènement d'une agriculture durable.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, en Europe ou dans le monde

- **Caractère international du programme**

Les quatre programmes sont des ERA-NET.

- ICTAGRI est un programme intéressant 14 pays européens, représentés par 16 entités différentes (organismes de recherche appliquée, firmes) et 12 observateurs. L'orientation très technologique intéresse particulièrement le Danemark, l'Allemagne et la Hollande. Les domaines de référence sont la production agricole, la gestion de la production et de la qualité, l'agriculture de précision et l'élevage de précision. Le CEMAGREF a joué un rôle important en participant à l'orientation générale de l'ERA-NET.
- RURAGRI est le résultat des travaux du SCAR (Standing Committee on Agricultural Research) qui est une instance européenne originale d'expertise ayant une influence sur la définition des « topics ». Pour la première fois, ces travaux donnent lieu à un ERA-NET et à un appel à projets. La réflexion du SCAR est très proche de celle d'AGROBIOSPHERE et pourrait conduire à une meilleure articulation future, les projets du FP7 et d' « Horizon 2020 » pouvant prendre éventuellement le relais des projets AGROBIOSPHERE 2011 et 2012. LE SCAR est présidé par un chercheur français.
- ARIMNET résulte de la volonté de chercheurs français de faire en sorte que l'UE finance des appels à projets liant la recherche agronomique de la rive Nord de la Méditerranée avec celle de la rive Sud.



- Les enjeux sont en effet considérables : insécurité alimentaire de plus en plus grande au Sud et risque climatique accentué. Aux portes de l'Europe, la région Afrique du Nord-Moyen Orient présente aussi d'autres enjeux de grande importance liés à la dynamique démographique et migratoire. Cet ERA-NET est donc d'une facture nouvelle et pourrait préfigurer de nouvelles formes de coopération régionale. Il se situe dans la droite ligne des recommandations de l'ARP PARME.
- Le JPI FACCE est le résultat de la concertation des Etats membres de l'UE qui recommande de mener ensemble une programmation commune sur l'influence du changement climatique sur l'agriculture et en première priorité les émissions de gaz à effet de serre et leur remédiation. Ces priorités européennes rejoignent celles initiées par l'initiative Néo Zélandaise concernant une « Alliance Globale de Recherche » sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et l'effet de serre. Il s'agit là d'une problématique mondiale d'une très grande importance croisant les thématiques démographiques, d'effet de serre, de dégradation des écosystèmes productifs et de sécurité alimentaire. Cette initiative a rencontré un grand succès international : une trentaine de pays y ont adhéré. L'INRA a porté une partie de sa responsabilité intellectuelle. Ce thème de recherche est, par ailleurs, un domaine d'intérêt de différentes institutions de recherche françaises. Le Gouvernement a récemment pris des positions sur la problématique agricole mondiale en cohérence avec le statut de puissance agricole internationale de la France. Mais la réalisation concrète de recherches communes demandait qu'un dispositif opérationnel soit mis en place. Une JPI (Joint Programming Initiative) a été créée pour ce qui concerne l'Europe. S'y ajoute un élargissement à des agences d'autres pays (extérieurs à l'Europe) comme la NSF (USA). Il s'agit donc là d'une formule institutionnelle internationale nouvelle à laquelle il faut s'intéresser.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques et technologiques sont variés :

- Pour ICTAGRI, il s'agit d'enjeux technologiques : le foisonnement des applications des STIC est resté encore trop éloigné du domaine agricole et rural. Croiser les ressources technologiques des STIC avec le champ d'application agricole et rural est donc devenu indispensable, comme cela avait été noté par le Comité scientifique des STIC. On peut en attendre des innovations importantes en matière d'agriculture et d'élevage de précision.
- Pour les trois autres programmes, l'enjeu scientifique est celui de la complexité des systèmes qui font l'objet des recherches (écosystèmes productifs, paysages écologiques, pratiques sociétales, écosystèmes, climat, biomasse) et la nécessaire interdisciplinarité que cela suppose. Dans le cas d'ARIMNET, s'ajoute un enjeu de collaboration scientifique interculturelle.

- **Type de recherche**

Principalement une recherche finalisée interdisciplinaire, des recherches fondamentales sur les interactions climat - production des écosystèmes, et un développement technologique.



- **Type de partenariat de recherche**

La recherche publique est concernée en premier rang mais les programmes sont ouverts au partenariat avec des entreprises, particulièrement l'ERA-NET ICTAGRI.

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

##### **Axes et thèmes des recherches**

Les contenus des axes seront définis dans le cadre des ERA-NET.



**157**

**MAÎTRISER L'ÉNERGIE**



## Bio-Matières & Energies (Bio-ME)

### Résumé :

La biomasse constitue un des potentiels les plus importants parmi les énergies renouvelables, pour la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> à l'atmosphère.

L'émergence des filières de valorisation de la biomasse devra être assurée par une approche conjointe, de production énergétique et de synthèse de molécules à plus forte valeur ajoutée et de toutes origines. C'est pourquoi ce programme est construit autour du concept de bio-raffinerie.

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 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> génération), utilisables dans le secteur du transport. La production de bio-hydrogène et les possibilités de valorisations du CO<sub>2</sub> fossile capturé, par métabolisation par des micro-organismes, sont également envisagées.

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 2<sup>ème</sup> génération, en renforçant, en particulier, les initiatives des PMI-PME dans ce domaine.

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

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

Axe 2 : Filières intégrées de transformation thermochimique de la biomasse

Axe 3 : Filières intégrées de transformation biologique

Axe 4 : Briques technologiques

### Mots clés :

Ressources en biomasses, développement de filières intégrées, transformations chimique, thermochimique et biologique, performances technico-économiques et environnementales, co-valorisation matière-énergie, molécules plateformes, bio-raffinerie, biocombustibles, biogaz, bio-hydrogène, bio lipides, métabolisation du CO<sub>2</sub>, briques technologiques.

### 1<sup>ère</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert  
Les filières de 2<sup>ème</sup> génération doivent être envisagées exclusivement au sein de consortia partenariaux. En revanche, les développements en 3<sup>ème</sup> génération peuvent être ouverts à des consortia publics.
- **Dimension internationale du programme** : programme ouvert à l'international



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

Le programme Bio-ME 2012 fait suite aux programmes PNRB (2005-2007), Bio-E (2008-2010), ainsi qu'à une première édition de l'AAP Bio-ME, en 2011. Il a été conçu en lien avec le programme Chimie Durable-Industrie-Innovation (CD2I).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Parmi les lauréats de l'appel à projets "Instituts d'excellence sur les énergies décarbonées" (IEED), deux projets ont été labellisés, dont un, le projet PIVERT, coordonné par Sofiprotéol. Cet institut porte sur la création de nouvelles filières de valorisation du végétal à des fins industrielles, et en particulier, sur la **valorisation des plantes oléagineuses**. Un second IEED GreenStar, en cours d'examen complémentaire est dédié à la **valorisation des micro-algues**, notamment en faveur des biocarburants dits « de 3<sup>ème</sup> génération ». Un projet d'**Equipex**, Xyloforest, coordonné par l'INRA, a également été sélectionné. Cette plateforme d'innovation est structurée en six plateaux techniques, dont deux sont en liaison avec les thématiques de l'AAP Bio-ME :

- XYLOSYLVE (INRA) consacré aux systèmes sylvicoles innovants
- XYLOCHEM (Univ. Bordeaux) consacré à la chimie et la bio-raffinerie du bois.

Ces équipements sont susceptibles de générer de nouveaux projets de recherche en matière de gestion et valorisation de la ressource et de renforcer l'offre française de R&D sur la thématique qui était jusqu'à présent insuffisamment étoffée au regard des enjeux industriels du domaine.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le principal objectif du Programme Bio-ME est le développement de filières de valorisation de la biomasse, technologiquement et économiquement performantes et durables, et permettant de produire de nouveaux vecteurs énergétiques :

- gazeux, utilisables en substitution du gaz naturel,
- liquides, capables de se substituer aux combustibles et carburants d'origine fossile.

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, dans une approche de « bio-raffinerie », avec notamment le développement des filières intégrées avec la chimie du végétal, en particulier pour l'élaboration de « molécules plateformes ».

### **Résultats attendus**

Les résultats attendus l'AAP « 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, dans une approche bio-raffinerie,
- la contribution à la mise en place de savoir-faire et de technologies de 2<sup>ème</sup> génération, pour la production de gaz combustibles (biogaz, syngas, SNG, ...), utilisables pour la génération de chaleur ou d'électricité, et pour l'élaboration de biocarburants de seconde génération (bio-alcools et bio-gazoles),
- l'exploration de nouvelles voies en rupture technologique, pour l'émergence de filières énergétiques et/ou chimique, notamment pour la production de bio-lipides, bio-hydrogène et autres substances, par l'action de microorganismes,
- le développement des savoir-faire et technologies, dans le cadre de l'axe thématique « Briques Technologiques », plus spécifiquement dédié aux PMI-PME, et destiné à créer des outils technologiques nouveaux dédiés au développement des filières de 2<sup>ème</sup> génération,
- accompagner les travaux visant à la mise en place de pilotes de démonstration de filières à échelle semi-industrielle.

### **Impact espéré**

Ce programme doit aboutir à des voies très innovantes, voire de ruptures technologiques en matière de valorisation de la biomasse. 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 (Bio-raffineries), dans le but d'en améliorer les performances technico-économiques des filières,
- la contribution à la mise en place de savoir-faire et de technologies de 2<sup>ème</sup> 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 seconde 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**

### **2.1 - Enjeux 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. 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 2<sup>ème</sup> génération, est un enjeu économique de premier plan pour les vingt prochaines années. La France dispose à cet égard de plusieurs atouts, d'une part d'importantes ressources sylvicoles et agricoles, couplé à un important tissu d'entreprises en lien avec ces filières. Des 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 « bio-raffineries » permettant l'élaboration conjointe de molécules plateformes, avec notamment pour objectif de substituer à terme bon nombre de produits intermédiaires d'origine pétrochimique. 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, en outre, 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<sub>2</sub> et en favorisant les échanges nord-sud.

## **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

- Création d'une filière sylvicole et agricole, dédiée aux biocombustibles et la chimie verte, avec les perspectives d'emploi associés, 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.

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

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.

La combustion de biomasse est considérée comme une source d'énergie non émettrice de CO<sub>2</sub>. 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 culturels des filières de production. 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.

D'autre part, le concept de bio-raffinerie permet également d'entrevoir une possibilité de valorisation de CO<sub>2</sub> d'origine industrielle, pour la production de biocarburants 3G.

- **Ressources en biomasse**

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.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

L'ADEME, dans le cadre des Investissements d'avenir, a lancé récemment un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) dans le domaine des Biocarburants Avancés. L'ADEME est, par ailleurs, engagée dans le financement des Fonds Démonstrateurs de Recherche du Grenelle. Ces initiatives sont destinées à favoriser la mise en place d'unités de démonstration, à échelle semi-industrielle, pour la fabrication de biocarburants de deuxième génération. Les actions de recherche soutenues par le programme Bio-ME, se situent strictement en amont des projets de démonstration, mais peuvent être adossés à ces pilotes. Ainsi, plusieurs programmes ANR, viennent renforcer, par l'amont, les projets du FDR : FUTUROL, centré sur la filière de conversion biochimique des ressources ligno-cellulosiques en éthanol de 2<sup>ème</sup> génération, et BioTfuel, sur les biocarburants de synthèse, GAYA, sur les biocombustibles gazeux (bio-SNG). L'axe thématique « Briques Technologiques » de Bio-ME a été mis en place afin de permettre aux PMI-PME de développer des savoir-faire technologiques transférables aux pilotes semi-industriels.

Le programme Bio-ME finance, en particulier, des actions en retour, dont la nécessité est apparue lors du développement des actions initiées dans le cadre du Fonds Démonstrateur de Recherche.

Au niveau européen, le « Work Program » 2012 du 7<sup>ème</sup> PCRD met également en avant les thématiques biocarburants et les bio-raffinages avancés.

Les programmes européens WoodWisdom-net et ERA-NET Bioenergy se sont associés récemment pour lancer un appel à propositions de Recherche & Développement sur



l'optimisation des usages des ressources ligno-cellulosiques, ainsi que sur les biocarburants et les bio-raffinages avancés.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Un effort particulier doit être consenti afin de combler le retard technologique de la France dans cette filière et surtout renforcer l'offre scientifique dans ce domaine en forte émergence au niveau international.

Le renforcement des travaux dans les filières de troisième 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<sub>2</sub>, provenant de procédés de capture, constitue également un enjeu important, pour la mise en place d'une alternative au stockage profond du CO<sub>2</sub>.

- **Type de recherche**

Recherche fondamentale / Recherche industrielle

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est ouvert à des projets académiques et des projets de recherche industrielle en partenariat public-privé.

- **Participation au financement du programme**

Le programme couvre essentiellement des activités nationales, mais est ouvert à des collaborations internationales, chaque Etat finançant ses équipes.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

Le programme vise plus spécifiquement les co-valorisations matière-énergies de la biomasse, dans le contexte des bio-raffineries, 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 2<sup>ème</sup> génération, utilisant des matières ligno-cellulosiques, et les filières de 3<sup>ème</sup> génération.

### Axes et thèmes des recherches

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

L'accès à la ressource ligno-cellulosique est la clé de la viabilité économique de ce type de filière. Sur la base des travaux déjà financés dans le cadre des programmes précédents (PNRB 2005-2007) et Bioénergies 2008-2010), le programme Bio-ME focalisera ses priorités autour de sujets émergents à forts potentiel d'innovation. Les thèmes ciblés sont par exemple :

- évaluation du potentiel technico-économique et scénarios d'ACV avec identification des zones les plus favorables ;



- 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 ;
- procédés de rupture en matière de pré-conditionnements de la biomasse végétale en relation avec les coûts de transport et de l'utilisation finale ;
- 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.

## **Axe 2 - Développement de filières intégrées de transformation thermo-chimique de la biomasse**

### *SOUS-THEME 2.1 : Procédés visant à la production de gaz combustibles (chaleur, électricité) et de gaz de synthèse*

- dispositifs performants d'alimentation d'enceintes réactives, pressurisées, en atmosphère réductrice (solides divisés, CSR, pâtes,...) ;
- optimisation des procédés de co-combustion (biomasse-charbon, biomasse-déchets,...) ;
- développement de procédés de gazéification performants (pyro-gazéification intégrée, oxy-vapo-gazéification,...), ou émergents, 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, minéraux, goudrons, alcalins,...), fonction de leur utilisation en moteurs, turbine ou synthèse catalytique. Développement de nouveaux procédés de traitement aval des syngas produits (craquage thermique et/ou catalytique des goudrons, dépoussiérage HT,...). 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 syngas non épuré en cycles moteurs indirects.

### *SOUS-THEME 2.2 : Procédés intégrés d'élaboration de combustibles liquides (2<sup>ème</sup> 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 2<sup>ème</sup> 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 (carbohydrates, aromatiques, furfural,...).

*SOUS-THEME 2.3 : Procédés thermo-chimiques 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 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 syngas ;
- 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 :
  - o production optimisée de triglycérides à partir de micro-algues, levures,
  - o procédés de séparation/purification/transformation en combustibles liquides de type bio-huile,
  - o co-valorisations matière, par extraction de molécules d'intérêt ;
- biologie enzymatique ou microbienne de la matière organique (Bio-FC, ...), recherches exploratoires visant à la production directe d'électricité par dégradation ;
- recherches visant à la métabolisation optimisée de CO<sub>2</sub> d'origine fossile, en photo-bioréacteurs, ouverts ou fermés.



## Axe 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 2<sup>ème</sup> génération, mais également pour développer les bases de l'ingénierie pour la 3<sup>ème</sup> génération.

Les travaux devront s'appuyer sur des consortiums impliquant des entreprises et notamment des PMI-PME. Ils pourront, le cas échéant, utiliser les problématiques et les infrastructures des unités pilotes financées notamment par le « Fonds Démonstrateur » géré par l'ADEME comme par exemple :

- la réalisation d'outils de pré-dimensionnement et de simulation ;
- le développement de métrologies spécifiques, visant au contrôle commande des opérations de transformation, et permettant l'intégration de données « expert » ;
- le développement de systèmes spécifiques de mesures en continu (composition de gaz, mesure des goudrons, DTS, ... ) ;
- le développement de technologies auxiliaires clefs (manutention, préparation, conditionnement, extraction, dépoussiérage, érosion-corrosion-dépôts, épuration haute température, séparation de gaz, catalyseurs et biocatalyseurs spécifiques, substrats spécifiques....) ;
- l'intégration industrielle des procédés au sein de bio raffineries.



## Production renouvelable et gestion de l'électricité (PROGELEC)

### 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 électrochimique, 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 6 axes thématiques :

Axe 1 – Production photovoltaïque d'électricité

Axe 2 – Production par effet thermoélectrique

Axe 3 – Production, stockage de l'hydrogène et conversion au sein d'une pile à combustible

Axe 4 – Stockage électrochimique de l'électricité

Axe 5 – Gestion des composants et hybridation des systèmes de production/conversion et de stockage

Axe 6 – Gestion locale de l'énergie, systèmes électriques et intégration des moyens de production/conversion et de stockage

En complément de l'appel à projets, l'ANR et la DGA envisagent de stimuler la création dans le domaine du stockage électrochimique de l'énergie par l'ouverture d'un défi en 2012 sur les performances dans ce domaine.

### Mots clés :

Energie électrique, développement durable, matériaux pour l'énergie, applications stationnaires, applications embarquées, solaire photovoltaïque, production d'hydrogène, stockage de l'hydrogène, piles à combustible PEMFC, accumulateurs, supercondensateurs, gestion des composants, intégration des composants, gestion de l'intermittence, systèmes électriques intelligents

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme national ouvert à des consortia internationaux



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les projets sélectionnés dans le cadre des Investissements d'avenir vont générer une offre de recherche nettement renforcée sur trois thématiques couvertes par le programme :

- le stockage électrochimique : Labex « STORE-EX » ; Equipex « ROCK »
- le photovoltaïque : IEED « IPVF » (sous réserve de sélection finale)
- les réseaux intelligents : IEED « SuperGrid » (sous réserve de sélection finale)

## **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.

La gestion de l'électricité est une composante fondamentale pour :

- diminuer significativement la consommation de carburants fossiles et les émissions de CO<sub>2</sub> 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**

En termes de projets déposés, l'édition 2011 de PROGELEC a couvert l'ensemble des axes du programme, avec toutefois une offre assez limitée au niveau du stockage électrochimique. Ce dernier étant un maillon clé dans la gestion de l'électricité, notamment pour les systèmes de stockage de grande capacité, il conviendrait de le renforcer.

Pour l'ensemble du programme, 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.

### **Impact espéré**

Les objectifs européens et nationaux, exprimés par le Grenelle de l'environnement, recommandent 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 à terme 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**

### **2.1 - Enjeux économiques**

Les analyses de marché au niveau européen et international dans les CleanTech montrent que les technologies de l'énergie vont représenter plus de 50 % du marché à l'horizon 2020 (estimation à 1100 Mds \$) avec une croissance annuelle de +6 %. Parmi ces filières, les technologies photovoltaïques, le stockage électrochimique Li-ion et les smart grids sont identifiés comme les marchés principaux et sont de longue date fortement soutenues par le Japon, l'Allemagne, les USA et désormais la Chine et la Corée du Sud.

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.

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.

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 (ex : Saft, Groupe Bolloré, alliance Renault-CEA). Les constructeurs automobiles nationaux investissent massivement dans le véhicule électrique (Renault) ou dans des voies d'hybridation des moteurs (PSA). Une plateforme technologique dédiée aux véhicules électriques : « Movéo Tech » à Satory, conduite par le pôle MOVEO est en cours de création.

### **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

Les exemples cités ci-dessus montrent que, grâce à la créativité scientifique et technologique de la France, de nouvelles unités de production sont (ou seront) installées, notamment dans le domaine du stockage électrochimique et de l'électrification des modes de transport.

Le secteur est très compétitif. Il est aussi créateur d'emplois et nécessite des formations très diversifiées compte tenu des usagers des différentes sources d'énergie (renouvelables ou non) dont l'origine et les propriétés sont très diverses.



## 2.3 Enjeux écologiques et 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<sub>2</sub> 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.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

Le programme PROGELEC est unique en son genre, par le fait qu'il couvre tous les aspects de la chaîne de l'électricité, du producteur au consommateur.

Il se positionne en amont des projets de démonstrateurs et plateformes technologiques en énergies renouvelables et décarbonées financés par l'ADEME dans le cadre des Investissements d'Avenir:

- Réseaux électriques intelligents - Smart Grids
- Stockage d'énergie
- Hydrogène et piles à combustibles
- Solaire photovoltaïque
- Energies marines

Les thématiques de l'appel à projets 2012 seront définies en complémentarité des lignes du work programme 2012 du 7<sup>ème</sup> PCRD « Renewable Electricity Generation » (action sur le photovoltaïque) et « Smart Energy Networks » (actions « Development of Interactive Distribution Energy Networks » et « Stationary Batteries »).

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

#### • 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 est important de mieux transférer les connaissances technologiques vers l'industrie, 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'ensemblier sur le territoire national.

#### • 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 appels à manifestations d'intérêt portés par l'ADEME.



- **Type de partenariat de recherche**

Partenariats de type recherche publique et public-privé

- **Participation au financement du programme**

Co-financement DGA (sous réserve de confirmation pour 2012)

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

##### **Axes et thèmes des recherches**

Le programme est structuré autour de la production photovoltaïque et par effet thermoélectrique, le stockage tampon de l'électricité, la pile à combustible et l'électrolyse de l'eau, la gestion et l'intégration des composants, la gestion locale de l'électricité et les « smart grids ».

##### **Axe 1 – Production photovoltaïque d'électricité**

Dans un contexte de très forte compétition entre l'Europe et l'Asie, 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 Wh » 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***

Cette filière a vocation à rester une filière majeure du photovoltaïque et doit augmenter sa compétitivité par rapport aux couches minces, en explorant de nouvelles directions aptes à créer des ruptures en matière de coût. Pour répondre à ces défis, des recherches sont nécessaires sur :

- la mise au point de techniques industrielles de gestion des impuretés pour maintenir des rendements élevés;
- les procédés d'élaboration de cellules et de modules photovoltaïques permettant d'augmenter les rendements de conversion énergétique de façon significative;
- les équipements innovants afin d'accroître les rendements matière;
- la recherche de très hauts rendements en développant des architectures du type multijonctions;
- l'exploration de voies permettant de s'affranchir des étapes de découpe, par des procédés de coulage ou de tirage de rubans.

##### ***Sous-thème 1.2 : Filière des couches minces***

Cette filière connaît aujourd'hui un développement sans précédent, et ce dans un contexte d'augmentation constante de la production annuelle de modules photovoltaïques. L'ambition ici est donc d'accélérer et d'anticiper le développement des filières photovoltaïques à base de couches minces en prenant une place de leader dans la compétition internationale. Les enjeux scientifiques dans ce domaine sont :

- de développer des matériaux et des interfaces de grande qualité, afin d'augmenter les rendements record ;
- de développer des procédés à très haut débit et bas coûts sur de grandes surfaces, avec des rendements de 12-15 % sur module ;
- d'assurer une stabilité opérationnelle sur 20 à 30 ans avec une réduction du rendement inférieure à 10 %.



### ***Sous-thème 1.3 : Concepts et procédés en rupture***

Des recherches amont conjuguant modélisation et validation expérimentale sont à privilégier pour :

- photovoltaïque organique
- les procédés innovants, éventuellement génériques à plusieurs technologies, pour la réalisation d'une des étapes des cellules;
- les concepts en rupture permettant l'augmentation des rendements au-delà de la limite de 30% associée aux jonctions simples.

### **Axe 2 – Production par effet thermoélectrique**

La thermoélectricité représente de nos jours une des solutions alternatives pour produire de l'électricité en limitant l'impact environnemental, notamment à partir de sources de chaleur perdues. 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 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 conséquent leur efficacité.

Les domaines de recherche à développer concernent :

- la nanostructuration de matériaux p et n dans le but d'accroître fortement leur figure de mérite thermoélectrique, en particulier autour de la température ambiante ;
- les techniques de mise en forme favorisant une forte densité et une optimisation de la tenue thermomécanique ;
- la réduction de la résistance électrique et de la conductance thermique des dispositifs ;
- la mise en œuvre d'architectures nouvelles de dispositifs, optimisant les couplages thermiques et électriques, contribuant à un gain d'efficacité thermodynamique.

### **Axe 3 – Vecteur hydrogène : production, stockage et conversion au sein d'une pile à combustible**

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 comme source primaire (propulsion) ou secondaire (range extender). Il ne faut également pas négliger les besoins de plus en plus importants d'hydrogène pour la chimie qui à court terme tireront le marché de l'hydrogène.



### ***Sous-thème 3.1 : 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 (EHT) à membrane céramique pour la production centralisée à bas coût. Des voies innovantes doivent être développées de manière à améliorer les performances techniques et économiques de l'électrolyseur, notamment dans la perspective d'un fonctionnement à des températures intermédiaires (500°C - 800°C) et/ou sous pression (5-100 bars). Des développements sont attendus au niveau des matériaux, des composants, des cellules et des stacks. Ces recherches font très largement appel aux compétences acquises avec le développement de céramiques conductrices pour SOFC dont la problématique est identique à celle de l'EHT ;
- électrolyse à basse température et à membrane polymère pour l'électrification de sites isolés par l'utilisation d'énergies renouvelables intermittentes, en couplage avec le stockage d'hydrogène et sa conversion au sein d'une pile à combustible ;
- photo-électrolyse de l'eau à basse température par éclairage 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 3.2 : Stockage de l'hydrogène***

Ce thème vise des recherches sur :

- les systèmes étanches de stockage d'hydrogène de grande capacité en vue d'assurer le couplage entre des sources d'énergies intermittentes et les réseaux électriques. Il concerne les réservoirs de stockage tampon, éventuellement associés, voire intégrés à une infrastructure de distribution (gazoducs), de même que les réservoirs souterrains dans les formations géologiques ;
- le stockage par absorption/adsorption dans des solides, et la fourniture d'hydrogène par décomposition d'hydrures (hydrolyse, thermolyse), en utilisant des matériaux de performances déjà reconnues. Les recherches doivent porter plus particulièrement sur l'abaissement de la température de fonctionnement, l'augmentation de la capacité de stockage, l'augmentation des cinétiques de réaction, la cyclabilité et l'intégration des matériaux dans des réservoirs de taille représentative des applications. Les projets de recherche sur des matériaux nouveaux requérant des ruptures conceptuelles devront être soumis au programme non-thématique.

### ***Sous-thème 3.3 : Piles à combustible à membrane échangeuse de protons***

Ce thème vise les applications stationnaires, embarquées ou portables. Les actions doivent porter plus particulièrement sur le développement de prototypes de piles s'adressant à des marchés spécialisés, en mettant l'accent sur la conception des « stacks », et l'optimisation des systèmes dans des cycles d'usage représentatifs des applications. Les directions de recherche portent sur :

- une meilleure maîtrise du comportement fluide à l'échelle de l'électrode, en vue de favoriser le taux d'utilisation du catalyseur, l'hydratation de la couche active et la durabilité de la pile ;
- l'amélioration des performances des composants de cœur de pile ;
- la conception de stacks permettant notamment d'intégrer des assemblages membrane-électrode (AME) en rupture et la conception de plaques bipolaires adaptées ;
- le développement de protocoles d'essais en fonction d'un cahier des charges bien identifié.



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

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.

##### **Un défi technologique en 2012 sur le stockage de l'électricité !**

*En complément de l'appel à projets PROGELEC 2012, l'ANR et la DGA envisagent de stimuler la créativité scientifique et technologique dans le domaine du stockage électrochimique de l'énergie par l'ouverture d'un défi en 2012 sur les performances dans ce domaine.*

*Un appel spécifique concernera ce défi. L'objectif du défi vise à sélectionner une série de projets destinés à concourir sur l'élaboration de nouveaux systèmes de stockage électrochimique de l'énergie afin d'atteindre des objectifs records en matière de performance. Le cahier des charges du défi est en cours d'élaboration.*

#### **Sous-thème 4.1 : Accumulateurs**

##### **Accumulateurs lithium-ion**

Pour les électrodes, il faut proposer des solutions radicalement nouvelles pour augmenter la capacité réversible, la durée de vie et réduire le coût. Dans le cas des électrolytes liquides, il est nécessaire d'accomplir des progrès pour stabiliser la couche de passivation à l'électrode négative et désactiver les propriétés catalytiques de l'électrode positive. Il faut aussi étendre le domaine de température d'utilisation, réduire l'inflammabilité et améliorer les propriétés de mouillage du séparateur et des électrodes. Des recherches génériques visant à améliorer la sécurité intrinsèque et la durée de vie des éléments lithium-ion de grosse capacité pour les applications stationnaires et automobiles sont également nécessaires.

##### **Accumulateurs lithium métal-polymère**

Les directions de recherche à encourager concernent la réduction de la température de fonctionnement, l'augmentation de la durée de vie calendaire et du rendement faradique de dissolution/dépôt du lithium, la diminution des réactions parasites à l'interface positive/électrolyte, l'augmentation de la sécurité des systèmes.

##### **Accumulateurs nickel/hydrure métallique**

Les recherches devraient porter sur de nouvelles familles de matériaux d'électrode négative permettant d'améliorer les densités d'énergie et de puissance, la durée de vie et le coût des éléments. Il faut également chercher à développer des matériaux novateurs permettant de s'affranchir des problèmes de disponibilité de certains éléments de la famille des terres rares.

##### **Systèmes prospectifs**

Pour des applications à plus long terme nécessitant des solutions nouvelles, des recherches sur les nouveaux couples (métal-air ou oxygène, lithium-soufre, ...) doivent être amplifiées, notamment pour préciser leurs potentialités en termes de densité d'énergie, de cyclabilité, de coût et de sécurité. Des recherches sur les couples à forte potentialité pour la gestion de l'électricité (Redox flow cells, Semisolid flow cells, accumulateurs plomb/carbone, ...) sont également attendues.

#### **Sous-thème 4.2 : Supercondensateurs**

Cette technologie présente de fortes potentialités pour la stabilisation des réseaux et devrait rapidement apparaître pour l'hybridation automobile. Un effort important de recherche doit porter sur l'amélioration de la densité d'énergie, notamment par mise en œuvre de nouveaux électrolytes organiques permettant d'accroître la fenêtre électrochimique et la sécurité. Les

systèmes hybrides constitués d'une électrode négative à base de composé d'intercalation du lithium et d'une positive en carbone nanoporeux sont une autre voie à considérer. Enfin, le fort potentiel d'innovation qui existe autour des supercondensateurs à électrolyte aqueux permet d'envisager de réduire les coûts tout en améliorant la sécurité et la compatibilité environnementale.

#### **Axe 5 - Gestion des composants et hybridation des systèmes de production/conversion et de stockage**

Les 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 5.1 : Gestion du composant***

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

##### ***Sous-thème 5.2 : 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 puisqu'elle permet de jouer sur la complémentarité en termes d'énergie et de puissance et d'en tirer certains avantages sur le plan des performances. Les travaux dans ce domaine doivent porter sur l'étude de l'hybridation (interne ou externe) des sources, le développement de l'électronique de puissance, le développement d'outils de simulation électrique et de management thermique des systèmes multisources, la modélisation de l'interaction des interfaces électroniques sur la durée de vie des composants, l'établissement d'outils de dimensionnement optimal des systèmes hybrides, le développement d'outils de gestion de l'énergie en tenant compte des contraintes liées à l'application mais aussi à la fiabilité des dispositifs.

#### **Axe 6 - Gestion locale de l'énergie, systèmes électriques et intégration des moyens de production/conversion et de stockage**

Cet axe inclue tous les modes de production renouvelable, tels que le photovoltaïque, les énergies marines, l'éolien, la géothermie, etc.

##### ***Sous-thème 6.1 : Intégration des énergies renouvelables dans les systèmes électriques***

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.

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, afin d'éviter leur déconnexion. Il



s'agit aussi de faire participer ces moyens de production à la sûreté du système électrique, par réglage de la tension et de la fréquence du réseau.

***Sous-thème 6.2 : Evaluation technico-économique dans le cadre des futurs systèmes 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. Avec l'insertion d'énergies intermittentes, de nouveaux outils systémiques doivent être développés pour évaluer les impacts/bénéfices économiques et environnementaux du 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. Il faut également définir les systèmes de stockage rentables face à différents enjeux (différer des investissements, optimiser la gestion du système électrique, fournir des capacités de réserve, fournir des services système,...). Enfin, 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 définir sur quelles technologies il est nécessaire de porter les efforts de développement afin d'arriver à des bilans économiques rentables dans des conditions de régulation existantes ou à faire évoluer.





## Systemes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED)

### Résumé :

Le programme SEED (Systemes énergétiques efficaces et décarbonés) a pour objectif de stimuler les recherches dans le domaine de l'efficacité énergétique des composants et systèmes dans l'industrie et le bâtiment, en vue de réduire les consommations d'énergies primaires ainsi que les émissions de gaz à effet de serre. Il s'intéresse aussi au développement des technologies de captage et stockage du CO<sub>2</sub>, incluant sa valorisation, comme moyen supplémentaire pour réduire drastiquement les émissions des sources stationnaires industrielles. Il vise à contribuer à l'atteinte des objectifs du paquet Energie-Climat européen d'amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique et de réduction de 20 % des émissions de GES d'ici 2020, ainsi que du facteur quatre de réduction des émissions de GES en France d'ici 2050.

Axe 1 : Efficacité des systèmes énergétiques : modélisation et quantification des gisements, composants innovants pour l'industrie et le bâtiment, efficacité des systèmes énergétiques de l'industrie ;

Axe 2 : Transfert, transport, stockage, valorisation de l'énergie calorifique ;

Axe 3 : Captage, stockage et valorisation du CO<sub>2</sub> (CSCV).

### Mots clés :

Efficacité énergétique, durabilité énergétique, systèmes industriels, chaînes énergétiques, analyses de cycles de vie, composants bâtiment, énergie thermique, chaleur fatale, transport de chaleur, stockage de l'énergie thermique, captage CO<sub>2</sub>, post-combustion, oxy-combustion, pré-combustion, stockage CO<sub>2</sub>, stockage géologique, valorisation CO<sub>2</sub>, minéralisation CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> supercritique, réfrigérants...

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert de préférence aux projets partenariaux public-privé ; projets de recherche fondamentaux avec consortia publics acceptés
- **Dimension internationale du programme :** ouvert à l'international
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**



Le programme SEED est concerné par deux Investissements d'avenir : l'Equipex SOCRATE et l'IEED INDEED. Ces investissements offriront à la communauté scientifique de nouvelles plateformes de recherche et devraient apporter, dans les domaines concernés, un environnement d'excellence supérieur et renouvelé pour la prise en charge des projets collaboratifs innovants proposés dans le cadre du programme ANR SEED.

L'équipement d'excellence SOCRATE (SOLAIRE Concentré: Recherches Avancées et Technologies Energétiques) a pour but la mise en place d'une plateforme expérimentale dans le domaine du solaire à concentration réunissant l'ensemble des moyens nécessaires au développement des recherches et des technologies du secteur, en particulier à hautes concentrations. La plateforme sera ouverte aux projets collaboratifs, et donc notamment aux projets ANR.

INDEED est un Institut d'Excellence en Energie Décarbonée (IEED) répondant aux enjeux d'avenir de la production industrielle. Son ambition est de bâtir un leadership international dans le domaine des procédés éco-efficaces au service de l'usine du futur, en particulier dans les domaines de l'énergie, de la chimie ou encore du recyclage. Projet fédérateur des compétences de R&D et d'un tissu industriel particulièrement riches en Rhône-Alpes, disposant d'une concentration d'équipements de haut niveau, il accélérera l'émergence de filières industrielles compétitives, innovantes et durables.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le programme SEED vise à améliorer l'efficacité énergétique globale des unités de production d'énergie primaire (hors électricité renouvelable, nucléaire ou bio-énergies), ainsi que des systèmes industriels et des composants du bâtiment, tout en minimisant l'empreinte écologique des solutions retenues. Un intérêt particulier est porté à la valorisation, incluant son stockage, de la chaleur fatale basse température qui représente les trois quarts des gisements rejetés par l'industrie. Il vise aussi à développer, diminuer les coûts, et assurer la sécurité des technologies de captage et stockage du CO<sub>2</sub> émis par les systèmes industriels, en s'ouvrant à sa valorisation. Les travaux de recherche pourront porter sur les aspects modélisation-simulation, sur le développement de composants innovants, ou sur des approches systèmes intégrées (couplages, cogénération, aspects transverses de la chaîne CSCV, etc.).

### **Résultats attendus**

Les résultats attendus portent sur :

- Le développement de modèles pour l'optimisation de l'efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture, la quantification des gisements d'énergie potentiellement récupérables et les outils associés ;
- L'amélioration des performances énergétiques et des coûts des composants des chaînes énergétiques de l'industrie, le développement de composants innovants ;
- L'amélioration et le développement de composants énergétiques pour le bâtiment, notamment pour les futurs bâtiments à très faible consommation ;



- L'amélioration des performances énergétiques de la conversion de l'énergie primaire, l'optimisation énergétique des procédés industriels et de leur conduite ;
- L'optimisation des chaînes énergétiques renouvelables, améliorant leur compétitivité et leur potentiel de pénétration, notamment dans le domaine du solaire thermodynamique basse et haute température ;
- Le développement de l'intégration énergétique, par couplages entre différents utilisateurs industriels et/ou du secteur habitat/tertiaire, dans une approche intégrée des cascades exergetiques ;
- La valorisation d'énergies à bas niveau de température ;
- Le développement des concepts de stockage de la chaleur (ou de froid) pour le bâtiment (intersaisonnier notamment) et l'industrie, notamment pour la régulation de l'électricité ;
- La réduction des coûts, des consommations d'énergie et des impacts environnementaux des procédés de captage du CO<sub>2</sub> ;
- Le développement d'outils et de méthodologies permettant un stockage du CO<sub>2</sub> efficace et sûr en formations géologiques profondes ;
- L'exploration de voies de valorisation du CO<sub>2</sub> comme complément au stockage géologique.

Le programme vise aussi à favoriser l'établissement de partenariats public-privé et à conforter la position de la recherche académique française dans le domaine de l'efficacité énergétique et de la décarbonisation de l'énergie.

### **Impact espéré**

Diminuer les quantités d'énergie utilisées dans l'industrie et le bâtiment, ainsi que les rejets de CO<sub>2</sub>, à qualité de service rendu égal. Valoriser les énergies perdues. Diminuer drastiquement le CO<sub>2</sub> émis par les sources concentrées stationnaires en le captant et le stockant de manière sûre dans les couches géologiques profondes, avec valorisation possible.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - Enjeux économiques et sociaux**

Les enjeux purement économiques du programme SEED doivent être remis en perspective avec les coûts de l'énergie, leur évolution future, et la dépendance extérieure qu'elle entraîne pour l'ensemble des acteurs économiques du pays. Le caractère limité des ressources énergétiques fossiles et la géopolitique délicate associée à certaines d'entre elles laissent à craindre en effet une importante augmentation future, voire une envolée des prix. Les industries qui en dépendent ont donc tout intérêt, si elles veulent perdurer, à investir pour être moins dépendantes. La facture énergétique extérieure française en sera aussi diminuée.

La compétitivité de l'économie française, moins dépendante des coûts de l'énergie, devrait s'en trouver améliorée. Par ailleurs, la mise sur le marché des innovations technologiques devrait permettre de conserver ou d'accroître les parts de marché, et donc d'aller dans le sens de la création d'emplois, et une partie importante doit pouvoir s'exporter, apportant ainsi un potentiel important de revenus extérieurs. C'est le cas par exemple des technologies liées au



captage stockage du CO<sub>2</sub>, mais aussi au solaire thermodynamique, ou aux composants pour le bâtiment, au stockage de chaleur, etc...

La croissance du marché des écotechnologies est estimée à 6 % par an, pour atteindre à l'échelle mondiale 2200 milliards d'euros en 2020, 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 PME-PMI, notamment dans le domaine des équipements et des systèmes de contrôle qu'il convient de soutenir.

Avec un marché du CSCV qui pourrait représenter une centaine de milliards d'euros entre 2020 et 2030, cette nouvelle filière industrielle, identifiée par les pouvoirs publics, devrait devenir un élément stratégique de la croissance verte en France. Les savoir-faire qui en découleront seront des facteurs de compétitivité supplémentaires pour les entreprises françaises à l'international.

### **2.3 Enjeux écologiques et environnementaux**

Le paquet énergie-climat adopté par l'Union Européenne fixe comme objectif 20 % d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2020. Les scénarios de l'Agence Internationale de l'Energie montrent que l'essentiel du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 repose pour 29 % sur les actions à mener en matière d'efficacité énergétique sur la demande en électricité, et à 36 % sur les gains obtenus sur la combustion de carbone fossile. A l'horizon 2050, le scénario Blue Map de l'AIE montre que les technologies de captage et stockage de CO<sub>2</sub> (CSC) devront contribuer à hauteur de 20 % aux efforts de réduction par deux des émissions dans le monde pour pouvoir y parvenir à moindre coût.

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 % 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 l'atmosphère de CO<sub>2</sub> sont annuellement, en France, voisines de 380 Mt, dont 41 % par le secteur industriel et 24 % par le secteur habitat/tertiaire.

Dans ce contexte, le Grenelle de l'Environnement assigne des objectifs particulièrement ambitieux :

- 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,
- diviser par quatre les émissions de GES, d'ici 2050, en cohérence avec les recommandations du GIEC, soit une réduction de 31 MT CO<sub>2</sub> /an pour le secteur industriel, et de 55 MT CO<sub>2</sub>/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. C'est aussi un levier essentiel pour assurer une moindre consommation des ressources naturelles. Le captage stockage du CO<sub>2</sub> est un ensemble de technologies complémentaires, qui devrait permettre de continuer à utiliser les combustibles fossiles tout en supprimant les émissions, assurant ainsi la transition énergétique vers une économie décarbonée.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Le programme SEED aborde les problématiques d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> 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 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 aspects solaire thermodynamique, et notamment solaire à concentration, relèvent du programme SEED ;
- les questions relatives au développement de filières de production d'énergies décarbonées à partir de biomasses, ainsi qu'à la valorisation du CO<sub>2</sub> en photobioréacteur de croissance de biomasse sont rattachées au programme Bio-ME ; la valorisation chimique du CO<sub>2</sub> est dans le programme CD2I.

Les priorités principales du programme SEED – efficacité énergétique et captage stockage valorisation du CO<sub>2</sub> – sont en parfait accord avec les priorités fortes du 7<sup>ème</sup> PCRD de l'Union Européenne. Pour 2012, celui-ci cible plutôt les aspects production d'électricité par solaire à concentration ou à partir de sources basse température, solaire thermique, et pompes à chaleur pour l'efficacité énergétique, et dans le domaine CSCV, la réalisation de tests pilotes pour le captage ou pour le stockage géologique du CO<sub>2</sub> ainsi que l'impact des impuretés sur le transport et le stockage. Le programme SEED 2012 lui sera complémentaire avec une recherche souvent plus amont et laissant une plus grande liberté aux chercheurs pour aborder des verrous scientifiques très variés en mobilisant toute la communauté nationale.

Au niveau français, le programme est complémentaire de l'action TOTAL ADEME sur l'efficacité énergétique. Il se situe en amont de l'Appel à manifestation d'Intérêt (AMI) "Captage transport, stockage géologique et valorisation du CO<sub>2</sub>" lancé dans le cadre de la gestion par l'ADEME des Investissements d'avenir sur le champ thématique "Démonstrateurs et plateformes technologiques en énergies renouvelables et décarbonées et chimie verte".



Le programme est naturellement ouvert à toute coopération internationale, notamment dans le domaine du captage stockage du CO<sub>2</sub>, compte tenu de l'importance des actions à entreprendre.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

L'industrie, pour des besoins de compétitivité, prend naturellement en compte les impératifs d'efficacité énergétique. Aller au-delà nécessite une remise en compte des concepts, une approche innovante tenant compte de nouvelles contraintes ou de l'intégration de l'effort dans un système plus vaste. Il est aussi nécessaire de mettre au point des composants innovants, permettant de valoriser les importantes quantités de chaleur perdue, et/ou de la stocker. Le secteur académique français a besoin de se dynamiser sur l'ensemble de la problématique, en partenariat étroit avec l'industrie.

Le captage stockage du CO<sub>2</sub>, ainsi que sa valorisation, est un ensemble de technologies qui seront incontournables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050. Les technologies de captage, pour devenir économiques (20€ la tonne de CO<sub>2</sub> évitée), nécessitent un effort considérable de réduction des coûts et des émissions de polluants. Le stockage, pour être acceptable, devra disposer de réservoirs géologiques de grandes capacités et sûrs, et nécessite des recherches en retour des opérations pilotes actuellement en cours ou programmées dans le monde. La valorisation ultérieure du CO<sub>2</sub> est un objectif technologique émergeant. La mise au point des technologies correspondantes va donner lieu à la création de marchés très compétitifs sur lesquels la France par son tissu d'entreprises est potentiellement un acteur important, notamment à l'export. Les objectifs visés par le programme SEED sur le CSCV sont en phase avec ceux énoncés par la plateforme technologique européenne ZEP (Zero Emissions Platform) et la feuille de route nationale de l'ADEME.

- **Type de recherche et de partenariat**

Le programme est ouvert à la fois à la recherche partenariale public-privé et à des projets au partenariat purement académique ou à la recherche fondamentale pour défricher les parties plus amont du périmètre.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

#### **Axe 1 : Efficacité et soutenabilité des systèmes énergétiques**

L'efficacité énergétique des composants et des chaînes énergétiques devra être systématiquement évaluée et justifiée en termes d'analyse du cycle de vie complet, de manière à ne pas effectuer de transferts de pollution ou de consommation de sources d'énergie non renouvelables.

Sous axe 1.1 : développement de modèles, application à la quantification des gisements récupérables dans l'industrie et l'agriculture, et outils associés.

Les outils et modélisations développés pourront être associés en plateformes dédiées au diagnostic et aux propositions d'amélioration énergétique mais aussi minimisant l'utilisation des ressources en eau ou en matières premières ainsi que les émissions de polluants, à des échelles allant de l'unité des bases jusqu'aux territoires. Ils peuvent faire appel aux bases de données et à l'expérience existante. Sont concernés aussi les outils de mesures et de diagnostic, ainsi que les méthodologies associées et le traitement des données.

Sous axe 1.2 : Accroissement de l'efficacité des systèmes énergétiques. Ce sous axe regroupe les projets visant à l'optimisation des procédés et des systèmes énergétiques, leur conduite et leur contrôle dans une approche intégrée et systémiques (hors bâtiment traité dans le programme « Bâtiments et Ville Durable »). Les améliorations en termes d'efficacité énergétique, de rejets de CO<sub>2</sub> et de polluants, et de minimisation des consommations d'eau, devront être justifiées par une approche du cycle de vie des systèmes. Cela concerne, outre la production directe d'énergie (hors nucléaire) toutes les activités à fort contenu énergétique, telles que fabrication du verre, ciment, sidérurgie, raffinage, désalinisation d'eau de mer, mais aussi l'intégration des activités industrielles et/ou de service dans une optique d'efficacité énergétique et de meilleure utilisation des ressources. Il concerne aussi l'adaptation des systèmes énergétiques aux nouvelles contraintes, comme la flexibilisation de la production en fonction des coûts variables de l'électricité issue de sources renouvelables. Les chaînes énergétiques renouvelables thermodynamiques sont aussi concernées, notamment le solaire à concentration.

Sous axe 1.3 : Composants innovants des chaînes énergétiques. Ce sous axe a pour objectif l'amélioration ou la conception innovante des composants individuels des chaînes énergétiques au sens large, en termes d'énergie, de consommation d'eau ou de rejets de GES ou de polluants. La justification de l'intérêt doit être faite sur l'ensemble du cycle de vie. Il s'adresse aussi bien aux composants électriques que thermiques, éventuellement à leur substitution, ainsi qu'aux composants du secteur du bâtiment. Dans le domaine électrique et de la production d'électricité sont concernés les moteurs, les turbines, la cogénération, les composants, l'induction, etc.; dans le domaine thermique les composants à forte consommation énergétique (séchage, cuisson, broyage, four, chaudières, production de froid...) ainsi que les systèmes d'échangeurs ; les équipements du bâtiment susceptibles de créer des économies d'énergie ou de répondre aux besoins des bâtiments à faible consommation ou réhabilités ; le développement et l'intégration des énergies renouvelables, notamment solaire thermique, éventuellement dans une optique d'autonomie énergétique. Une attention particulière sera portée sur les projets visant à développer des équipements multifonctions et multiénergies.

## **Axe 2 : Transfert, transport, stockage, valorisation de l'énergie calorifique.**

La chaleur, et notamment la chaleur bas niveau rejetée par l'industrie, constitue le principal gisement d'énergie susceptible d'être récupéré et valorisé. Mais la chaleur peut aussi être d'origine solaire renouvelable, en plein développement. Cet axe vise à l'amélioration innovante des transferts thermiques, du transport et du stockage d'énergie calorifique, en vue d'une utilisation finale, dans le bâtiment et l'industrie. Il prend aussi en compte les aspects de stockage de l'électricité sous forme pneumatique et thermique. La problématique



de la conception de nouveaux matériaux (super-isolants, thermoélectriques, matériaux à changement de phase, etc.) relève plus spécifiquement du programme Matériaux & Procédés.

Sous axe 2.1 : transport et valorisation. Baisse des coûts du transport, éventuellement après transformation thermochimique, intégration dans les réseaux, pompes à chaleur remontant le niveau thermique, électricité produite à bas niveau...

Sous axe 2.2 : stockage thermique. Le stockage de la chaleur (ou du froid) est un composant potentiel essentiel de l'efficacité énergétique générale et de la diminution des rejets de GES. Sous forme de chaleur sensible (notamment dans le sous sol), de matériaux à changement de phase, ou de sorption, il peut permettre de transférer la chaleur à des échelles de temps adaptées, notamment intersaisonniers. Il peut aussi contribuer de manière importante, en complémentarité ou non avec le stockage pneumatique, au stockage d'électricité.

### **Axe 3 : Captage, Stockage, Valorisation du CO<sub>2</sub> (CSCV)**

Cet axe est consacré au développement des technologies permettant de réduire massivement les émissions de CO<sub>2</sub> par le captage au niveau des systèmes industriels suivi de son stockage pérenne en formations géologiques. Il vise aussi à l'exploration de voies innovantes vers de nouveaux procédés pour la valorisation, sans transformation ou par minéralisation du CO<sub>2</sub> capté. Il s'agit de prendre en compte non seulement les enjeux scientifiques et techniques, mais également les aspects économiques (volumes traités, coûts, ...), environnementaux et sécuritaires. Les questions d'intégration sociétale de ces nouvelles filières relèvent plutôt du nouveau programme transversal « Sociétés Innovantes ».

Sous-thème 3.1 : Aspects transverses sur l'ensemble de la filière. La bonne intégration de tous les maillons de la chaîne est nécessaire pour développer la filière. Les principaux thèmes de recherche visés sont par exemple, les scénarios de déploiement, les analyses de cycle de vie, l'optimisation de la logistique sur toute la chaîne, l'accidentologie...

Sous Thème 3.2 : Captage du CO<sub>2</sub>. Les technologies de captage du CO<sub>2</sub> sont bien adaptées aux sources concentrées émises par l'industrie. L'amélioration de leur efficacité énergétique et la baisse du coût du CO<sub>2</sub> évité, ainsi que la minimisation de l'impact écologique du captage, sont des clés de leur mise en œuvre industrielle. L'ensemble des voies innovantes de captage du CO<sub>2</sub> sont éligibles. Une voie de recherche sera d'étudier la flexibilité des technologies de captage lorsqu'elles sont mises en œuvre sur des centrales fonctionnant dans des régimes soumis à l'intermittence. La purification - compression du CO<sub>2</sub> est une étape importante coûteuse en investissement et énergie qu'il est aussi important de prendre en compte.

Sous thème 3.3 : Stockage du CO<sub>2</sub>. La voie privilégiée est le stockage dans le sous-sol à des profondeurs supérieures à 800 m de manière à stocker le CO<sub>2</sub> sous forme dense en très grandes quantités. Les principales cibles par ordre de priorité décroissant sont les aquifères salins profonds, qui offrent le plus de capacités, et les gisements d'hydrocarbures épuisés. Le programme se focalise principalement autour de cas d'études à terre plutôt qu'en mer. Des méthodologies et technologies innovantes doivent être développées pour optimiser les opérations d'injection, et pour s'assurer du bon comportement du site sur le long terme à





différentes échelles, du puits au bassin. D'autres types de formations géologiques alternatives peuvent être considérés (charbon, basaltes...), qui pourraient ouvrir de nouvelles opportunités dans le futur.

Sous-thème 3.4 : Valorisation du CO<sub>2</sub>. Les utilisations industrielles du CO<sub>2</sub> sont à l'heure actuelle très limitées. En 2008, elles ne représentaient au niveau mondial que 0,5 % des émissions anthropiques. Des technologies de rupture sont nécessaires pour trouver de nouvelles applications, soit par une utilisation directe du CO<sub>2</sub>, soit en l'utilisant comme réactif ou source de carbone, ce qui permettrait un basculement de la pétrochimie vers la carbochimie. Les thèmes de recherche visés dans cet appel à projets se limitent à la valorisation, sans transformation ou par minéralisation, du CO<sub>2</sub> capté aux niveaux de diverses sources industrielles. La valorisation par transformation biologique (microalgues, biocatalyse) relève du programme Bio-ME. Par ailleurs, la valorisation par transformation chimique en produits à haute valeur ajoutée est traitée dans le programme CD2I.



186

**PROMOUVOIR**

villes et mobilités durables



## Villes et Bâtiments durables : du cadre de vie aux systèmes urbains durables

### Résumé :

Ce programme ambitionne de mobiliser la communauté scientifique conjointement aux professionnels autour des grands enjeux présents et à venir pour les systèmes urbains, les infrastructures et les bâtiments. Il s'agit d'aborder par la recherche les problématiques de l'aménagement, 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 conception et de la mise en œuvre des techniques et des modes 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

### Mots clés :

Bâtiments, architectures, quartiers, systèmes urbains, énergie, réduction des impacts environnementaux des bâtiments et des villes, métabolisme urbain, écologie urbaine, vulnérabilités et résilience urbaine, aménagement de l'espace, mobilité urbaine, services urbains, réhabilitation du patrimoine existant, gestion des infrastructures, des réseaux et du bâti, cycles de vie, ingénierie urbaine durable, ingénierie de l'adaptation

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert (programme ouvert à des consortia exclusivement publics ou en partenariat public-privé)
- **Dimension internationale du programme :** programme national, ouvert à des consortia internationaux
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Ce programme vise à consolider et à rapprocher deux dynamiques initiées lors du cycle 2008-2010 de programmation de l'ANR :

- d'une part, des travaux de recherche plutôt techniques, centrés sur l'amélioration de 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, intégrant des partenariats avec des équipes de SHS, 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.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les premiers appels à projets des programmes Investissements d'avenir ont sélectionné très peu de projets s'intéressant aux bâtiments ou aux villes durables. On peut citer l'ensemble :

- Trois Labex : deux portent sur la durabilité des systèmes urbains, Futurbains, centré sur Marne-la-vallée et IMU (intelligence des mondes urbains) en région lyonnaise. Ces deux Labex ont pour vocation d'associer et d'entraîner des équipes de sciences humaines et sociales, de sciences de l'environnement et de sciences de l'ingénieur ; le troisième Labex, AECC (valorisation des cultures constructives pour le développement durable), est focalisé sur le bâtiment et l'usage de matériaux locaux pour la construction ;
- Un Equipex, Sense-city, qui offrira une chaîne d'équipements de capteurs innovants intégrant des nanotechnologies et permettant de collecter des informations. Sense-City sera centré sur une « Mini-Ville » : il s'agira d'un vaste hall climatique mobile reconfigurable de 400 m<sup>2</sup>, capable d'accueillir des maquettes réalistes des principales composantes de la ville, telles que bâtiments, infrastructures, réseaux de distribution. Cet équipement devrait permettre le développement de projets innovants en métrologie et en gestion intelligente de la ville ;
- Le projet d'IEED aquitain INEF4 (Institut National d'Excellence Facteur 4 - Réhabilitation et Construction Durables), en liste complémentaire, pourrait permettre de faire émerger un autre grand pôle de recherche sur le bâtiment durable, complémentaire de pôles scientifiques forts d'autres régions (Ile de France, Rhône-Alpes, Pays de Loire, Alsace...).

Ces financements ciblés des Investissements d'avenir sont loin de couvrir l'ensemble des équipes. Ils sont dispersés sur le territoire et vont notamment générer et renforcer le foisonnement de l'offre scientifique qui est nécessaire, en termes de disciplines et de thématiques, de la ville et des bâtiments durables.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Les enjeux de société concernés par ce programme sont multiples et enchevêtrés, impliquant des recommandations de politiques publiques (paquet européen énergie-climat, lois Grenelle dans le domaine bâtiment et urbanisme, ...) et des aspirations croissantes en matière de développement durable des villes et du cadre de vie.

Les besoins de recherche pour accompagner ou anticiper ces changements et ruptures, aussi bien techniques (bâtiments, infrastructures...) que relatives aux comportements et aux usages urbains (usages de l'eau, de l'énergie, choix résidentiels, pratiques de mobilité...), sont conséquents et appellent des réponses de trois ordres :

- Des réponses de l'ordre du garde-fou, pour que la recherche permette d'éclairer, hors des urgences et des choix d'action publique, les impacts de décisions ou de projets sur chaque dimension du développement durable en mettant au point des outils de mesure, d'évaluation, de modélisation de phénomènes complexes.
- Des réponses de l'ordre de l'accélérateur, pour proposer des solutions permettant d'atteindre les objectifs ambitieux dans les domaines de la réduction des nuisances et d'une meilleure utilisation des ressources naturelles, renouvelables et non-renouvelables.
- Des réponses de l'ordre du catalyseur de « ruptures », qui permettraient de cerner les facteurs d'innovation et les voies de changements à explorer dans le fonctionnement et la gestion des bâtiments, des infrastructures, des systèmes urbains.

La multiplicité des thématiques et des échelles de réflexion impliquées dans cette problématique d'améliorer les villes, dans leur constitution comme dans leur fonctionnement et leur gestion, appelle à décloisonner les disciplines scientifiques. Le programme vise à susciter des projets systémiques, mais aussi des outils opérationnels ou solutions techniques pointues s'intégrant dans cette vision d'ensemble.

### **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.

### **Impact espéré**

A moyen terme, les impacts espérés de ce programme concernent l'inflexion des méthodes de conception et de réalisation ou de réhabilitation des bâtiments, des infrastructures et des formes urbaines, 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**

### **Au croisement des enjeux techniques, économiques, environnementaux et sociaux Les économies d'énergie, de ressources naturelles, la préservation des écosystèmes, la prévention des risques**

Quelques chiffres permettent de cerner l'importance des enjeux énergétiques et environnementaux dans les domaines 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<sub>2</sub>. 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.

Le Grenelle de l'environnement a bien pris la mesure de ces enjeux puisque ce **domaine « bâtiment – urbanisme » correspond à l'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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>, de polluants, la qualité de l'air intérieur et la quantité de déchets produits.

La construction et le bâtiment sont fortement impactés par ces objectifs, **cependant les économies d'énergie à l'échelle du bâtiment ne trouveront un sens qu'au sein d'une réflexion plus large sur l'organisation urbaine**. Le Code de l'urbanisme est ainsi fortement touché, puisqu'il voit se renforcer les objectifs de développement durable : limitation de l'étalement urbain, réduction des émissions de gaz à effet de serre, préservation des ressources naturelles, de la biodiversité et des écosystèmes... sont autant d'objectifs désormais inscrits dans les documents d'urbanisme (schémas de cohérence territoriale, plans locaux d'urbanisme...) ou que les collectivités territoriales sont sommées d'aborder à travers les nouveaux schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie.

Ce contexte législatif fort suscite de nombreuses questions de pertinence, de cohérence, d'efficacité, d'acceptabilité, de choix techniques envisageables et de mise en œuvre de ces orientations. Il répond à des enjeux environnementaux tout en faisant résonner des questions sociétales, économiques ou plus techniques de génie des systèmes urbains.

### **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, tels que la maîtrise d'œuvre et l'ingénierie en architecture/urbanisme/aménagement, les services urbains dans le domaine de l'énergie, des déchets, du transport collectif..., et le monde de la construction.

Dans le domaine du bâtiment, où les filières sont particulièrement fragmentées, l'étude du MEEDDM sur les filières vertes<sup>21</sup> indique par exemple que la filière « efficacité énergétique des bâtiments » représente 1,3 millions d'emplois, répartis dans plus de 300 000 entreprises. 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, comparé au 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, meilleure gestion de la qualité environnementale...

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'appuient souvent sur des savoir-faire traditionnels ; la recherche est quasi inexistante dans les PME, 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 des résultats de ce programme doit, bien entendu, être l'habitant, le citoyen, l'utilisateur des infrastructures, des transports et des autres services urbains. Il s'agit donc de penser les recherches pour continuer à satisfaire ses besoins tout en veillant à préserver l'environnement et à assurer la soutenabilité économique.

Il faut ainsi 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.

Le développement durable des villes et des bâtiments 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.

---

<sup>21</sup> Etude « Filières vertes » : Les filières industrielles stratégiques de la croissance verte, Commissariat général au développement durable, MEEDDM, 2009

Il faut aussi se souvenir qu'il existe de fortes disparités spatiales, en corrélation avec les catégories socio-économiques, qui ont des conséquences sur la qualité de vie, le bien-être et la santé des habitants.

Il ne faut pas non plus oublier de se préparer aux mutations démographiques à venir avec le vieillissement de la population, qui devraient susciter des adaptations et des offres renouvelées côté habitat, aménagement et services urbains.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Ce programme est complémentaire d'un certain nombre d'actions d'expérimentation menées plus en aval :

- les appels à manifestations d'intérêt sur les démonstrateurs et les plateformes technologiques qu'a lancés l'ADEME dans le cadre des Investissements d'avenir, sur les bâtiments et îlots à énergie positive et sur la mobilité des personnes et des marchandises ;
- le programme Ville de demain des Investissements d'avenir, géré par la Caisse des Dépôts et Consignations ;
- l'initiative européenne "Smart cities and communities", menée dans le cadre du PCRD.

Alors que les projets soutenus par ces actions ont des visées à beaucoup plus court terme et doivent être portés par des entreprises ou des maîtres d'ouvrage, ce programme ANR vise à consolider les approches scientifiques et à fédérer une recherche encore fragmentée dans ces domaines. Par son positionnement plus amont, il doit également permettre d'explorer des solutions davantage en rupture ou sur lesquels les connaissances doivent être approfondies.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

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

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 quotidienne, « 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. On s'intéresse également aux questions d'ingénierie écologique, de compréhension des interrelations entre grands enjeux du développement durable (biodiversité, énergie, eau, pollutions, équité sociale, développement économique...) et aux capacités de transformation et d'adaptation à long terme des espaces urbains.

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.



Il s'agit également d'assurer une bonne intégration des bâtiments (microclimat 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.

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 mieux concevoir et construire des bâtiments passifs (0-énergie) ;
- 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...

- **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.

On vise le financement de deux types de projets :

- des projets structurants sur des sujets relativement matures sur le plan scientifique, où une certaine taille critique est requise pour faire des avancées, et impliquant des partenariats ambitieux et des demandes d'aide entre 500 k€ et 1 M€,
- des projets exploratoires, potentiellement plus risqués, avec des partenariats resserrés et s'inscrivant dans une fourchette budgétaire de 150 k€ à 300 k€.

Ces indications budgétaires n'excluent pas le financement de projets intermédiaires.

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.

- **Type de partenariat de recherche**

Même si ce programme n'exige pas de partenariat public/privé, des partenariats avec des entreprises ou avec des collectivités territoriales sont encouragés.

- **Participation au financement du programme**

Ce programme est exclusivement financé par l'ANR.



## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

L'appel à projets a été structuré autour du triptyque des enjeux complémentaires de recherche, mesure – modélisation – développement de « solutions », afin de favoriser l'exploration des interfaces et des interactions entre échelles spatiales (bâtiment - quartier - agglomération - région urbaine) et entre domaines (habitat - mobilité - réseaux techniques - infrastructures - services urbains) et les approches systémiques des enjeux de durabilité (économies d'énergie, optimisation du métabolisme et de l'empreinte écologique des villes, résilience...):

#### **Axe 1 : mesure, diagnostic, évaluation de la durabilité**

Sous-thème 1.1 : caractérisation, mesure, évaluation de la durabilité, indicateurs

Sous-thème 1.2 : morphologies et usages de l'espace, modes de vie, mobilités

Sous-thème 1.3 : bâtiments et îlots à énergie positive et à faible impact environnemental, neuf et réhabilitation

Sous-thème 1.4 : écologie et métabolisme urbains, flux matières/énergie à l'échelle urbaine

#### **Axe 2 : conception, modélisation, outils de simulation**

Sous-thème 2.1 : transitions, stratégies urbaines durables et gouvernance

Sous-thème 2.2 : outils de simulation et de conception de projets

#### **Axe 3 : construction, réhabilitation, gestion durables**

Sous-thème 3.1 : construction et réhabilitation durables, ingénierie de l'adaptabilité

Sous-thème 3.2 : services innovants, intelligents, pour la mobilité, la gestion des bâtiments, des réseaux et des infrastructures

Les questions posées soulevées par cet appel à projets touchent un périmètre très large de recherche et doivent donc mobiliser de nombreuses disciplines scientifiques et angles d'attaque. L'incitation au décloisonnement est forte, mais n'exclut pas des recherches focalisées sur des points et des disciplines précis, si celles-ci s'intègrent dans une perspective de développement durable.

Certains sujets concernant les villes ou les constructions mais les dépassant sont aussi présents dans d'autres programmes de l'ANR. C'est pourquoi 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 le développement des équipements climatiques, Bio-ME 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 TDM, mais s'intéresse aux questions de mobilité urbaine en lien avec l'organisation territoriale des activités et des équipements. Enfin, le programme transversal de l'ANR « Sociétés innovantes », lancé en



2010, est particulièrement consacré aux recherches globales portant sur l'analyse des modes de vie et la gouvernance durable.

L'édition 2012 du programme Villes et Bâtiments Durables vise donc à atteindre un équilibre entre projets ciblés de recherche et approches systémiques, permettant de construire une vision à la fois intégrée et reposant sur des aspects techniques éprouvés des améliorations à impulser dans les milieux urbains.



## Transports Durables et Mobilité (TDM)

### Résumé :

Le programme Transports Durables et Mobilité (TDM) est l'évolution du programme Transports Terrestres Durables (TTD) dans sa seconde année. Il 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.

Pour sa première édition en 2011, le programme TTD abordait les interfaces véhicule/infrastructure et les usagers des modes de transport. Il concernait alors tous les modes de transports terrestres (route, rail et voies d'eau), et toutes leurs applications (particuliers, professionnels, voyageurs et marchandises). Cette seconde année, l'édition 2012 du programme s'ouvre aux domaines aérien et naval sur les thématiques de recherches communes avec le domaine terrestre de manière à favoriser un effet de fertilisation croisée. L'exclusivité du domaine terrestre n'étant plus d'actualité, le programme change de nom pour cette deuxième édition et devient le programme Transports Durables et Mobilité (TDM).

Il est organisé en trois axes thématiques gigognes : les groupes motopropulseurs, les modes de transport, les systèmes de transport. Ce programme est partenarial, il est ouvert aux projets franco-allemands issus de la coopération Deufrako.

### Mots clés :

Groupes motopropulseurs, motorisation thermique, électrique, hybride, architecture des modes de transport, conception, allègement, aérodynamisme, efficacité énergétique, systèmes embarqués, systèmes de transport, régulation des flux et des réseaux, sécurité et sûreté des transports, accessibilités aux modes de transports et aux nouvelles technologies, productivité et services, mobilité, routes intelligentes

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013

- **Type de programme :** partenarial

- **Dimension internationale du programme :** ouvert à l'international (programme ouvert à des consortiums internationaux en particulier aux projets franco-allemands dans le cadre du programme de coopération Deufrako).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Dans le domaine des transports, les instruments des Investissements d'avenir sont principalement de deux ordres. Ils sont tout d'abord structurants avec la sélection en 2011 de :

- 3 Labex (EM3C : axé sur les matériaux pour l'énergie et la combustion propre ; IMoBS3 : axé sur les systèmes de transports intelligents et les bioraffineries ; MS2T : axé sur les systèmes de communications, les systèmes de systèmes et leur robustesse, notamment dans le domaine du transport et la mobilité),
- 2 IRT (RAILENIUM dans le secteur ferroviaire et AESE dans le secteur aéronautique),
- 1 EQUIPEX (PHENOVIRT : dans le secteur de l'étude neuropsychopharmacologique des troubles de l'attention et des effets de la fatigue).

Bien que les thématiques du programme Transport recueillant généralement le plus grand nombre de propositions (Systèmes de motorisation et systèmes embarqués dédiés à la sécurité et la détection des vulnérables) ne soient pas représentées dans cette sélection, ces Labex, IRT et EQUIPEX couvrent une partie non négligeable des thématiques du programme et devraient donc jouer un rôle structurant dans l'offre de recherche lié au programme TDM permettant ainsi de l'amplifier dans des domaines où l'offre est actuellement moins riche.

Ils sont ensuite d'ordre programmatique avec la mise en œuvre du programme « Véhicules du Futur » par l'ADEME. Ce programme, constitué d'une dizaine d'Appels à Manifestation d'Intérêts en 2011, couvre tous les domaines et technologies du transport à l'exception du domaine aérien. Il vise au développement de démonstrateurs et concerne principalement des projets de grande taille (dizaine(s) de millions d'euros, sur des durées longues, jusqu'à une dizaine d'années voire au-delà) permettant l'aboutissement industriel des projets. Il est donc positionné clairement en aval du programme TDM qui lui est dédié aux recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports, sur des projets plus courts (3 à 4 ans) et de plus petite taille (aide moyenne de 1M€). Les deux programmes sont donc complémentaires, TDM contribuant à construire les connaissances scientifiques et les briques technologiques qui seront nécessaires pour l'aboutissement des projets intégrateurs du programme « Véhicules du Futur ».

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le programme TDM s'inscrit dans la logique des orientations fixées par le Grenelle de l'environnement<sup>22</sup> et du plan « véhicules décarbonnés ». Il est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Ce programme de recherche aborde d'une part, les technologies conventionnelles pour des recherches incrémentales et, d'autre part, les nouvelles technologies pour des approches en rupture.

Le programme TDM vise à développer l'approche systémique des transports afin de construire les éléments multimodaux, interopérables et intégrés, de la mobilité du futur. Dans ce contexte, seront privilégiées les propositions de projets mettant en valeur leur contribution à la satisfaction des besoins des gens tels qu'ils ressortent des enquêtes de mobilité, situées dans un contexte (toutes distances, distances courtes, territoires urbains denses, autres territoires), et référées à une vision de l'avenir de la mobilité.

**Le programme TDM s'ouvre désormais aux domaines aérien et naval sur les thématiques de recherches communes avec le domaine terrestre de manière à bénéficier d'un effet de fertilisation croisée sur le plan des approches technologiques.**

---

<sup>22</sup> <http://www.legrenelle-environnement.fr>



Ce programme s'intègre dans le cadre des actions du programme interministériel PREDIT4.

Les objectifs du programme TDM sont :

- **Augmenter l'efficacité énergétique des véhicules et des systèmes de transport et réduire leurs impacts sur l'environnement** en termes de gaz à effet de serre<sup>23</sup> et de polluants locaux réglementés et/ou non réglementés.
- **Augmenter la qualité, la fiabilité, la fluidité et la sécurité des systèmes de transports** en maintenant une grande accessibilité et une haute productivité.

Enfin, l'ouverture du programme TDM aux secteurs aérien et naval vise à améliorer la communication entre les communautés scientifiques des différents domaines et ainsi faire émerger de nouveaux types de projets bénéficiant d'un effet de fertilisation croisée favorable à la créativité et à l'apparition de ruptures scientifiques et technologiques.

### Impact espéré

Les impacts attendus sont de plusieurs natures :

Les impacts environnementaux sont :

- L'obtention de gains significatifs au niveau de la consommation énergétique et des émissions de CO<sub>2</sub> afin de contribuer à la réduction de l'impact de l'activité humaine sur le réchauffement climatique.
- 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 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 interurbains.
- 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.

Enfin, l'objet d'un tel programme est de contribuer à maintenir la compétitivité des entreprises françaises par un soutien à des sujets à caractère exploratoire dans le domaine des transports.

---

<sup>23</sup> Plan gouvernemental de soutien aux véhicules dé-carbonés

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 - Enjeux économiques.

- **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 ou interurbain. Nous assistons à un transfert modal route/rail, et au développement de services et de modes alternatifs. Pour faire face à cette mutation, il convient de proposer aux usagers des modes de transports de plus en plus performants sur les critères énergétiques, écologiques, mais également de confort et de sécurité.

- **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'activité économique de l'industrie des transports est en pleine mutation. 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<sub>2</sub> des véhicules neufs en 2012 au niveau de 130g/km. Les futures normes risquent d'intégrer le CO<sub>2</sub> dans la réglementation. Cela constituera un nouvel enjeu technique et économique. La prise en compte de la problématique CO<sub>2</sub> 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, NO<sub>x</sub>, 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<sub>2</sub> qu'en termes de post-traitement des polluants réglementés. Des travaux seront aussi à conduire sur les polluants non réglementés.

Enfin, en ce qui concerne l'ouverture du programme TDM aux secteurs aérien et naval, cette dernière vise à favoriser la communication entre des domaines qui jusqu'alors communiquaient peu malgré la proximité des problématiques scientifiques. Il est attendu que cette amélioration de la communication puisse permettre une amélioration de l'offre scientifique par un effet de fertilisation croisée favorable à la créativité et à l'apparition de ruptures scientifiques et technologiques. Une augmentation de la compétitivité des différents domaines concernés (terrestre, aérien et naval) est donc attendue.



- **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 en France.

## **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

En contribuant à maintenir la compétitivité du domaine des transports, le programme TDM joue un rôle clef pour soutenir ce secteur qui est le premier gisement d'emplois en France.

- **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.

## **2.3 Enjeux en termes de développement durable**

La dépendance au pétrole dans le monde des transports est très forte. En plaçant l'efficacité énergétique au cœur de ces problématiques de recherche, le programme TDM joue donc un rôle majeur dans la recherche de solutions technologiques permettant de réduire cette dépendance.

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 moteurs d'action de la R&D dans ce domaine.

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 les moyens de transport du futur seront très certainement beaucoup plus électrifiés et disposeront 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. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, en Europe ou dans le monde**

En France, le programme TDM est complémentaire des programmes portés par l'ADEME (AMI des Investissements d'avenir) et le FUI, qui sont plus en aval et visent à développer des solutions intégrées et des démonstrateurs. L'articulation est notamment assurée par le programme PREDIT4.





Sur certains de ces axes thématiques, le programme TDM est aussi complémentaire du work programme 2012 du 7<sup>ème</sup> PCRD, notamment dans les domaines des transports intelligents et de l'électromobilité, qui aborde des projets de tailles importantes visant au développement de démonstrateurs pré-industriels.

Le programme TDM est donc complémentaire des autres programmes en France et en Europe avec un positionnement plus amont. Il a pour vocation de financer les recherches permettant de construire les connaissances scientifiques et les briques technologiques nécessaires pour la réalisation des projets démonstrateurs français ou européen. L'ouverture à des problématiques du secteur de l'aérien et du naval vise à susciter des effets de fertilisation croisée entre ces grands domaines de transports répondant à des logiques technologiques et économiques très différentes.

- **Caractère international du programme**

L'accord coopération Deufrako rend possible un cofinancement de projets franco-allemands assuré par le BMWI pour la partie allemande des consortia.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Type de recherche**

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

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche partenariale

- **Participation au financement du programme**

L'ANR est seul financeur du programme.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Alors qu'en 2011 le programme était exclusivement ouvert au domaine des transports terrestres, **le programme TDM s'ouvre à partir de 2012 aux domaines du transport aérien et naval** sur les thématiques de recherches identifiées comme communes avec le domaine terrestre de manière à bénéficier d'un **effet de fertilisation croisée**. Cette ouverture se fait de manière transversale, sans modifier significativement la structure des axes thématiques du programme. En effet, il existe un grand nombre de thématiques de recherche communes entre les domaines terrestres, aérien et naval. Par conséquent la lecture thématique peut être commune aux différents domaines.

Les modalités d'ouverture du programme TDM aux domaines aérien et naval sont basées sur la condition que les problématiques scientifiques soient communes avec celle du transport terrestre et que la recherche proposée permette une fertilisation croisée (c'est-à-dire bénéficiant à la fois aux domaines du transport terrestre et aérien ou terrestre et naval).



Les propositions de projets recevables dans le cadre du programme TDM devront donc, soit concerner exclusivement le domaine du transport terrestre, soit impliquer une ouverture au domaine aéronautique ou naval faisant état d'un effet de fertilisation croisée avec le domaine des transports terrestres.

Le programme TDM est organisé en trois axes thématiques qui traitent de problématiques systémiques de transport sur trois échelles différentes. Le premier axe se concentre sur les groupes motopropulseurs (GMP) ; le second axe traite des problématiques à l'échelle du véhicule/mode de transport ; le troisième axe porte sur les sujets à l'échelle des systèmes de transports.

L'étude de nouveaux vecteurs énergétiques (Biocarburants, carburants de synthèse, hydrogène), des piles à combustible, et des stockages (batteries, super-condensateurs, volants d'inertie) ne fait pas directement partie de ce programme car ils sont traités par d'autres programmes de l'ANR (Bio-ME<sup>24</sup>, SEED<sup>25</sup>, PROGELEC<sup>26</sup>). En revanche, l'intégration de ces nouveaux vecteurs et leur adéquation avec des technologies existantes entrent dans le champ du programme TDM.

Le programme TDM est également à l'interface avec le programme « Bâtiments et Villes Durables » qui couvre notamment les questions relatives aux infrastructures urbaines pour la mobilité durable. Le programme transversal « Société Innovantes » est dédié aux modes de vie et comportements et traite également des aspects socio-économiques pour la mobilité durable.

Les axes et thèmes de recherche du programme TDM sont similaires à ceux de l'année antérieure et devront faire l'objet dans l'AAP d'une harmonisation sémantique entre les domaines des transports terrestres, aéronautique et naval pour favoriser la lecture vis-à-vis de ces derniers.

### **Axe 1 : Groupe Motopropulseurs**

- Motorisations électriques (machines et électronique de puissance)
  - Systèmes de management des batteries
  - Motorisations thermiques
  - Problématiques de combustion
  - Carburants alternatifs
  - Architecture des GMP (allumage commandé et diesel)
  - Post traitement
  - Problématiques d'adaptation à l'hybride et à l'hybride rechargeable
- Systèmes de motorisation
  - Production et gestion d'énergie
  - Architectures de motorisation

---

<sup>24</sup> Programme Bioénergies et Biomatériaux

<sup>25</sup> Programme Systèmes Energétiques Efficaces et Décarbonés

<sup>26</sup> Programme Production (renouvelable) et Gestion de l'Electricité



### **Axe 2 : Modes de transport**

- Les approches intégrées de conception du mode de transport et cycle de vie
- La sécurité et la sûreté des modes de transports
- La fiabilité des systèmes, des logiciels des modes de transports
- Les aides à la conduite et au déplacement

### **Axe 3 : Les systèmes de transports**

- Les interfaces mode de transport et environnement (infrastructure, usagers, conducteurs)
- La gestion de réseaux de transport
- Productivité et services



# 204

## **DÉVELOPPER**

les écotecnologies  
et l'éco-conception



## EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS)

### Résumé :

Le programme ECO-TS est un nouveau programme qui prend le relai du programme ECOTECH. Il adopte un positionnement de recherche générique visant à renforcer la communauté française dans le domaine en croissance des éco-innovations. Il cible à la fois les notions de recherche technologique et de services associés, afin de développer la compétitivité des éco-industries françaises.

Le programme ambitionne de prendre en compte l'essentiel des problématiques issues des impacts sur l'environnement générés par les pressions anthropiques (pollutions, consommation des matières premières), mais est désormais élargi aux pressions générées par le changement global (changement climatique, préservation des ressources naturelles, risques naturels, événements extrêmes). Le programme se décompose en 2 axes :

*Axe thématique 1 : vers une économie circulaire*

Sous-thème 1 : Les changements de paradigme

Sous-thème 2 : Boucler les flux de matières

*Axe thématique 2 : Adaptation et remédiation face aux contraintes des changements environnementaux*

Sous-thème 1 : Monitoring de l'environnement

Sous-thème 2 : Technologies et services pour l'adaptation et la remédiation des impacts du changement global

Sous-thème 3 : Remédiation des environnements pollués

### Mots clés :

Eco-innovation, éco-industrie, écotecnologies, éco-services, cycle de vie des produits, éco-conception, recyclage, valorisation des déchets, économie circulaire, surveillance des milieux, technologies de l'environnement, eau, sols, air, littoral, changement climatique, technologies pour la gestion des risques, ingénierie écologique, émissions polluantes industrielles, urbaines et agricoles, nanomatériaux, nanotechnologies, biotechnologies, TIC pour l'environnement

### Programme nouveau

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national ouvert à l'international

Le programme est ouvert à des consortia internationaux. Une collaboration avec la Chine (MOST) a été initiée dans le cadre du programme précédent ECOTECH depuis 2009. Un maintien de cette collaboration est en cours de négociation avec le MOST pour 2012.

Sur le plan européen, l'essentiel des thématiques de ce programme sont portées dans le cadre de l'ERA-NET ECO-INNOVERA (cf. fiche programme ci-après) qui a initié un premier appel en juin 2011 et pour lequel un second appel est prévu en 2012-2013.

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

L'ANR, depuis sa création en 2005, soutient des actions en R&D en faveur des éco-innovations et des technologies de l'environnement. Les programmes PRECODD (2005-2008) puis ECOTECH (2009-2011) ont soutenu un essor important de la R&D sur ces thématiques, notamment en partenariat public-privé. 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 a financé pour plus de 40M€ de projets de type développement pré-compétitif.

Le programme ECO-TS est construit à l'interface avec les programmes Mat&Pro, Chimie Durable Industrie et Innovation (CD2I), mais également le nouveau programme Société & Changements Environnementaux (SCE) et le programme Contaminant & Environnements (CESA).

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

L'essentiel des LABEX et EQUIPEX déjà sélectionnés porte sur des actions et des plateformes d'analyses, de surveillance et de compréhension des processus environnementaux. Les premiers résultats des appels des IA permettent toutefois d'identifier trois LABEX, dont deux intégrant partiellement la thématique de la métrologie de l'environnement (IMU et GEOSUD) et un sur les procédés de traitement des métaux (RESSOURCES21) ; enfin, un EQUIPEX sur les capteurs pour la ville (Sense City).

- IMU : Intelligences des Mondes Urbains - Le projet vise à rassembler des recherches liées à la fois aux contraintes objectives des milieux urbains (données environnementales, écotéchnologies), à la façon spécifique qu'ont les acteurs impliqués de vivre et de ressentir ces contraintes (imaginaire urbain, styles de vie) et aux profils de la transformation volontaire et concertée de ces milieux (ingénierie du changement).
- GEOSUD : Infrastructure nationale d'imagerie satellitaire pour la recherche sur l'environnement et les territoires et ses applications à la gestion et aux politiques publiques.
- RESSOURCES21 : Ressources métalliques stratégiques du 21<sup>ème</sup> siècle - Proposer une démarche intégrée sur la connaissance, la valorisation et la gestion environnementale des ressources naturelles en métaux stratégiques pour le 21<sup>ème</sup> siècle.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le nouveau programme ECO-TS est construit autour des concepts d'économie circulaire et d'évolution des marchés futurs pour les éco-industries. Les politiques publiques visant à restreindre les pressions sur les milieux naturels induisent une augmentation régulière



depuis plus de 20 ans des dépenses de protection de l'environnement deux fois supérieure à la croissance du PIB<sup>27</sup>. Cela soutient fortement le développement du marché des éco-industries. L'équation économique va toutefois à terme devoir être modifiée en raison d'une part, de l'émergence de nouveaux types de dépenses liées à la protection (ou la restauration) de la biodiversité et aux investissements en matière d'adaptation au changement climatique. Cela nécessite l'émergence de nouvelles approches de gestion de l'environnement, internalisant une part des coûts de protection de l'environnement dans les systèmes de production. On constate cette tendance à l'échelle globale, en Europe notamment, mais également dans les pays émergents (en Chine plus spécifiquement).

Le programme ECO-TS est un programme de recherche adoptant une double approche : d'une part favoriser l'innovation et l'émergence de ruptures technologiques, notamment par transfert de technologies issues d'autres domaines (biotechnologies, nanotechnologies et les TIC). Le programme ambitionne de renforcer la recherche française sur les technologies de l'environnement et de développement de services pour les écotecnologies<sup>28</sup> (hors énergie). Il s'agit de renforcer l'intensité de R&D du secteur et améliorer la compétitivité des éco-industries<sup>29</sup>. Le programme s'inspire des recommandations du CGDD sur les filières vertes<sup>30</sup> identifiées comme stratégiques et des travaux du COSEI.

Le programme a pour objectif de soutenir l'effort de structuration autour des pôles de compétitivité « écotecnologies » et de favoriser l'insertion des PME dans des projets en partenariat-public privé.

Le programme ECO-TS s'inscrit dans la continuité du programme ECOTECH, mais évolue vers un périmètre de technologies et de conception des technologies et des services pour des marchés futurs liées plus particulièrement aux impacts du changement global et des pressions anthropiques sur les ressources naturelles.

Le programme vise à développer des ensembles de technologies et de services permettant de :

- Améliorer l'efficacité environnementale de nos systèmes de production et consommation par des approches innovantes d'organisation systémiques vers une économie circulaire.
- Réduire la pression sur les milieux naturels et mieux gérer l'usage des ressources.
- Réduire et gérer les risques induits par les pressions anthropiques.
- Gérer certains effets du changement climatique aux échelles locale et régionale.

### **Éléments de bilan des programmes ECOTECH et PRECODD**

Le programme ECO-TS est partiellement construit sur la base des éléments de bilan des projets financés par les programmes précédents PRECODD (2005-2008), puis ECOTECH (2009-2011). Ces deux programmes ont eu un impact très significatif sur la dynamique des partenariats éco-industrie-laboratoires. Le programme ECOTECH a également représenté un élément majeur du volet R&D du plan Ecotech2012 initié dans le cadre du Grenelle de

<sup>27</sup> CGDD(2011) - L'économie de l'environnement en 2009

<sup>28</sup> 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* ».

<sup>29</sup> Éco-industries : secteur industriel fournisseur de biens, services et équipements dédiés à la protection de l'environnement

<sup>30</sup> Rapport « Filières industrielles stratégiques de l'économie verte » MEEDDM / CGDD - Mars 2010



l'Environnement. Actuellement, plus d'une vingtaine de pôles labellisent annuellement des projets dans le programme ECOTECH, alors qu'ils n'étaient que six dans le programme PRECODD, ce qui montre le caractère diffusant des approches d'éco-innovation. L'aide consacrée aux partenaires industriels a été d'environ 30 % pour les entreprises à part égale entre les PME et les grandes entreprises du secteur.

Ces programmes ont également ouvert la voie à des types de recherche peu développées en France, sur les nouveaux concepts de production durable et les outils associés, nécessitant des partenariats SHS-entreprises. Le programme ECOTECH visait à favoriser des innovations par le transfert de technologies issues notamment des nanotechnologies, des biotechnologies et des TIC. Cela a particulièrement bien fonctionné en ce qui concerne des applications issues des nanotechnologies pour des procédés innovants ou des nanocapteurs, de même pour des procédés utilisant des concepts issus des biotechnologies. Les partenariats dans le domaine des TIC pour les éco-industries sont en revanche restés relativement limités.

### **Résultats attendus**

Les problématiques en matière d'éco-innovation sont sous-tendues à la fois par le besoin de limiter les atteintes à l'environnement, par des approches de surveillance, de remédiation, et de plus en plus, par une réduction à la source des impacts potentiels. Cela nécessite de concevoir des méthodologies, des outils de surveillance et des technologies et services associés permettant d'accompagner ces changements dans la gestion de l'environnement. Il s'agit également de concevoir les approches économiques associées à ces activités.

Les résultats espérés du programme ECO-TS peuvent se décliner comme suit :

- le développement de services permettant une production industrielle durable en favorisant des approches socio-économiques sur l'organisation durable des systèmes industriels,
- la mise en place de services adaptés à la notion d'économie circulaire,
- l'émergence de ruptures en matière de technologies de l'environnement en favorisant notamment l'application ou le transfert de technologies issues des technologies de l'information, des nanotechnologies et des biotechnologies,
- l'émergence de projets dédiés à des technologies et des services visant les marchés futurs initiés par les besoins générés par l'adaptation au changement climatique ou l'érosion de la biodiversité.

### **Impact espéré**

Les impacts espérés du programme peuvent se formuler ainsi :

- amélioration du mode et augmentation du taux de recyclage des matières premières et réduction de la consommation de ressources non renouvelables,
- renforcement des concepts d'économie circulaire,
- réduction significative des émissions polluantes par des technologies de traitement plus performantes,
- amélioration de la mesure de la qualité de l'environnement par des systèmes de métrologie de l'environnement performants et économiques,
- conception des services et de technologies innovantes dédiés aux marchés futurs générés les problématique du changement global,
- renforcement de l'intensité de R&D dans le secteur des éco-industries, avec une intégration des partenariats PME-laboratoires.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 Enjeux économiques**

Le chiffre d'affaires des éco-industries en Europe (hors secteur énergétique) en 2004 représente environ 227 milliards d'euros (soit 2.2 % du PIB de l'Europe)<sup>31</sup>. La gestion de la pollution y représente environ 64 %. La France occupe actuellement le 4<sup>ème</sup> 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, leader mondiaux des services en environnement et d'un important réseau de PME.

La croissance du marché mondial des écotecnologies est estimée à +6 % par an, pour atteindre à l'échelle mondiale 2200 milliards d'euros en 2020<sup>32</sup> (énergies renouvelables incluses) dont un quart concernant les marchés de l'eau et de la valorisation des déchets.

Si dans les pays développés, le marché des éco-industries peut être considéré comme mature dans le domaine de l'eau, et dans une moindre mesure de l'assainissement, les tensions sur les matières premières ont bouleversé les concepts de la gestion de déchets. D'une approche de stockage sûr pour l'homme et l'environnement, les stratégies s'orientent désormais vers la disparition de la notion de déchet au profit d'un statut de nouvelle ressource en matière première. Cela accompagne l'évolution des systèmes de production vers le concept d'économie circulaire et nécessite la mise en place de technologies et services adaptés. Ce changement va également bouleverser à terme les modèles économiques de la gestion des déchets.

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<sup>1</sup>. Les problématiques de changement global et notamment de changement climatique et d'érosion de la biodiversité vont induire des impacts nécessitant des activités de surveillance, d'adaptation et de remédiation. Ceci ouvre des champs importants d'innovation en matière de technologies et de service. Il convient de se préparer et d'anticiper les besoins émergents liés aux conséquences des processus du changement global. Il convient également d'en concevoir les modèles économiques associés.

### **2.2 Enjeux sociaux et pour la société**

Les écotecnologies (au sens large) n'ont pas d'indicateurs économiques précis et les chiffres sont essentiellement basés sur les secteurs traditionnels de traitement de la pollution (eau, déchets, air...). On estime à 3.4 M d'emplois concernés dans ce secteur dont 78 % dans la gestion de la pollution. Le reste étant occupé par les fonctions d'éco-innovation et de développement durable. En France, les emplois concernés par les écotecnologies sont estimés à 700 000 emplois, avec un taux de croissance de 4 % sur les 5 dernières années<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup> EU DG Environment (2006) - Study on Eco-industry, its size, employment, perspectives and barriers to growth in an enlarged EU, Final report, August 2006.

<sup>32</sup> Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

<sup>33</sup> CGDD (2010) – rapport sur l'économie de l'environnement



## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

Le concept même du programme porte sur la réduction des impacts environnementaux des systèmes de production industrielle ou des processus du changement global. L'efficacité environnementale est au cœur du programme. On peut citer comme enjeux majeurs :

Le besoin de diminuer de la consommation de ressources naturelles (eau, granulats, matières premières, plastiques, etc.), en particulier par leur remplacement par des « matières premières secondaires », est un thème prioritaire 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.

**Changement global :** les politiques d'adaptation au changement climatique vont générer d'importants besoin en matière d'outils pour l'évaluation des impacts, la surveillance des processus et la conception de méthodes totalement nouvelles d'adaptation, mais également de concepts de remédiation et d'adaptation. Des besoins analogues émergent en matière de protection ou de remédiation de la biodiversité, nécessitant la mise en place de nouveaux concepts d'ingénierie écologique.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

Sur un plan national, le programme ECO-TS est une contribution aux recommandations formulées par le Comité Stratégique des Eco-Industries. Il se positionne en amont des initiatives portées par le ministère de l'industrie, l'Ademe et Oséo qui soutiennent le programme ECO-INDUSTRIE (2009-2011), en cours de renouvellement (sous réserve).

Dans un cadre européen, le positionnement du programme ECO-TS suit les évolutions programmatiques de la plupart des pays européens en recherche environnementale, avec un renforcement de la recherche en technologique. De même, le 7<sup>ème</sup> PCRD s'est considérablement renforcé sur la thématique des écotecnologies, au détriment d'autres composantes comme l'appui aux politiques publiques. Certains thèmes de ECO-TS et la priorité 6.3 du 7<sup>ème</sup> PCRD en 2012 sont assez proches, en matière de valorisation de déchets et de métrologie de l'environnement. On veillera à une bonne complémentarité des appels à projets.

Le positionnement stratégique du programme tiendra compte des propositions des pôles de compétitivité du réseau « écotecnologies ».

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales.

**Chine :** Une coopération bilatérale avec le ministère de la science et de la technologie (MOST) de la république populaire de Chine a été initiée en 2012. Elle concernait



principalement les technologies de l'eau, le recyclage et la remédiation des sols. Des contacts sont en cours pour renouveler l'expérience dans ce nouveau programme.

**Europe :** L'ANR est partenaire de l'ERA-NET ECO-INNOVERA qui représente le volet européen du programme ECO-TS. 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. Cf. fiche programme ci après.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Type de recherche**

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

On vise de l'ordre de 70-80 % de projets en partenariat public-privé et 20-30 % de projets n'impliquant que des laboratoires pour les projets de recherche plus académique. On cherchera à encourager les projets « tripodes », c'est-à-dire favorisant l'insertion de PME. Ces projets associent recherche, développement technologique et utilisateurs finaux.

- **Participation au financement du programme**

L' ANR finance seule ce programme.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Le nouveau programme ECO-TS est construit autour deux axes stratégiques principaux :

- L'éco-innovation, par la mise en place de schémas d'économie circulaire, faisant appel à des besoins en matière d'organisation des systèmes de production-consommation, de valorisation des déchets, d'intégration des critères de développement durable dans différents compartiments de la société.
- L'adaptation et la remédiation aux contraintes de changements environnementaux causés par différents facteurs que sont les pollutions, le changement climatique, l'érosion de la biodiversité et les pressions sur l'eau, sa qualité et ses usages.

#### **Axe 1 : Vers une économie circulaire**

Cet axe thématique vise à favoriser la mise en œuvre de systèmes de production-consommation durables. Les éco-innovations sont largement conditionnées par des évolutions en matière d'organisation des systèmes industriels, urbains ou agricoles. Il existe un réel besoin de travaux scientifiques, selon une conception systémique, sur l'analyse des processus d'éco-innovation.

#### *Sous-thème 1 : Les changements de paradigme*

Il apparaît que de nombreuses innovations de rupture sont le produit de changements profonds des valeurs portées par les organisations, tant en interne que le long de la chaîne de valeurs d'un système (exemple du développement de l'économie de fonctionnalité ou encore



de la dématérialisation). Les travaux de recherche dans ces domaines nécessitent en particulier une interdisciplinarité forte (sciences sociales, sciences de l'environnement, de l'information, de l'ingénieur et du vivant). Cet axe thématique a notamment pour objet de développer des recherches et des outils d'aide à la décision destinés aux sociétés d'ingénierie et de conseil. Les enjeux reposent notamment sur la conception de nouveaux outils permettant d'aller au-delà méthodes existantes (ex : ACV, analyse de flux de matière) en intégrant notamment des facteurs économiques et sociaux.

- Comment favoriser les processus d'éco-innovation ?
- Comment évaluer les biens environnementaux et les intégrer dans des systèmes d'analyse économique ? Quels référentiels d'évaluation adopter ? Comment évaluer la valeur durable d'un produit ?
- Quelles sont les causes de rupture et de changement de paradigme (bien – usage – services) ? Quel est l'impact des évolutions des cadres règlementaires dans les domaines environnementaux ou sur l'organisation des systèmes industriels ?
- Quels sont les modèles socio-économiques en termes de production-consommation durable ? Comment les caractériser ? Selon quelles méthodes ?

#### *Sous-thème 2 : Boucler les flux de matière*

Il devient stratégique et économique d'augmenter significativement le taux de recyclage des déchets et d'accompagner le changement de statut de « résidus » vers le concept de « nouvelles matières premières ». **Le programme aura pour ambition d'augmenter significativement l'intensité de R&D dans ce secteur, avec notamment un renforcement des recherches académiques** issues de divers domaines ayant pour objet de favoriser des ruptures technologiques. Il s'agit d'intensifier l'effort sur les filières à fort enjeu en termes de volume à traiter (sédiments, déchets du bâtiment, etc.) et à forte valeur ajoutée potentielle (métaux stratégiques, plastiques, etc.).

Les problématiques scientifiques se structurent autour de deux axes :

- les approches systémiques visant à travailler sur la notion de valorisation de déchets, d'analyses de flux de matières, de concepts innovants en matière de filières, l'éco-conception, la production, le recyclage jusqu'à l'usage du/des déchet(s). La conception de services innovants pour visant à favoriser les systèmes d'écologie industrielle.

- les verrous technologiques sur la chaîne de valorisation des déchets depuis les technologies de démantèlement ou comminution, les traceurs des matériaux et d'objets jusqu'aux procédés de tri ou séparation innovants permettant des gains significatifs de performance. Les combinaisons innovantes de techniques (ex : couplages pyro- et hydrométallurgie) et les transferts de technologies issues des TIC, de la robotique, de la photonique, etc. seront particulièrement recherchés.

#### **Axe 2 : Adaptation et remédiation face aux contraintes des changements environnementaux**

Ce second axe traite des besoins technologiques générés par les changements environnementaux de différentes origines : pollutions, changement climatique, gestion des risques naturels. Il s'agit de développer une palette de technologies innovantes permettant de surveiller les systèmes et gérer les risques, de remédier à des atteintes environnementales

en favorisant des approches systémiques. L'objectif principal de cet axe est de focaliser la R&D sur les marchés du futur pour les éco-industries. Ces marchés sont susceptibles d'être générés par des réglementations futures (ex : future réglementation sur la qualité de l'air, DCSMM, polluants émergents de la DCE, etc.), ou par des instruments financiers émergents (ex : marché du carbone, politique agricole, etc.).

D'autre part, les effets du changement global impliquent également une action de recherche technologique orientée à la fois vers la réduction de risques, l'adaptation et la remédiation de certains impacts.

#### *Sous-thème 1 : Monitoring de l'environnement*

La surveillance de la qualité de l'environnement est généralement le pilier principal des politiques environnementales. Les thématiques de recherche se focaliseront vers 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. C'est un champ d'innovation très diversifié impliquant de nombreuses PME, où les transferts de technologies issues des TIC seront particulièrement fléchés.

Tous les milieux environnementaux sont concernés : eau, air et sols. De même, ce thème couvre à la fois les problématiques de surveillance de la qualité de l'environnement, de prévention des risques naturels ou anthropiques, y compris pour la surveillance d'événements extrêmes.

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'innovations 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. L'abaissement des coûts de mesure et l'augmentation du flux de données sont également des enjeux majeurs. Les applications innovantes de monitoring de l'environnement, comme les réseaux intégrés de base communautaire des observations in situ (ex : e-collaboration, etc.) pour fournir des données sur l'environnement seront également soutenues. Enfin, l'appel 2012 visera également les systèmes de bases de données environnementales régionales ou nationales, interopérables et couplés avec des réseaux de mesures. Les outils de modélisation interconnectant les diverses composantes du monitoring seront particulièrement soutenus.

#### *Sous-thème 2 : Technologies et services pour l'adaptation et la remédiation des impacts du changement global*

Les effets de changement global, induits soit par le changement climatique, soit par des pressions anthropiques excessives, nécessitent des nouvelles stratégies d'adaptation ou de remédiation. En matière de restauration, les problématiques principales se focalisent, autour de la restauration de la qualité des sols ou de la restauration de la biodiversité dans différents milieux vulnérables (littoral, rivières, etc.). Ces secteurs n'ont en général pas encore de marché structuré, ni de modèle économique viable, mais constituent les véritables challenges scientifiques et technologiques pour l'avenir. Il s'agira également d'examiner les aspects économiques et les modalités de faisabilité associés à ces services nouveaux.



On vise notamment la conception de systèmes de traitement intégrant l'ingénierie écologique, au sens d'aménagements ou de gestion durables, adaptatifs, multifonctionnels, basés sur les mécanismes qui gouvernent les écosystèmes naturels (auto-organisation, diversité et hétérogénéité, ...). Il s'agit de dépasser l'empirisme pour fonder l'ingénierie de pratiques en fort développement sur un corpus théorique. Sont particulièrement visés, les zones polluées de manières diffuses (ex : POPs, etc.), les remédiations intégrées à l'échelle de bassins versants, etc. Ce thème vise à faire évoluer le concept de « traitement curatif », vers des concepts plus systémiques de « remédiation durable » avec la prise en compte de toutes les composantes du développement durable, notamment environnementales et économiques, dans des stratégies intégrées d'amélioration de la recyclabilité de l'eau ou de réhabilitation (dépollution + redéveloppement) à l'échelle d'un territoire, d'un bassin versant, d'une zone littorale.

*Sous-thème 3 : Remédiation des environnements pollués*

En matière de traitement des pollutions, cet axe se focalise essentiellement vers des recherches en rupture en encourageant notamment le transfert de technologies issues notamment des biotechnologies et des nanotechnologies pour viser des sauts de performances techniques ou économiques. De même, seront pris en compte les projets portant sur des ruptures liées à la conception de la « station de traitement du futur », incluant à la fois les grands systèmes et les rejets de faibles flux (petites collectivités, industries, assainissement non collectif) intégrant notamment la notion de valorisation de matières premières issues du traitement (N, P, etc...).



## ERA-NET ECO-INNOVERA

### Objectifs

L'éco-innovation offre un spectre d'applications très large : R&D, adaptation des systèmes et processus, applications très diversifiées, comprenant le transfert de technologies et leurs applications (dont les non usuelles).

Les entreprises, des grands groupes aux PME, les universités, les organismes de recherche, les organisations gouvernementales ou associatives sont d'importants acteurs de ce système. Le but est de créer une synergie entre les principaux financeurs de programmes européens du domaine en réunissant leurs expériences complémentaires dans une vision de bâtir un agenda de recherche commun de lancer des projets européens sur ces thèmes. Le 1<sup>er</sup> appel à projets transnational de ECO-INNOVERA s'attachera à faire émerger des projets sur les thématiques du changement de paradigme en tant que point clé de l'éco-innovation, les procédés et produits durables et le recyclage.

### Enjeux

- Economique : amélioration de notre dépendance (ressources, énergies, recyclage...).
- Environnemental : participer à la mise en place d'une industrie durable vers un impact environnemental zéro et passer de la préoccupation environnementale à la valorisation environnementale.
- Social : prévoir les changements sociaux par rapport aux enjeux environnementaux et à leur mise en valeur, changements comportementaux, nouveaux besoins et usages, promotion de l'éco-innovation associée.
- Politique : recommandations claires et réalistes pour les politiques publiques concernant les mesures à prendre pour promouvoir la mise en place de l'éco-innovation tout au long de la chaîne de valeur et sa diffusion dans la société.
- La recherche est cruciale pour faire face aux grands défis environnementaux (tels que le changement climatique, la rareté des ressources naturelles et la biodiversité) ainsi que pour réaliser pleinement le potentiel de «croissance verte», induisant une vague d'innovation durable et la création d'emplois.

### Partenaires internationaux

- Agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT), Flanders, Belgium
- Agence Nationale de la Recherche (ANR), France
- Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF), Germany
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), Switzerland
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Austria
- Fonds National de la Recherche (FNR), Luxembourg
- Forskningsradet for Miljö, Areella Naringar och Samhallsbyggande (FORMAS), Sweden
- Ministerio de Ciencia e Innovacion (MICINN), Spain
- Narodowe Centrum badan I Rozwoju (NCBiR), Poland
- Sociedad Publica Gestion Ambiental Ihobe S.A (IHOBE), Spain



- Service public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle Economie, Emploi et Recherche (DGo6), Wallonia, Belgium
- Teknologian ja Innovaatioiden Kehittämisskeskus (TEKES), Finland
- Turkiye Bilimsel ve Teknolojik Arastirma Kurumu (TUBITAK), Turkey

**Contribution prévue de la partie française :**

L'ANR est partenaire de l'ERA-NET ECO-INNOVERA et responsable du workPackage n°3 qui concerne la préparation des appels conjoints et le financement de projets de recherches transnationaux.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**

ERA-NET ECO INNOVERA : octobre 2010 - septembre 2014  
Les appels à projets seront budgétés sur 2012 et 2014.





## 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'"éco-conception", où les paramètres environnementaux sont pris en considération dès la conception du produit. Il est nécessaire d'améliorer les procédés existants et d'imaginer de nouvelles stratégies de synthèse visant à réduire la production de déchets, dans un souci constant d'économie d'atomes et d'énergie. Il est nécessaire aussi de trouver des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation (REACH).

Le programme "Chimie durable – Industries – Innovation – CD2I" est structuré autour de 3 thèmes de recherche et d'innovation :

- Axe 1 : Ressources, voies et produits alternatifs innovants
- Axe 2 : Réactions et procédés efficaces
- Axe 3 : Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux

### Mots clés :

Chimie durable, biomasse, CO<sub>2</sub>, économie d'atomes et d'énergie, REACH, recyclage, réduction des produits dérivés et déchets, voies de synthèse innovantes, catalyse, éco-conception, procédés propres et sûrs, intensification, solvants et réactifs sans COV, méthodologies analytiques, qualité de l'air et de l'eau, décontamination et remédiation des sols, biodégradabilité.

### 3<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 - 2013**
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national

Des discussions sont en cours avec le Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC Royaume-Uni) pour ouvrir de façon conjointe une thématique de l'AAP CD2I 2012 centrée sur le développement des biotechnologies (axe 2).



- **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". Il en reprend l'essentiel des objectifs, mais il devient essentiellement partenarial et ses thématiques scientifiques ont été nettement modifiées.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Une première analyse des projets soutenus à la fin de la 1<sup>ère</sup> vague des Investissements d'avenir permet d'identifier des projets EQUIPEX, LABEX et IEED qui touchent le domaine de la chimie d'une manière ou d'une autre.

**EQUIPEX :**

Projet SENS : caractérisation RMN

Projet IPGG : microfluidique

**LABEX :**

Projet IPGG : microfluidique

Projet CheMISys : procédés pour la séparation, la décontamination et le recyclage

**IEED :**

Projet INDEED : usine, procédés et chimie décarbonée

Projet PIVERT : bioraffinerie/ressources végétales

Les projets SENS et IPGG se situent très en amont du programme essentiellement partenarial CD2I et on imagine peu d'interactions. Pour CheMISys, la partie "procédé" correspond à une partie minoritaire de ce projet, mais qui s'inscrit bien dans un ou deux axes du programme. En ce qui concerne les IEED, le projet PIVERT correspond bien aux thématiques "chimie du végétal" du programme CD2I. Il faut bien réaliser que ce programme est beaucoup plus large et que la chimie durable ne se résume absolument pas uniquement à la chimie du végétal. Le projet INDEED est plus difficile à situer par rapport à CD2I. Finalement, il est intéressant de constater que pour l'AAP CD2I de 2010, les projets soumis étaient labellisés par un total de 22 pôles, ce qui correspond vraisemblablement à un périmètre beaucoup plus large que celui des projets d'Investissements d'avenir retenus à ce jour.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le programme CD2I a parmi ses objectifs :

- d'inciter les chercheurs à intégrer les principes de l'éco-conception dans leurs méthodologies de synthèse, la mise au point de nouveaux procédés et la recherche de nouvelles ressources renouvelables,
- de contribuer à la compétitivité des industries chimiques, en offrant notamment aux nombreuses PME de ce secteur un moyen d'intensifier leurs relations de recherche avec le monde académique. Dans le cadre des exigences de REACH, le programme a comme ambition la mise au point de nouveaux outils et méthodes destinés aux industriels, ainsi que d'imaginer des solutions pour la substitution des produits soumis à autorisation,



- de contribuer à la prise en compte par la communauté chimie/procédés des concepts de la chimie durable et à redonner au grand public une image positive de la chimie.

### **Résultats attendus**

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.

### **Impact espéré**

La maîtrise des impacts et des risques liés aux substances et produits chimiques sur l'homme et l'environnement, telle qu'elle apparaît à travers la mise en place du règlement européen REACH (effective depuis le 1<sup>er</sup> juin 2007) est devenue un objectif majeur. Il faut dès à présent envisager des solutions de substitution aux substances les plus dangereuses comme les CMR (cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques).

De la découverte de nouvelles voies de synthèse plus sélectives, couplées à l'intensification des procédés, découlera une chimie utilisant moins de matière première, moins de solvants et moins d'énergie. Cette chimie plus sobre permettra de réduire l'impact environnemental, d'accroître la sécurité et de diminuer la facture énergétique et donc de répondre à des préoccupations sociétales majeures.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - 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. L'industrie chimique française se situe au 5<sup>ème</sup> rang des pays producteurs et se positionne encore comme un des exportateurs mondiaux significatif.

### **2.2 - Enjeux sociaux et pour la société**

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Forte de plus de 1 100 entreprises, dont 80 % de PME-PMI, réparties sur l'ensemble du territoire, pour un effectif direct voisin de plus de 180 000 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 en termes de bien-être social**

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.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La sécurité des installations de production chimique est un enjeu primordial. La prise de conscience des risques liés à l'industrie chimique par la société est forte, notamment depuis l'accident d'AZF en 2001. Le programme CD2I doit permettre de concevoir des procédés intrinsèquement plus sûrs et d'apporter des avancées en termes de contrôle de ces procédés.

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

L'enseignement de la chimie concerne une quarantaine d'universités et un ensemble d'écoles d'ingénieurs réparties sur le territoire. La chimie souffre d'une désaffection marquée des étudiants, sans parler de son 'image' auprès du grand public et des médias. Le financement de projets dont l'intérêt pour la société est immédiat doit permettre de susciter l'intérêt des étudiants et la communication autour de ces résultats permettra d'améliorer l'image de la chimie.

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

Sur les quelques 30 000 substances produites par l'industrie chimique, 60 % sont issues de ressources fossiles. Ces ressources sont vouées à se raréfier et il devient impératif d'identifier des gisements alternatifs de matières premières renouvelables et de développer les filières de recyclage. De plus, un nombre important de ces substances devra être renouvelé en raison de leur toxicité vis-à-vis de l'homme. Les résultats du programme CD2I doivent contribuer à ce renouvellement.

- **Pollutions**

La conception de procédés plus propres s'inscrit dans une démarche préventive, visant à réduire les rejets. L'aspect curatif (traitement d'effluents) est également présent dans le programme, contribuant aussi à la réduction de la pollution.

- **Risques naturels et risques industriels**

La synthèse, la fabrication de molécules, de substances, de produits chimiques sont associées principalement à l'utilisation de ressources limitées et non renouvelables (pétrole) et quelquefois à la production de molécules toxiques ou non sélectives de la fonction visée générant 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 d'éco-conception dans une démarche "chimie" est devenu une nécessité.

Y remédier passe aussi par la maîtrise des procédés qui peuvent intégrer des fonctionnalités multiples et complémentaires.



Le choix, le dimensionnement et les outils de contrôle d'un procédé doivent en effet (i) favoriser l'intensification et la maîtrise des réactions (fiabilité et sûreté), la qualité du(es) produit(s) élaboré(s), l'économie de réactifs et d'énergie, tout en (ii) minimisant les impacts négatifs (production de co-produits néfastes pour la qualité du produit élaboré, pour le contrôle de la réaction et/ou pour l'environnement).

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Pour répondre aux attentes en matière de chimie durable, la communauté scientifique française se mobilise, notamment au travers du programme interdisciplinaire IngEcoTech du CNRS<sup>34</sup>, du GdR SPDC2 du CNRS<sup>35</sup>, des pôles de compétitivité<sup>36</sup> ou encore en contribuant à la feuille de route de la plateforme Suschem France<sup>37</sup>. Dans le domaine des matières renouvelables, l'ADEME est membre fondateur d'AGRICE<sup>38</sup>, un groupement d'intérêt scientifique qui travaille sur les nouvelles valorisations des produits et co-produits d'origine agricole pour l'énergie, la chimie et les matériaux (appel à projets en 2010 BIP : Bioressources, Industries et Performance). Enfin, certaines thématiques de CD2I trouveront un écho auprès des Instituts d'Excellence dans le domaine des Energies Décarbonées INDEED (Institut National pour le Développement des Ecotechnologies et des Energies Décarbonées) porté par l'IFP Energies Nouvelles et PIVERT (Picardie Innovations, Enseignements et Recherches Technologiques), porté par Pôle de compétitivité Industries et Agro Ressources. Au niveau européen, des réseaux se mettent en place comme Eurochemistry, qui fédère les organismes de recherche et de financement afin de développer des stratégies de recherche en chimie au niveau européen. EUROPIC<sup>39</sup> (European Process Intensification Centre) est une plateforme de transfert technologique dans le domaine de l'intensification de procédés, pilotée par des industriels. Enfin, le projet F<sup>3</sup> Factory<sup>40</sup> rassemble 25 membres, compagnies ou organismes de recherche de 9 pays européens qui collaborent sur les nouvelles technologies de l'intensification de procédés et les nouveaux concepts de production.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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. Le programme vise aussi des ruptures technologiques conduisant à l'émergence de nouveaux procédés intrinsèquement plus propres et plus sûrs

<sup>34</sup> <http://www.cnrs.fr/prg/PIR/programmes/IngECOTech/IngEcoTech.htm>

<sup>35</sup> Synthèse et Procédés Durables pour une Chimie Eco-Compatible

<sup>36</sup> <http://competitivite.gouv.fr/>

<sup>37</sup> <http://www.suschem.fr/>

<sup>38</sup> <http://www.ademe.fr/partenaires/agrice/index.htm>

<sup>39</sup> <http://www.europic-centre.eu/home/>

<sup>40</sup> <http://www.f3factory.com/scripts/pages/en/home.php>



- **Type de recherche**

Le programme CD2I de l'ANR a vocation à financer des projets de recherche et d'innovation qui relèvent de la recherche fondamentale (RF), de la recherche industrielle (RI) et du développement expérimental (DE). De plus, les projets pluridisciplinaires sont encouragés.

- **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. Les projets soumis pourront être labellisés par des pôles de compétitivité centrés sur la chimie appliquée à différents secteurs tels qu'Axelera, Cancer-bio-santé, Industries et Agro Ressources ...

- **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. L'ANR financera seule le programme en 2012.

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

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.

##### **Axes et thèmes des recherches**

Le programme « Chimie durable – Industries – Innovation – CD2I » a évolué depuis sa 1<sup>ère</sup> 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 efficaces**
- **Axe 3 : Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux**

Les projets traitant plus spécifiquement des substituts aux carburants pétroliers et des additifs permettant la formulation de carburants plus propres pourront être soumis à l'appel à projets "BioME" de l'ANR. Les projets qui abordent l'étude des modèles industriels à moindre impact environnemental par une approche systémique, ou les approches filières pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pourront être soumis à l'appel à projets "ECOTECH" de l'ANR. 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 plateformes, 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. Enfin, les projets qui traitent de la limitation de l'émission de gaz à effet de serre pourront être soumis à l'appel à projets « EESI » 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 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<sub>2</sub> (issu ou non du stockage) ou bien de déchets. On s'intéressera notamment aux « *ressources issues de la biomasse* » (synthèses à partir des molécules plateformes), aux molécules et produits à haute valeur ajoutée à partir de la biomasse, à la valorisation du CO<sub>2</sub>, aux ressources minérales alternatives, aux molécules issues du recyclage ou de la valorisation de co-produits...

- **la recherche de solutions de substitution** concernant des substances soumises à autorisation dans REACH (critères CMR) 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'émissions de gaz à effet de serre, ou bien répondant aux principes de la chimie verte, sera aussi recherchée. On cherchera également à 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 2<sup>ème</sup> 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, le développement de produits plus responsables en matière de protection de l'environnement incluant des produits qui pourront être biodégradables, produits verts, issus de la biotechnologie.

### **Axe 2 : Réactions et procédés efficaces**

Dans cette partie, les projets doivent conduire à la mise au point de mécanismes réactionnels et procédés efficaces aussi bien en terme d'économie 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 bloquants 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. Le développement de dispositifs d'analyse en ligne associés et l'instrumentation (mise au point de capteurs) font également partie de cet axe.

- **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 Bio-ME.

- **la modélisation, simulation, 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 influencer 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'éco-conception de procédé :** le programme 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'éco-conception à destination de l'Industrie chimique, notamment des PME, 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 s'appuie sur deux axes forts : la minimisation de l'utilisation de solvants générateurs de COV 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<sub>2</sub> en rupture.

- **le traitement de l'eau** : compréhension, modélisation et 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 efficace de l'eau dans les systèmes.

- **la chimie de la décontamination** : projets de développement de procédés chimiques et biochimiques pour la décontamination de stocks d'effluents dangereux, notamment liquides (aqueux, non aqueux) ou solides, et la remédiation des sols.

- **la prévention et lutte contre la bio-contamination** : l'objectif est de maîtriser l'hygiène des matériaux utilisés dans des secteurs très diversifiés. Ce thème aborde les nouvelles méthodes de décontamination physiques et/ou chimiques et/ou biochimiques, la mise au point de nouveaux matériaux et approche antimicrobiennes, les méthodes de détection des biocontaminants à faible niveau, pour contrarier la formation du biofilm...

- **la biodégradabilité** : sont concernées les méthodes de caractérisation de la biodégradabilité. On s'intéressera notamment à : l'établissement de relations structure-biodégradabilité, la caractérisation de la biodégradabilité des produits issus de la transformation des agroressources, 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.



## 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), en prenant en compte les 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. L'amélioration des performances des matériaux développés vers les hautes performances est également un objectif visé.

Ce programme cherche à favoriser le transfert de connaissances entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PME 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.

### Mots clés :

Matériaux fonctionnels et multifonctionnels, composites, développement des procédés, matériaux et procédés respectueux du développement durable, recyclage des matériaux, substitution, matières premières, matériaux nanostructurés, ingénierie des surfaces et interfaces, matériaux hybrides, biomimétiques, modélisation et simulation, multiéchelles, multiphysiques

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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 a évolué. 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.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les principaux projets retenus dans le cadre des Investissements d'avenir concernant au moins en partie les matériaux et les procédés sont présentés ci-dessous. Dans de nombreux cas, ils consistent en la mise en place de moyens et de structures qui permettront de lancer des projets dont l'AAP MatetPro pourrait être le cadre. Cependant, les contours de ces projets (EQUIPEX, LABEX et IRT notamment) ne recouvrent pas la majorité des thématiques et des participants (laboratoires, entreprises et Pôles de Compétitivité) aux appels à projets MatetPro. A titre d'exemple, pour l'AAP 2011, 122 entreprises, 74 PME et 34 TPE ont participé aux 107 projets déposés. Aujourd'hui, l'impact de ces projets retenus dans le cadre des Investissements d'avenir sur le programme MatetPro est difficile à évaluer de manière quantitative et il est prématuré d'infléchir fortement la programmation de MatetPro.

### **EQUIPEX :**

Dans le cadre de l'appel EQUIPEX, les projets retenus visent en grande partie la mise en place d'outils ou de plateformes de caractérisation. Ils visent des caractérisations beaucoup plus larges (micro et nano électronique, surfaces, molécules, matériaux du patrimoine, ...) que les matériaux ciblés dans MatetPro. Les autres projets retenus ne tombent pas dans une seule catégorie et présentent des objectifs variés, allant par ex. de la photonique aux bois, en passant par les nano-objets.

- Plateformes de caractérisation :

Andromède : caractérisation par faisceaux de particules

EcoX : caractérisation R-X (ESRF)

IMPACT : nanocaractérisation microélectronique et matériaux

MANUTECH - USD : structuration et caractérisation des surfaces

MIMETIS : imagerie électronique résolution atomique

NanoID : caractérisation nanométrique

ROCK : caractérisation matériaux pour batterie

SENS : caractérisation RMN

ThomX : source R-X pour caractérisation

UNION : caractérisation nanos

NewAglæe : caractérisation des objets d'art

- Autres plateformes :

CILEX : laser, photonique

LaSUP : réseau d'aimants supraconducteurs

MATMECA : élaboration de poudres + mécanique

SOCRATE : plateforme solaire thermique (matériaux HT)

TEMPOS : élaboration, caractérisation et propriétés nano-objets

XYLOFOREST : plateforme "bois"

### **LABEX :**

En ce qui concerne l'appel à projets LABEX, la part concernant les matériaux et les procédés existe de manière significative. Cependant, un examen un peu plus approfondi de ces projets laisse penser qu'ils comportent souvent soit une approche plus large, souvent tournée vers



des dispositifs (AMADEus, SEAM), soit des aspects fortement tournés vers la mécanique et la simulation numérique (Imust, LASIPS, MEC). Le projet RESSOURCES21 semble viser le côté recherche géologique du problème "ressource" et n'interfère donc peu ou pas avec des recherches de solutions de substitution. Les projets CEMAM, Sigma-LIM sont beaucoup plus proches de MatetPro, mais concernent un nombre très limité de laboratoires.

- AMADEus (Matériaux Avancés sur Mesure)
- CEMAM (Matériaux Architecturés Multifonctionnels)
- EMC3 (Matériaux pour l'énergie et de la combustion propre)
- Imust (Sciences et Technologies Multi-échelles)
- LaSIPS (Systèmes et Ingénierie de Paris Saclay)
- MATISSE (MATériaux, InterfaceS, Surfaces, Environnement)
- MEC (Mécanique et Complexité)
- RESSOURCES21 (Ressources métalliques stratégiques du 21<sup>ème</sup> siècle)
- SEAM (Matériaux avancés et dispositifs)
- Sigma-LIM (matériaux et céramiques fonctionnels)
- SISE - MANUTECH (ingénierie des surfaces et interfaces)
- SOLSTICE (Solaire à concentration, matériaux HT)
- STORE - EX (batteries et matériaux pour batteries)

#### **IRT :**

Trois IRT concernent, soit majoritairement, soit de manière plus limitée le domaine des matériaux et des procédés. L'IRT Jules Verne viserait des nouveaux matériaux, notamment composites. Cependant, cet IRT ne comprend pas tous les Pôles de Compétitivité, ni tous les laboratoires concernés par cet AAP. Les contours de l'IRT M2P ne sont pas encore complètement clairs. Ici aussi, d'autres Pôles de Compétitivité, ainsi que de nombreux laboratoires de recherche en métallurgie et en matériaux ne font pas partie de cet IRT. Finalement, l'IRT AESE aborderait le domaine de l'aéronautique dans son ensemble, avec une part concernant les matériaux qui ne serait pas forcément majoritaire.

- Jules Verne (nouveaux matériaux, automobile, aéronautique, construction navale)
- M2P (matériaux, métallurgie, procédés)
- AESE (aéronautique)

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Ce programme vise à fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la chimie, la mécanique, la physique, la science des matériaux, les mathématiques autour d'un objectif commun qui est le développement de matériaux et des procédés pour des produits plus performants répondant à une demande sociétale (santé, sécurité, confort), de développement durable (énergie, CO<sub>2</sub>, matière première, recyclage, changement climatique) mais également de hautes performances.



## Résultats attendus

L'objectif est de favoriser le transfert de connaissances entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PME 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 multidisciplinaire 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 7<sup>ème</sup> PCRD. En effet, les résultats du thème 4 "Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production" du 7<sup>ème</sup> PCRD montrent une faiblesse de la participation des PME dans les projets de recherche. La structuration de cette communauté de PME autour d'un objectif de développement économique semble nécessaire et vitale déjà à un niveau national. Le saut à réaliser pour une collaboration européenne en sera facilité.

Cela passe par :

- une forte communication autour de cet appel à projets, y compris au niveau des PME, synergie avec les Pôles de compétitivité qui sont des acteurs majeurs de la participation des PME aux projets de recherche.

Les acteurs concernés sont :

- bien entendu les acteurs académiques tels que : CNRS, CEA, Universités, Ecoles d'ingénieurs, ...
- les centres techniques, cœur du transfert industriel,
- les industriels de grands groupes comme ArcelorMittal, Constellium (ex Alcan EP), Rhodia, ARKEMA, Saint-Gobain, Lafarge, PSA, Renault, Thales, EADS, Airbus, Safran,
- les PME,
- mais également les Pôles de compétitivité : EMC2, MATERIALIA, 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 PME et les grands groupes.

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 - 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 PME ou de TPE dans des secteurs de niches.

MatetPro concerne un secteur (les matériaux et les procédés d'élaboration et de transformation) où l'industrie française est active. 190 partenaires industriels ont soumis un projet MatetPro en 2011. Il est important que dans ce domaine, les industriels et les équipes académiques développent des recherches partenariales qui conduisent à des matériaux et procédés performants qui puissent être conçus et produits en France. C'est un objectif stratégique majeur du programme MatetPro.

## 2.2 - 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. Depuis 2011, la DGA participe au financement de MatetPro.

Le remplacement par des matériaux de substitution 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 en termes de sécurité**

L'analyse du cycle de vie, de la recyclabilité des matériaux étudiés ainsi que l'éco-conception des produits et leur rendement énergétique sont 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 à l'intégration de recyclages adaptés, des économies de ressources naturelles sont réalisées. Depuis 2011, le programme MatetPro comporte un axe "matières premières : économie, substitution" dans ce but.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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 est discuté dans le cadre du processus de programmation.



Ce programme vise à structurer la communauté au niveau national et à permettre aux acteurs nationaux de « monter en puissance » ensemble pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites. En particulier, ce programme est cohérent avec les priorités exprimées dans le programme du thème 4 "Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production" du 7<sup>ème</sup> PCRD.

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu au niveau national. Des projets très nationaux comportant des partenaires européens ont été soumis simultanément à l'ANR et une autre agence européenne (DFG).

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques et technologiques sont la mise en commun des connaissances venant de disciplines variées afin d'élaborer des matériaux ayant des propriétés nouvelles ou améliorées. L'approche multi-échelle, multi-physique et multidisciplinaire est un challenge important pour accroître nos connaissances dans le domaine des matériaux et des relations structures-propriétés d'usage.

- **Type de recherche**

Ce programme concerne des projets de recherche industrielle exploratoire en partenariat public-privé.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat est du type public/privé. Chaque consortium proposant 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 PME, TPE et les Centres techniques sont des acteurs essentiels des projets.

- **Participation au financement du programme**

La DGA participe au financement du programme à partir de 2011.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

Les objectifs sont de générer des solutions nouvelles ou améliorées en mettant en commun des connaissances venant de disciplines variées. Les approches multi-échelles, multi-physiques et multidisciplinaires sont riches de potentialités pour accroître les connaissances dans le domaine des matériaux et améliorer la compréhension des relations structures-propriétés d'usage.

L'appel à projets 2011 est articulé suivant quatre axes thématiques : les matériaux et leurs propriétés et fonctionnalités, les procédés, la modélisation et simulation numérique, les matières premières et leur économie. Comme pour les éditions précédentes, outre la légitime obligation de qualité scientifique et technique des projets, plusieurs critères seront particulièrement pris en compte :



- Le caractère innovant et original : on privilégiera des solutions de rupture aux travaux à caractère incrémental,
  - Les avantages technico-économiques des innovations proposées : une estimation aussi réaliste que possible des retombées économiques qui motivent la demande d'aide sera fournie dans la présentation du projet,
  - L'applicabilité des solutions proposées (capacité des matériaux et des procédés développés à être mise en pratique industrielle). On décrira, en particulier pour les solutions innovantes, les problèmes susceptibles d'apparaître au cours des phases ultérieures de prototypage et d'industrialisation,
  - La nécessaire composante liée au développement durable.
- Deux points essentiels dans l'appréciation des propositions sont :
- le positionnement du projet par rapport à l'état de l'art français et international,
  - les perspectives de retombées industrielles en termes économiques et stratégiques.

## **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 des multimatériaux, des composites et de leur assemblage ; pour la production d'énergie, il s'agit de matériaux permettant d'améliorer l'efficacité thermodynamique (centrales nucléaires, centrales thermiques, moteurs thermiques), résistant à des sollicitations sévères (hautes températures, corrosion...). L'efficacité des moteurs et des transmissions peut être abordée par des matériaux minimisant les pertes par frottement. Le thème de l'énergie est également 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 (électrique/ 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, y compris des nanomatériaux pour lesquels la(es) fonctionnalité(s) sont liées à la nanostructure, aux produits finaux, intégrant l'étude des relations procédés – macro /micro/nano structures – propriétés recherchées. Des analyses de cycle de vie des solutions proposées sont encouragées.

### **Axe 2 - Procédés optimisés et innovants**

Dans de nombreux cas, les matériaux utilisés industriellement ont atteint une certaine maturité et ne sont pas près d'être remplacés à court terme. Les voies de progrès passent alors par des procédés de mise en forme, d'assemblage ou de traitement en surface optimisés (avec des moyens de contrôle en ligne), innovants et robustes conduisant à des produits dont les propriétés sont fiables et reproductibles, et par la simulation du procédé et du comportement du matériau au cours de son élaboration, de son traitement, sa mise en forme (Axe 3). Les liens spécifiques entre matériaux/procédés et produits deviennent dans ces conditions particulièrement importants. Une attention particulière doit être accordée à l'assemblage des multi-matériaux. 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 œuvre des matériaux et des structures mieux recyclables que ceux issus 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 - Prévision du comportement, modélisation et simulation**

La prévision du comportement grâce aux outils de simulation et de modélisation 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) voire de concevoir les matériaux (alliages, composites) et structures (approche "Materials by Design"). Les relations entre structure ou morphologie et propriétés finales sont un domaine important à développer. 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 multi-physiques devient nécessaire et doit aussi être plus développée. Le développement de travaux sur la modélisation et simulation numérique des procédés (élaboration, traitement, assemblage, mise en œuvre) reste un axe de développement fort.

### **Axe 4 - 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 ou encore en prévision d'épuisement des ressources. 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.



234

**L'INFORMATION,  
LA COMMUNICATION  
ET LES NANOTECHNOLOGIES**



235

**PRÉPARER**  
l'internet du futur et  
**RENFORCER**  
la sécurité informatique



## Infrastructures pour la société numérique

### Résumé :

Le programme infrastructures pour la société numérique recouvre toutes les recherches visant à produire les infrastructures matérielles et logicielles rendant disponible 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

### 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

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets 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.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** :

Equipex : les plates-formes EQUIP@MESO (mésocentres pour le calcul intensif), FIT (Internet du Futur) et Sense-City (chaîne d'équipements de capteurs pour collecter des informations sur une «Mini-Ville») vont créer des opportunités de propositions de projets. Un Labex sur thème du programme : COMIN Labs : Digital Communications and Informatics for Future Internet ; les IRT B-COM et SYSTEMX sont en négociation et pourrait constituer une source potentielle de nouveaux projets.

Les appels du FSN Sécurité et résilience des réseaux, Services mobiles sans contact, Informatique en nuage, Ville numérique, Systèmes de transport intelligents se rapportent aux thématiques du programme. Ces appels attendent des projets d'envergure par leur coût global et leur couverture en termes d'**acteurs clefs** sur un sujet. Ils sont orientés **solutions** et **intégratifs**. En ce sens, ils ont une facette **innovation marquée en regard du marché et de la concurrence**. INFRA est un support approprié pour imaginer, concevoir, développer et mettre au point des éléments dont le **périmètre scientifico-technique est plus circonscrit**.

Le programme INFRA se situe en amont du programme FSN.

### 1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

#### Objectifs et finalités

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

#### Résultats attendus

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, réglable, commandable, intelligent et passant à l'échelle.
- Le développement de systèmes et réseaux de communication évolutifs, flexibles, de grande capacité pour un 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, 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 supportant 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.
- 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, ...

## **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. Le secteur numérique est au cœur 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 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 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).

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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 7e PCRD. On trouve également certains thèmes dans le défi 3 : Composants, systèmes, ingénierie tels que Composants et sous-systèmes photoniques, ou bien micro et nano systèmes. Ces thématiques sont également abordées par le programme EUREKA CELTIC. Les objectifs de ce programme sont :

- d'améliorer le succès des partenaires français (en particulier celui des PME) et consolider leur positionnement dans le cadre dans les appels du FP7 ou EUREKA. Cela se fait en attirant de nouveaux acteurs à ce type de programmation par projet (en démarrant dans un cadre plus simple que fournit l'ANR) mais aussi en permettant aux acteurs nationaux d'accumuler des compétences et le nombre de réalisations qu'ils peuvent mettre à leur actif.
- de soutenir des actions qui n'ont pas nécessairement besoin d'un cadre européen soit qu'elles soient complémentaires de projets européens en cours, soit que leur objet ne nécessite pas un déploiement européen.

- **Caractère international du programme**

Les coopérations européennes dans ce programme viseront à soutenir de nouveaux partenariats qui pourraient constituer un noyau solide dans la cadre de projets du FP7 ou de compléter voir 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.

Les collaborations internationales sur les thématiques de ce programme sont traitées dans le cadre du programme blanc international et pour les collaborations européennes et sur les aspects les plus amont dans l'ERA-NET CHIST-ERA que l'ANR pilote.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La France dispose d'une infrastructure de recherche solide dans le domaine du numérique avec l'INRIA, l'Institut Télécom, le CEA, le CNRS (avec la création récente de l'INS2I). L'alliance Allistène complète le paysage en relayant la SNRI. Le programme INFRA est un vecteur significatif de consolidation et développement de la dynamique de la recherche dans le domaine du numérique en promouvant l'intégration d'industriels dans les projets.

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets de trois types :

- Recherche fondamentale : approche en rupture sur les thématiques ciblées de l'appel
- Recherche industrielle
- Développement expérimental, notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché





- **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 recherche fondamentale. L'objectif est d'amener les industriels à s'impliquer aussi dans les projets de recherche à plus long terme. On cherche à encourager les projets « tripodes », c'est-à-dire favorisant l'insertion de PME. Ces projets associent recherche, développement technologique et utilisateurs finaux.

- **Participation au financement du programme**

Financement 100 % ANR.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Les orientations données par le comité scientifique sectoriel et le comité de pilotage sont très proches des axes 2011, qui sont reproduits ici : les modifications à la marge proposées sont indiquées ***\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\****. Ils concernent en particulier la prise en compte des « *bigdata* », et la volonté d'utiliser la biologie comme source d'inspiration.

#### **Axe 1 : Les réseaux 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 rendue 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 besoins tels que : applications collaboratives, traitement de modélisation et de simulation, distribution d'informations et interactivité (voix, texte, vidéo), e-learning, dans un environnement ubiquitaire (fixe et mobile).

Cette autonomie se traduira par des décisions de gestion des ressources (dont l'énergie) et de reconfiguration au plus près des besoins qui 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 de services ubiquitaire 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 dématérialisée 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 pour le 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 production de données par les utilisateurs, et notamment le partage d'informations ubiquitaires (appareils photos, caméras, lecteurs RFID, réseaux de capteurs sans fil, etc.) augmentent drastiquement le nombre de données pouvant être traitées. Cette problématique de masses de données complexes, hétérogènes, et dynamiques est cruciale et nécessite 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 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 plates-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 matériels 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 ***\*\* notamment bio-inspirées \*\**** 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-cœurs 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 étudiés 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).



## Ingénierie Numérique & Sécurité (INS)

### Résumé :

La pénétration et la croissance exponentielle des sciences et techniques numériques au profit de la société, l'économie (industrie et services) et la présence accrue d'objets, machines et grands systèmes numériques dans notre quotidien imposent 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 en tant que support incontournable de communication et de calcul.

La recherche en ingénierie des systèmes numériques recouvre l'imagination, la création et la mise au point de paradigmes et éléments/briques technologiques, de méthodes et d'outils innovants pour la conception et l'intégration de systèmes logiciel et matériel, l'invention et la finalisation de nouvelles architectures matérielles et logicielles, les systèmes embarqués, la qualité de ces systèmes numériques, la sécurité surtout tant au niveau des parties matérielles que de l'information traitée et stockée (intégrité, confidentialité...), la sûreté de fonctionnement, la facilité d'utilisation via la prise en compte des facteurs humains en amont (exigences) et en aval (utilisabilité) ainsi que la performance via tout type d'optimisation comme l'économie d'énergie.

### Mots clés

Sécurité informatique & électronique, confiance numérique, informatique & électronique embarquées, systèmes d'information, génie logiciel, évolutivité-adaptabilité-composabilité matérielles/logicielles, ingénierie dirigée par les modèles, sûreté de fonctionnement, vérification et validation, test, contrôle/commande, composants, architectures, microsystemes, économie d'énergie.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :** INS 1<sup>ère</sup> édition
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Aucun Equipex sur les thèmes du programme INS. Un Labex, MS2T: Maîtrise des Systèmes de Systèmes Technologiques. Les propositions d'IRT SYSTEMX (principalement) et B-COM (modérément), actuellement en négociation, devraient constituer à terme des sources de projets déposés au programme INS.



L'axe 1 sur la sécurité a un lien avec les « Investissements d'avenir » notamment les appels 2011 du « Fonds national pour la Société Numérique » (FSN) : « sécurité et résilience des réseaux » (2 appels en 2011). Ces appels attendent des projets d'envergure par leur coût global et leur couverture en termes d'**acteurs clefs** sur un sujet. Ils sont orientés **solutions** et **intégratifs**. En ce sens, ils ont une facette **innovation marquée en regard du marché et de la concurrence**. INS se place en amont des recherches financées par le FNS. Il est un support approprié pour imaginer, concevoir, développer et mettre au point des éléments dont le **périmètre scientifico-technique est plus circonscrit** pour, si besoin, alimenter des projets FSN. Il en est de même pour l'axe 2 lié à « briques génériques du logiciel embarqué » (2 appels en 2011).

## 1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

### Objectifs et finalités

Ce programme est centré sur l'ingénierie (méthodes de conception et d'intégration, élaboration de technologies, outils supports...) :

- des systèmes numériques complexes basés sur des briques élémentaires ou non (sur étagère ou non) comme les composants/architectures matériels et logiciels (dont les services logiciels),
- des produits/services comme les microcontrôleurs, les systèmes d'exploitation, les machines virtuelles, les interfaces et bibliothèques de programmation,
- et de manière plus générale les dispositifs intégrés, complexes et intelligents permettant l'accès pour les utilisateurs au monde numérique.

La sécurité concerne la conception de systèmes numériques de haute confiance, leur implantation et leur contrôle : anticipation des risques et des vulnérabilités (cryptologie, modèles et politiques de sécurité...), résistance aux intrusions (attaques invasives, laser, virologie... leur détection, la recherche de leur innocuité), palliation de failles électromagnétiques, acoustiques... La prolifération incontrôlée de systèmes numériques connectés fait aussi appel à des notions comme la sécurité-par-construction ou encore l'autoprotection privilégiant le respect de la vie privée en particulier.

L'objectif et la finalité sont aussi de considérer la sûreté de fonctionnement au sens large (gestion d'anomalies/erreurs/pannes liées aux facteurs humains ou système), cela en complément du programme « Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique » qui focalise sur la communication, les réseaux.

Parallèlement, le programme vise toutes les facettes de l'ingénierie (concepts, procédés, processus...) 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, les dispositifs matériels/logiciels intégrés aux machines/robots, les composants (MRAM, FPGA, processeurs) et architectures (SoC, NoC...), les systèmes embarqués ainsi que toute l'ingénierie logicielle (paradigmes de calcul, méthodes et outils de développement), environnements intégrés de production de logiciel, la vérification/validation incluant le test, la fiabilisation, la qualité de service (performance,



efficacité énergétique, aptitude au passage à l'échelle, à 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 « objets » numériques à forte valeur ajoutée ; ces derniers intègrent les produits et services de grande consommation ; les systèmes critiques (*p.ex.*, avions, satellites) ou non jusqu'aux grandes échelles (*p.ex.*, réseaux de gestion intelligente de l'énergie) ;
- conforter et développer des compétences nationales sur ces sujets à enjeux de souveraineté (sécurité informatique) et de « bien être » de l'individu et du citoyen (protection de la vie privée) ;
- développer et soutenir fortement les PME génératrices d'emploi ;
- soutenir et conforter l'industrie nationale des systèmes numériques dont les systèmes embarqués pour lesquels la position française dans le marché mondial est reconnue (aéronautique, spatial, automobile, ferroviaire mais aussi carte à puce, robotique, productique...) ;
- diffuser ces technologies dans des secteurs prioritaires (développement durable...), stratégiques (énergie, protection des infrastructures...) et générateurs d'emplois (production de logiciels/matériels à forte valeur ajoutée) avec des usages sources de progrès et de renouvellement des pratiques (en santé par exemple) ou 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 (poids des réseaux sociaux, ouverture versus contrôle...) ;
- Amélioration de la compétitivité des industries de l'électronique, du logiciel et des services ; prise de parts de marché sur les technologies sources de hauts revenus et de rentabilité ;
- Maintien du leadership français en matière de spatial, aéronautique, ferroviaire, automobile (solutions numériques embarquées avec un focus marqué sur la sécurité des systèmes embarqués).

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 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 facilitant la vie au quotidien ou à usage directement professionnel. Ainsi, la part des systèmes embarqués est en forte croissance considérant en particulier la multiplication des systèmes matériels et logiciels qui inondent la vie : électronique et informatique dans les moyens de transport, moyens de surveillance, téléphonie, divertissement... La fabrication de ces systèmes (ainsi que leurs composants plus ou moins élémentaires) et leur qualité de service dépendent fortement de nouveaux

paradigmes, technologies, plates-formes et outils de traitement et communication de l'information dont l'Internet devient le canal universel. L'engouement pour des objets et systèmes de plus en plus intelligents ne peut être stoppé d'où l'intérêt d'une recherche qui permet de protéger le consommateur d'effets déviants comme la violation de la vie privée par exemple, la dangerosité (pannes) ou encore la pollution (systèmes de production/transport peu ou mal gérés pouvant bénéficier de solutions numériques de contrôle/commande).

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

Les TIC entrent de façon de plus en plus importante voire critique dans presque tous les secteurs économiques (agroalimentaire par exemple) et sociaux (e-administration par exemple). En santé, on ne peut plus imaginer un appareil médical 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, à l'avance par rapport à l'évolution des normes**

Pour l'industrie des TIC, la maîtrise des technologies noyau comme les standards matériels (*i.e.*, puces sécurisées) et logiciels (*i.e.*, systèmes d'exploitation) est une des clés de la compétitivité. Au delà, les gisements de productivité sont liés aux développements de services numériques en soutien d'un grand nombre d'activités professionnelles notamment. 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 une grande importance et un fort impact pour les pôles traitant du logiciel et du matériel ainsi que les pôles « métier » (transport dont MOV'EO, Pégase, i-Trans...) fortement utilisateurs de systèmes numériques. Parmi les principaux concernés par INS, citons SYSTEM@TIC, Images & Réseaux, Solutions Communicantes Sécurisées, Minalogic, AEROSPACE VALLEY et Transactions Electroniques Sécurisées.

Pour le logiciel, INS s'intéresse à la production et la fourniture de logiciel propriétaire et libre (*open source* en particulier). 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).

## 2.2 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 PME particulièrement, est un point fort du programme. De nouveaux champs d'étude et de recherche avec le besoin de personnel qualifié sur ces sujets, est également une issue potentielle du programme.

Malgré la délocalisation de la production de composants : systèmes matériels et de logiciels, souvent à fonctionnalités simplifiées, 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 des individus à mobilité réduite, ayant des handicaps. Le thème « systèmes embarqués » d'INS recouvrant le contrôle/commande de dispositifs physiques (robots...), est aussi un moyen 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 matérielle et logicielle c'est-à-dire la protection des systèmes d'information (préventif et curatif), la protection de l'individu et 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 en environnements dégradés et/ou hostiles).

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

Ce programme se préoccupe également de l'impact des TIC sur l'environnement. En ce sens, il inclut des projets s'attendant à l'économie d'énergie, l'optimisation en général tant matérielle que logicielle, 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<sub>2</sub> dans le cadre de son chauffage.

- **Risques naturels et risques industriels**

Ex. : plateforme multi-agents de simulation d'évacuation d'un bâtiment objet d'un incendie.



### 3. Positionnement stratégique du programme

#### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

INS, par ses thèmes, se situe naturellement dans les thématiques françaises prioritaires pour le 7<sup>e</sup> PCRD. Cela concerne notamment les composants matériels (électronique avancée, *p.ex.*, électronique 3D), les logiciels et systèmes embarqués et la sécurité. Sont mis avant l'interfaçage et l'intégration de briques au sein de technologies génériques applicables à de nombreux secteurs d'activités (énergie, transport...). Ces deux dernières préoccupations sont le propre d'une ingénierie de premier plan pour concevoir ces briques et mettre au point de telles technologies. **La dynamique engendrée par INS facilite donc aux acteurs français un pré-positionnement pour les appels européens.** Concernant les objectifs de l'*ICT workprogramme* pour 2012, INS a un recouvrement complet avec eux vu la nature prioritaire et critique de ces objectifs pour l'Europe et la France.

INS a aussi un positionnement marqué en regard du cluster EUREKA ITEA 2 (systèmes à composante logicielle prépondérante, <http://www.itea2.org>), EURIDIPE (systèmes intégrés intelligents, <http://www.euripides-eureka.eu>) ou encore des initiatives conjointes comme ARTEMIS (<https://www.artemis-ju.eu/>) sur les systèmes embarqués. INS dispose d'équivalents au niveau mondial dont le programme *High-Confidence Software and Systems* du NITRD (<http://www.nitrd.gov/Subcommittee/hcss.aspx>).

#### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La France dispose d'une infrastructure de recherche solide dans le domaine du numérique avec l'INRIA, le CEA ainsi que le CNRS avec la création récente de l'INS2I. L'alliance Allistène complète le paysage en relayant la SNRI. Le programme INS est un vecteur significatif de consolidation et développement de la dynamique de la recherche dans le domaine du numérique en promouvant l'intégration d'industriels dans les projets. Les enjeux technologiques relèvent surtout de l'incubation et le lancement de PME innovantes à l'issue de l'obtention de résultats proches du marché dans les projets.

- **Type de recherche**

Le programme est centré sur de la recherche industrielle (plus de la moitié des projets) avec une ouverture sur :

- des projets amont sur quelques thématiques cruciales pour préparer le futur.
- des projets de développement expérimental notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

#### **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. Un but important est d'encourager les participations de PME méconnaissant souvent l'ANR en liaison avec des grands groupes et des laboratoires académiques. Les pôles de compétitivité (SYSTEM@TIC, Images & Réseaux, Minalogic, AEROSPACE VALLEY...) sont des acteurs importants de ce programme.

- **Participation au financement du programme**

Financement seul par l'ANR.

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

Les orientations données par le comité scientifique sectoriel et le comité de pilotage sont en ligne avec le texte de la fiche 2011 : les modifications à la marge proposées sont indiquées ***\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\****. Ils concernent en particulier la prise en compte des « *bigdata* », et la synergie entre agents humains et artificiels (« homme dans le système »).

##### **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 et confiance numérique » du CSS STIC 2010.

Cet axe a donc vocation (par extension) à la prise en compte systématique de la confiance en général<sup>41</sup>, la prédictibilité des systèmes numériques, l'autonomie (systèmes auto-adaptatifs, auto-organisant, autogérant...) 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).

Cet axe a une interface avec le programme « Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale » qui traite des grands ensembles/infrastructures de sécurité dans lesquels les STIC ont un rôle contingenté dans les solutions d'ensemble proposées. L'innovation dans CSOSG réside donc plus dans l'intégration de briques STIC connues et éprouvées que dans la recherche en STIC directement. On peut citer dans CSOSG le « respect de la vie privée par conception » (*privacy-by-design*), thème faisant appel à des disciplines comme le droit, l'anthropologie (aspects morphologiques étudiés pour la biométrie)... et probablement l'électronique et l'informatique. Pour bien comprendre, un projet visant de façon centrale (verrou) des avancées en biométrie sous les angles électronique et informatique est à soumettre dans INS.

##### **Axe 2 : Méthodes, outils et technologies 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. Il s'attache aux systèmes de calcul individuels dans les objets du quotidien (dispositifs/installations industriels, instruments/systèmes de surveillance, de mesure, de commande...) et les machines (avions, voitures, robots, production...) et leurs

---

<sup>41</sup> La sûreté de fonctionnement, c'est-à-dire l'anticipation dans la conception des systèmes numériques ainsi que le contrôle des pannes, défaillances, dégradations dont une partie peut avoir des conséquences néfastes 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.

fonctionnements collaboratifs (Internet des objets). Cet axe s'intéresse aux nouveaux paradigmes de programmation pour l'embarqué, les nouvelles architectures (multi-cœurs, plusieurs cœurs...), le co-design matériel/logiciel, l'intégration et la coopération de systèmes embarqués hétérogènes via des intergiciels dédiés par exemple, le couplage entre parties logiciel/matériel d'une part et le système physique à piloter d'autre part. L'omniprésence de systèmes embarqués en plus en plus connectés engendre des failles de sécurité jusqu'à présent plutôt négligés dans ce domaine (prise de contrôle sur le système numérique d'un véhicule par exemple). La sécurité des systèmes embarqués et leurs environnements de coopération est une priorité forte de l'AAP 2012.

### **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 dynamique, 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 de créer un continuum entre données brutes (*bigdata*), non-structurées (grand corpus de textes par exemple) jusqu'aux collections distribuées de données (semi-structurées, XML...) s'impose. Un autre point clef est le contrôle de la nature diffusante des données voire changeante et/ou à modalité multiple : connaissances, documents, analyse/synthèse de données (statistiques)... Ce contrôle peut s'appuyer par exemple sur des pré et/ou post-traitements, de l'adaptation ou auto-adaptation des systèmes d'information.

Cet axe traite aussi du besoin croissant d'interdépendance entre bases de données et systèmes embarqués (bases de données embarquées, mobiles...), la sûreté de fonctionnement en contexte hautement distribué (archivage, résistance aux pannes inopinées, sauvegardes...), la conception et la mise à disposition de traitements agiles de telles données (services Web, *Software as a Service* (SaaS) et *Platform as a Service* (PaaS)), la disponibilité...

### **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 ou canevas d'applications, agents, composants, services... logiciels) à grande échelle via des usines à logiciel notamment. Cet axe a un focus 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 reconnus comme les agents, composants, services, nuages...

### **Axe 5 : Usages**

Cet axe fait référence à des usages inédits, des approches intégrées co-disciplinaires (*p.ex.*, droit et sécurité, information patient en santé et sécurité), des études d'impact



organisationnel, sociétal, éthique ; le domaine de la dynamique des systèmes d'informations par exemple (entreprise numérique). ***\*\*Le focus 2012 sur « l'homme dans le système » incite aussi à la modélisation (intégration dès la conception) de l'homme en tant que source d'attaque délibérée (sécurité) ou de dysfonctionnement (sûreté) sur les systèmes numériques. Généralisé, ce principe concerne aussi les systèmes cyber-physiques où le système numérique est vu de façon combinée à son environnement physique, ce qui implique des modélisations hybrides (discret et continu), des modèles si possible prédictifs mais écrits dans des langages pas forcément formels et bien connus proches du mode de raisonnement et d'interaction des utilisateurs.\*\****



253

**DÉVELOPPER**  
l'industrie du logiciel



## Contenus Numériques et Interactions (CONTINT)

### Résumé :

Le programme rassemble deux domaines entre lesquels il existe de multiples convergences :

- l'ensemble de la filière des contenus numériques : capture, création, production, édition, traitement, interprétation, interaction, économie et usages ; il recouvre l'ensemble des médias : audiovisuel, cinéma, animation, jeux, web, presse, etc., mais aussi les contenus scientifiques, les données sur le web, les contenus personnels, etc.
- la partie du domaine de la robotique qui se rapporte aux questions de perception et de cognition par des robots (terrestres, humanoïdes, volants,...), placée dans le cadre général des interactions entre les systèmes artificiels et le monde physique.

À leur intersection, les notions de représentation sémantique et de montée en abstraction des données vers les connaissances deviennent essentielles. La complexité, l'hétérogénéité, la multiplicité des échelles d'intérêt, le caractère dynamique des contenus nécessitent la mobilisation de méthodes et d'outils issus de la recherche en intelligence artificielle comme les représentations sémantiques, le raisonnement et l'apprentissage automatique.

Enfin, il prend en compte la protection des données personnelles et de la vie privée.

### Mots clés :

Nouvelles dimensions créatives ; contenus dynamiques ; chaînes collaboratives d'édition ; diffusion / distribution ; archivage, indexation, fouille de contenus ; enrichissement, sémantique et raisonnement ; agrégation de contenus et de connaissances ; nouveaux services et personnalisation ; Interaction homme-système ; perception, cognition, conscience, planification, autonomie ; collaboration hommes-robots et robots-environnement ; usages, modèles économiques ; mémoire collective, gestion de l'identité numérique, protection de la vie privée ; sécurité et confiance pour les échanges de contenus ; accessibilité.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**  
5<sup>e</sup> édition de ce programme lancé en 2008. La programmation 2011-2013 étant dans la continuité de 2008-2010, la même logique est poursuivie avec des ajustements à la marge.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**  
Equipex : la plate-forme robotique Robotex va créer des opportunités de propositions de projets. Pas de Labex sur le thème du programme.



L'IRT B-COM, en négociation, représente un potentiel de nouveaux projets. 60 propositions soumises à l'appel FSN sur la numérisation et la valorisation des contenus, avec un niveau de recherche et des exigences de présence industrielle très différentes, sans conséquence sur la soumission au programme CONTINT 2011.

## **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.
- 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.
- Encourager les recherches sur des volets non techniques qu'il s'agisse d'études sur les usages, les facteurs humains, les enjeux juridiques ou les modèles économiques et les chaînes de valeur.

### **Résultats attendus**

Ce programme vise :

- A développer des connaissances et à favoriser leur transfert entre le monde de la recherche et celui de l'industrie (notamment les PME) mais aussi en développant des synergies entre des secteurs actuellement distants (robotique et multimédia) ;
- A créer des masses critiques autour de sujets clés ;
- A prendre en compte les conséquences du progrès technique qu'il s'agisse du déploiement de services (où il y a la plus forte création de valeur) ou 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 enjeux vis-à-vis des producteurs**

Les secteurs concernés recouvrent des enjeux économiques importants, compte tenu de la taille des marchés auxquels ils correspondent : 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 qui nécessitent 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 PME (nombreuses dans le secteur) dont on peut espérer en voir un certain nombre grossir mais aussi des grandes entreprises.



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

On attend du déploiement des technologies de l'information dans ces secteurs un certain nombre d'effets positifs : l'accès aux loisirs (cinéma, jeu,...), l'accès à l'information et à la culture, des modes d'interactions plus efficaces : services, éducation, assistance à domicile (robotique, services).

Les enjeux en 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 est devenue de plus en plus stratégique.

- **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.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Les appels ANR visent :

- à structurer les communautés au niveau national en leur permettant de travailler ensemble,
- à 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.

Le programme Economie Numérique des Investissements d'avenir comporte une part importante consacrée à des sujets proches de CONTINT, notamment le volet recherche de l'appel à projets « Technologies de numérisation et de valorisation des contenus culturels, scientifiques et éducatifs ». Cependant, même si les acteurs sont souvent les mêmes (grandes entreprises et PME des secteurs des contenus et du multimédia, laboratoires et organismes), les niveaux de recherche (innovation plus que recherche fondamentale ou industrielle) et les modalités (retour financier pour l'état) sont différents. Nous n'avons pas constaté jusqu'à présent de baisse de la demande sur nos appels à projets « historiques » en raison de la supposée compétition avec les appels Economie Numérique.

On peut noter l'existence d'appels européens correspondant aux thématiques développées dans ce programme. Pour l'année 2012, dans les calls ICT-8 et ICT9, les thématiques suivantes seront ouvertes : « cognitive systems and robotics » (proche axe 3 de CONTINT) ; « Digital Preservation » (proche axes 1 et 2) ; « Intelligent Information Management » (proche axe 3). Il y a complémentarité naturelle entre les actions de l'ANR et celles de la Commission.

### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

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 modes de production, 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 et soulèvent des enjeux sociétaux importants en particulier en ce qui concerne le respect de la vie privée.

L'éducation, l'enseignement, tout comme la formation en entreprise et la diffusion de la culture scientifique vivent un véritable bouleversement dû à l'introduction de plus en plus massive des STIC. Le secteur de la culture est aussi fortement concerné, par exemple avec la numérisation du patrimoine. La création industrielle de nouveaux produits numériques, comme les nouveaux formats de création industrielle fondés sur les outils numériques, la création artistique numérique, la diffusion dématérialisée sont également des domaines actifs de la recherche sur les contenus.

- **Type de recherche**

Le programme est centré sur de la recherche industrielle (plus de la moitié des projets) avec une ouverture sur :

- des projets amont sur quelques thématiques cruciales pour préparer le futur.
- des projets de développement expérimental notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

#### **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.

- **Participation au financement du programme**

La DGA peut participer à un appel à projets sous la forme de défis, en fournissant la logistique de mise en compétition des équipes sélectionnées.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

L'appel à projets « CONTINT 2011 » ayant été publié peu avant la production de la fiche programme 2012, les orientations données par le comité scientifique sectoriel et le comité de



pilotage sont en ligne avec le texte de l'AAP 2011, qui est reproduit ici : les modifications à la marge proposées sont indiquées ***\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\****. Ils concernent en particulier la prise en compte des « bigdata », la synergie entre agents humains et artificiels, et la volonté d'utiliser la biologie comme source d'inspiration notamment en robotique.

### **Axe 1 : Chaînes de production, d'édition et de diffusion des contenus**

Cet axe thématique concerne toutes les étapes de création, production, capture, édition et de diffusion de contenus numériques. Ceci est à considérer à la fois en termes de définition de nouveaux types et formats de contenus, de formats et qualités variables (par exemple pour l'audiovisuel : vidéo 2k ou 4k, relief, spatialisation sonore...), pouvant donner lieu à des travaux de normalisation / standardisation.

Il convient de concevoir les solutions technologiques adaptées aux nouvelles dimensions créatives pour les phases amont des chaînes de production, ainsi qu'aux nouveaux moyens de consommation des contenus en termes de mobilité, d'interactivité, de coopération et partage. Ces solutions doivent également prendre en compte les questions structurantes (en particulier la protection des données personnelles, la gestion des droits de propriété numérique, etc.) et les questions techniques pertinentes (par exemple la sécurité, l'archivage, la pérennité ou l'obsolescence, etc.).

#### *Nouvelles dimensions créatives*

On s'intéresse ici aux nouveaux formats de contenu (relief, très haute définition ...) qui permettent d'atteindre des niveaux élevés de qualité audiovisuelle et d'immersion, ceci dans un contexte d'effacement de la frontière entre production et post-production.

#### *Contenus dynamiques*

Les techniques créatives bénéficient d'avancées dans les domaines du jeu, de l'animation, de la modélisation physique, de l'intelligence artificielle et des effets spéciaux.

#### *Chaînes collaboratives d'édition*

La mise en œuvre de cadres de conception collaboratifs prend de plus en plus d'importance dans les contextes de création, d'édition et de diffusion de contenus, tout en assurant la sécurité globale de la chaîne de production.

#### *Diffusion / distribution*

La distribution des contenus est aujourd'hui affectée par trois évolutions majeures : la consommation à la demande, la consommation multi-terminaux et multi-réseaux, les services de contenus cross-média. Dans ce contexte, le développement des offres nécessite la résolution d'un ensemble de problématiques : optimisation de la chaîne de distribution pour une consommation massive de contenus à la demande, adaptation des contenus aux réseaux et terminaux cibles, gestion des droits numériques pour permettre la lecture de contenus protégés depuis différents terminaux et à travers différents réseaux, ainsi que l'agrégation et l'enrichissement des contenus.

### **Axe 2 : Des contenus aux connaissances**

Cet axe thématique traite des problématiques d'agrégation de contenus et de connaissances, d'annotation, d'indexation et d'archivage intelligent des contenus, de fouille de contenus et d'extraction, modélisation et mise en œuvre de connaissances, jusqu'à la création de



nouveaux services à partir de contenus et de connaissances. Ces processus impliquent notamment la mise en œuvre de méthodes et outils issus de la recherche en traitement de données multimédia et en intelligence artificielle (apprentissage, représentations sémantiques, inférences, ...). Ils peuvent également bénéficier des mécanismes des applications web 2.0 et des réseaux sociaux.

#### *Archivage, indexation, fouille de contenus*

On s'intéresse aux grandes masses d'informations complexes, hétérogènes ou multimodales pour lesquels il est nécessaire d'opérer des sauts technologiques sur l'indexation, le stockage, ainsi que sur l'extraction et la fouille, pour ces derniers notamment grâce aux techniques d'apprentissage automatique. ***\*\*En 2012 on visera en particulier les très grands contenus qui posent des problèmes spécifiques de passage à l'échelle sur toutes ces dimensions. \*\****

Mots-clés : archivage, indexation automatique, extraction automatique d'information, traitement de grands volumes de contenus, ***\*\*«bigdata »\*\**** .

#### *Enrichissement, sémantique et raisonnement*

L'exploitation automatique par des machines, une exploitation facilitée pour les humains, nécessitent l'enrichissement des contenus et ce, principalement en mobilisant les technologies du web sémantique ou de l'intelligence artificielle.

#### *Agrégation de contenus et de connaissances*

Il faut s'appliquer à fournir des solutions pour l'agrégation de contenus hétérogènes et de connaissances à partir de sources diverses et de formats variés. Ces agrégations pourront se faire en temps réel ou différé, ainsi que dans le cadre de réseaux sociaux.

#### *Nouveaux services et personnalisation*

Au-dessus des enrichissements de contenus et de la découverte dynamique de connaissances, il est possible de créer des outils intelligents de navigation et des nouveaux services personnalisables.

### **Axe 3 : Interaction homme-système**

L'axe thématique 3 concerne principalement les travaux sur les méthodes et outils interfaçant ou fusionnant les mondes réels, virtuels et l'opérateur humain. Il traite ainsi d'interfaces homme-machine, d'agents artificiels animés (seuls ou en collectivité), d'ergonomie sensorielle et cognitive, de systèmes d'exploration de contenus complexes et hétérogènes, de rendu multi sensoriel (haptique, visuel, auditif, ...), de dialogue naturel.

Les thématiques de la réalité virtuelle et augmentée, de la virtualité augmentée, des systèmes immersifs et coopératifs, des interactions au moyen d'objets tangibles, d'interfaces tactiles, sonores, vocales, de vision intelligente, sont également au cœur de la problématique traitée dans cet axe.

Les interactions peuvent être aussi bien en situation fixe (poste de travail, systèmes immersifs, théâtre ou salle de concert ...) que mobile notamment au moyen de smartphones, de tablettes connectées ou d'autres dispositifs nomades.

***\*\*Une priorité 2012 portera sur la meilleure prise en compte de l'humain au cœur du système, dans une relation vue comme synergétique, contribuant à une meilleure performance globale du système « agents artificiels – agents humains ».\*\****

#### **Axe 4 : Robotique et interaction avec le monde physique**

Cet axe s'intéresse aux situations d'interaction entre systèmes artificiels et leur environnement physique, qui peut également comprendre des opérateurs humains. On se place du point de vue du système artificiel, en cherchant à le doter de mécanismes de perception, de cognition, de collaboration et d'action lui permettant d'opérer de manière optimale dans un environnement complexe qui peut être aussi bien dans les situations de la vie courante que dans l'entreprise ou l'atelier de production.

Des projets réalisant des adaptations sur des matériels particuliers (par exemple dans le cadre d'études sur la proprioception, l'asservissement visuel ou encore sur l'embarquabilité de fonctions décisionnelles) sont également admis, tant qu'ils se focalisent sur les aspects perception, cognition ou interaction.

##### *Perception, cognition, conscience, planification, autonomie*

On vise à doter les systèmes artificiels de capacités à s'interfacer avec le monde physique, de percevoir ses caractéristiques, par exemple en se localisant dans l'espace, et sa dynamique ; puis de conduire des raisonnements (ou des formes de raisonnement intelligent) sur cette perception de l'environnement afin de déterminer des plans ou actions à entreprendre pour atteindre un objectif donné. Pour cela, il est envisageable de doter les systèmes d'une sorte de conscience artificielle leur permettant d'agir de façon autonome. Il peut également être opportun de doter ces systèmes artificiels de capacités à extérioriser leur état interne au moyen d'interfaces exprimant par exemple des émotions.

##### *Collaboration hommes-robots et robots-environnement*

Parmi les systèmes artificiels visés, il y a notamment les robots considérés individuellement, collectivement, ou dans leurs relations avec les opérateurs humains. Dans ce cadre spécifique, les techniques de vision artificielle, de reconstruction d'environnement, de planification et d'apprentissage automatique seront particulièrement utiles, ainsi que les paradigmes de la robotique coopérative et de la coopération homme-robot.

##### **\*\*Robotique bio-inspirée**

**Déjà présente de manière implicite dans les programmes des années antérieures, la bio-inspiration est un axe de recherche particulièrement important en robotique. Elle fera l'objet d'une attention particulière dans la programmation 2012.\*\***

#### **Axe 5 : Usages et utilisations**

Ce thème transverse est consacré aux utilisations des recherches sur les contenus et l'interaction sur un plan économique et sociétal, en particulier dans les domaines identifiés prioritairement dans la programmation ANR 2011-2013 : éducation, création, santé, handicap, services aux citoyens, habitat, systèmes d'information d'entreprises et de collectivités.

La convergence numérique bouleverse l'ensemble de la chaîne des contenus : accroissement continu des volumes, diversification des modes d'accès, explosion des services, remise en question des droits numériques. Le numérique fait évoluer très fortement les données économiques de la production, de l'édition, de la diffusion des contenus. Il questionne les problématiques d'auteurs et de leurs droits. Le rôle croissant du numérique dans les modes d'accès génère des traces d'usages multiples, soulevant de nombreuses questions de gestion et de protection des données personnelles.



La maîtrise de ces évolutions ne peut être envisagée sous le seul éclairage des technologies et de leur progrès. Des recherches spécifiques doivent y être consacrées, s'appuyant sur des compétences en sociologie, en économie, en marketing, en gestion, en droit et en éthique.

#### *Utilisations et usages, modèles économiques*

Il s'agit de développer les thèmes des quatre premiers axes avec comme cible la résolution de défis économiques et sociétaux. On pourra aborder les questions d'usage et de pénétration des technologies dans la société, en complément du programme ANR « Sociétés Innovantes » qui traite plus largement ce sujet pour l'ensemble des domaines de recherche.

#### *Mémoire collective, gestion de l'identité numérique, protection de la vie privée*

Il est important d'aborder les problèmes économiques, juridiques, d'ergonomie et d'usage, liés à la traçabilité, à l'authentification, à l'identité numérique et à l'intégrité des contenus et des auteurs. Des recherches doivent également être conduites sur l'organisation, la protection et la préservation des espaces de données personnelles et collectives.

#### *Sécurité et confiance pour l'accès, et les échanges de contenus*

Ce thème regroupe les aspects techniques de la traçabilité et de l'intégrité des contenus, de l'authentification des utilisateurs et des producteurs, de la gestion des droits d'accès, des modalités de paiement, du contrôle des traces d'usages, tous aspects essentiels pour assurer la confiance de l'ensemble des acteurs et la viabilité des chaînes de valeur.

#### *Accessibilité*

La simplicité d'accès aux systèmes complexes apparaît comme une condition sine qua non de leur développement. Face à la complexification de l'environnement technologique quotidien, nous devons faciliter l'assistance rapide, le contrôle des systèmes à comportements autonomes, les méthodes d'apprentissage et d'acculturation.

Des travaux doivent donc être menés, avec pour but de rendre plus intuitives les interfaces utilisateurs pour tous les publics, et par conséquent de maximiser les chances de réussite et de durabilité des technologies. Ils porteront sur l'analyse de l'expérience, la mise au point de critères efficaces et partageables d'évaluation, l'amélioration des conditions d'utilisation : aspects pratiques, sécurité, confort, design, etc.



## 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 décision possibles.

### Mots clés :

- modélisation, simulation, systèmes complexes, multi-échelle, multi-physique, gestion des incertitudes
- calcul intensif
- aide à la conception, aide à la décision, aide au pilotage, optimisation, validation, garantie de fonctionnement, conception pilotée par les modèles, PLM
- masse de données, BigData, grande échelle, représentation, stockage, apprentissage, fouille de données.
- visualisation, interaction, immersion dans les données de simulation, pilotage ou couplage de simulation, réalité virtuelle ou augmentée

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013



- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :  
Modèles Numériques est la suite du programme « Conception et Simulation » (COSINUS) de la période 2008-2010.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** :
  - Equipex : la plate-forme DIGISCOPE (Infrastructure pour la visualisation interactive et collaborative) va créer des opportunités de propositions de projets. Un Labex sur thème du programme : NUMEV (Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant).
  - Les appels du FSN Ville numérique se rapportent aux thématiques du programme notamment les outils de modélisation et simulation temps-réel.

## **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 scientifiques ou appliqués ;
- **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 ;
- **accompagner et encourager** l'accès et l'utilisation d'infrastructures massivement parallèles de calcul et de traitement de données en France et en Europe ;
- **créer, dynamiser, renforcer** des communautés nationales de développeurs et d'utilisateurs, autour des problématiques de modélisation.

### **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 différenciant (moteurs d'automobile de nouvelle génération, nouveaux médicaments,



nouveaux matériaux, dispositifs sûrs de stockage de CO<sub>2</sub>, avion du futur...). Parallèlement, les phénomènes naturels (météorologie, 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 diffuser (pour les PME 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<sup>42</sup> (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 *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.

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 Enjeux économiques

- **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'émergence forte et marquée du monde numérisé est un facteur différenciant 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)

---

<sup>42</sup> Cf. programme « Infrastructures du numérique ».

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.

## 2.2 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 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 joue 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 (p.ex., docking de molécules), de la santé (p.ex., 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 (diagnostics).



- **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 (climat, ...), la conception et la certification de procédés, la prédiction de comportements de produits (vieillesse, 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.

## **2.3 Enjeux écologiques et environnementaux**

MN est un programme clef pour le développement de solutions d'efficacité énergétique (aux niveaux produit et systèmes énergétiques à grande échelle) et pour la simulation de phénomènes (météo, climat, pollutions, incendies, inondations, explosions...) dont l'impact sur l'environnement est 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 crucial. 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, etc.). L'acquisition de grands pools de données sur ces écosystèmes, leur traitement et l'interprétation d'indicateurs contribuent à leur pérennité, leur utilisation raisonnée.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Ce programme par ses thèmes se situe naturellement dans les thèmes du programme ICT du 7<sup>ème</sup> PCRD ainsi que dans de nombreux autres clusters d'EUREKA. Les programmes sur les matériaux, les procédés, l'environnement, la santé, etc. 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*, notamment EESI (European Exascale Software Initiative).

Les objectifs de ce programme sont :



- de faciliter l'application de ces technologies à de nouveaux domaines métiers pour mettre en place de nouvelles filières permettant le développement de l'Exascale.
- d'améliorer le succès des partenaires français (en particulier celui des PME) et consolider leur positionnement dans le cadre des appels du FP7 ou EUREKA.
- de soutenir des actions qui n'ont pas besoin d'un cadre européen soit qu'elles soient complémentaires de projets européens soit que leur objet ne nécessite pas un déploiement européen.

- **Caractère international du programme**

MN pourra contribuer à l'initiative mondiale IESP (International Exascale Software Project) pour le codesign des nouvelles plates-formes pour l'Exascale computing.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La France dispose d'une infrastructure de recherche solide dans le domaine du numérique avec l'INRIA, l'Institut Télécom, le CEA, le CNRS (avec la création récente de l'INS2I). L'alliance Allistène complète le paysage en relayant la SNRI. Le programme MN est un vecteur significatif de consolidation et développement de la dynamique de la recherche dans le domaine de la modélisation et de la simulation, de la conception et l'optimisation, et des masses de données en promouvant l'intégration d'industriels dans les projets.

- **Type de recherche**

Ce programme vise principalement des projets de trois types :

- Recherche fondamentale : approche en rupture sur les thématiques ciblées de l'appel
- Recherche industrielle
- Développement expérimental, notamment en direction des PME

- **Type de partenariat de recherche**

On vise de l'ordre de 80 % de projets en partenariat public-privé et 20 % de projets n'impliquant que des laboratoires pour les projets de recherche fondamentale. L'objectif est d'amener les industriels à s'impliquer aussi dans les projets de recherche à plus long terme. On cherche à encourager les projets « tripodes », c'est-à-dire favorisant l'insertion de PME. Ces projets associent recherche, développement technologique et utilisateurs finaux.

Le principe de plate-forme où s'ajoutent de nombreux acteurs aux projets (utilisateurs) au-delà de la vie du projet est un point particulièrement important. Les pôles de compétitivité (SYSTEMATIC, CAP DIGITAL, ADVANCITY, TENERDIS, MEDICEM, ASTECH...) sont des acteurs potentiels de ce programme.

- **Participation au financement du programme**

Financement 100 % ANR

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Les orientations données par le comité scientifique sectoriel et le comité de pilotage sont très proches des axes 2011, qui sont reproduits ici : les modifications à la marge proposées sont indiquées ***\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\****. Ils concernent en particulier la prise en compte des « *bigdata* », une meilleure intégration de l'homme dans la boucle de simulation, et la restitution/ingénierie participative à très grand nombre d'utilisateurs à travers l'internet.

#### **Axe 1 : Modélisation et simulation des 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<sup>43</sup> 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.

***\*\*Un sous-thème particulièrement important est le développement de l'Exascale (avec une disponibilité prévue de l'Exaflop à l'horizon 2018) en encourageant des recherches orientées "co-design", mêlant compétences matérielles, logicielles, et applicatives nécessitant de nouveaux rapprochements de communautés et/ou équipes.\*\****

#### **Axe 2 : Conception et optimisation**

Cet axe thématique concerne les outils d'aide à la conception, à la décision, au contrôle et au pilotage. Il s'agit de systèmes clefs au niveau industriel (usines numériques, \*AO<sup>44</sup>), sociétal (bâtiments, villes... numériques) et environnemental (réseaux d'énergie intelligents...) pour lesquels les besoins d'innovation sont importants : les méthodes d'optimisation pour des problèmes de grande taille, des questions de vérification et de validation de modèles, des aspects d'intégration (conception/ingénierie collaborative) et interopérabilité, de l'aide au pilotage et à la décision, des problématiques d'adaptation et d'évaluation de modèles.

***\*\*Un sous-thème important concerne la saisie/conception collaborative et participative de données ou produits à travers le web avec un très grand nombre d'opérateurs.\*\****

#### **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, etc.), leur forme (signaux,

---

<sup>43</sup> Sujet traité dans le programme « Infrastructures pour la Société Numérique » comme les infrastructures réalisant la virtualisation en *cloud computing* par exemple.

<sup>44</sup> « N'importe quoi » assisté par ordinateur : CAO, CFAO, GPAO...



déstructurées, semi-structurées, etc.), leur représentation matérielle et logicielle, leur gestion à grande échelle (transport, stockage, volatilité, acuité, pérennité, etc.).

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, la gestion et le traitement de BigData, i.e. très grands volumes de données (web, smart grids, wireless sensor networks) avec notamment le stream computing (traitement en flux tendu des données) dans lequel le stockage classique est irréalisable voire non souhaitable (p.ex. caméras de vidéo-protection), les techniques innovantes de modélisation par les données, de pré et post traitement, de fouille des données, d'interprétation... provenant notamment de dispositifs ubiquitaires de collecte d'informations fixes et mobiles qui sont « enfouis » et « omniprésents » toujours en plus grand nombre dans le monde réel (assistants personnels, téléphones cellulaires, traceurs GPS, caméras de vidéo-protection, réseaux RFID, etc.).\*\**

#### **Axe 4 : Visualisation et simulation interactive**

Cet axe concerne le problème de restitution via des médias idoines (visuels en particulier) avec les problèmes d'immersion associés (cohabitation croissante des mondes réels et virtuels), mise en situation par simulation, nouvelles métaphores, nouveaux paradigmes, algorithmes, méthodes, outils... pour le rendu visuel de données de simulation, du calcul intensif, de combinatoire, d'optimisation, données en réseaux, graphes complexes. L'axe 4 est en lien avec les 3 axes précédents, il peut être vu comme une interface qui permet de contrôler l'état et l'évolution du système modélisé.

Un premier sous-thème important est la sémiologie graphique pour une représentation plus lisible des phénomènes simulés.

*\*\*Un deuxième sous-thème important est l'interaction homme-système qui va plus loin que l'interface homme-machine en étudiant et en optimisant la place de l'homme (opérateur, décideur, etc.) au cœur de la conception du système complet de simulation.\*\**

#### **Axe 5 : Application et nouveaux usages**

Cet axe permet d'aborder les diverses problématiques au sein des quatre premiers axes à partir d'usages innovants et d'applications nouvelles, par exemple le développement et l'usage de modèles énergétiques, thermiques, sismiques, climatiques, biologiques, économiques et financiers, etc., selon des granularités spatiales et temporelles adaptées.



## Long-term CHallenges in Information and Communication Sciences and Technologies (CHIST-ERA)

### Résumé :

CHIST-ERA est un ERA-NET du programme FET du 7<sup>ème</sup> 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 et technologies de l'information et de la communication.

L'ANR est le coordinateur de CHIST-ERA qui regroupe aujourd'hui 10 agences, et qui reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient nous rejoindre.

CHIST-ERA I a duré deux ans, de décembre 2009 à novembre 2011. La suite CHIST-ERA II, acceptée pour une durée de quatre ans, est prévue de décembre 2011 à novembre 2015.

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, 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.

### Mots clés :

CHIST-ERA, Long term transformative research

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2010 - 2011 (+2012 - 2015 dans le cadre CHIST-ERA II)
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : ERA-NET  
ANR : France, EPSRC : United Kingdom, MIUR : Italy, MICINN : Spain, PT-DLR : Germany, FWF : Austria, ICRST : Ireland (Not partner of CHIST-ERA II), NCBIR : Poland, SNSF : Swiss, FNRS : Belgium (associate for 2010 & 2011, full member of CHIST-ERA II), Tubitak : Turkey (associate for 2011, full member of CHIST-ERA II)



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

Les différents appels à projets de ce programme traiteront des thèmes les plus amont et pluridisciplinaires de l'ensemble des programmes STIC de l'ANR. Les projets seront menés en collaboration avec des équipes européennes.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

CHIST-ERA est un ERA-NET du programme FET du 7<sup>ème</sup> 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 10 agences, et qui reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient nous rejoindre comme FNRS (2010) et Tubitak (2011).

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.

### **Résultats attendus**

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.



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.

Pour cela, 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, 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.

L'appel 2011 (publié en septembre) traite de deux sujets :

- From Data to new knowledge,
- Green ICT, toward zero power ICT.

Un second appel à projets sera lancé fin 2012. Les thématiques ne sont pas encore pré-définies

Au cours des quatre années de l'ERA-NET CHIST-ERA II, d'autres thèmes seront choisis, notamment en examinant avec attention les ceux des « FET Flagships », grands projets ambitieux et structurants portés par l'unité Future Emerging Technologies de la DG INFSO.

### **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
- Anticipation des ruptures technologiques dans le domaine des STIC
- Création de communautés de recherche capable d'attirer les meilleurs chercheurs internationaux

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - 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, neurosciences computationnelles, « *bigdata* », systèmes bio inspirés.

## 2.2 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 relatifs au capital humain**

Développement d'équipes de recherche connectée étroitement à d'autres équipes Européennes pour former des masses critiques compétitives au niveau mondial.

- **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 est devenue de plus en plus stratégique.

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

- **Ressources naturelles**

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. C'est en particulier le cas en 2011 avec le sujet « Green ICT ».

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

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 coordonné 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.

L'image de l'ANR est forte dans ce projet et le caractère large et ouvert des technologies abordées renforce son positionnement au niveau européen. Par ailleurs, dans le cadre des futurs Flagships du programme FET, CHIST-ERA aura un rôle particulier à jouer.

- **Caractère international du programme**

Le programme vise dans les années futures et en particulier dans le cadre de CHIST-ERA II, à s'ouvrir vers tous les continents et en particulier l'Afrique. Un lot de travail spécifique est dédié à la recherche de partenariat en Europe et dans les autres continents.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Ce qui est recherché, c'est de défricher des voies de rupture pour permettre à des équipes de dimension européenne par construction de faire des percées scientifiques et technologiques, en termes de connaissances et de savoir faire, l'audace et la recherche de ruptures sont au cœur du programme.

- **Type de recherche**

Exploratoire, fondamentale, interdisciplinaire. Ce qui est recherché, ce sont des propositions dont le caractère innovant peut faire espérer des ruptures dans les domaines scientifiques qui seront sélectionnés chaque année.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat est très majoritairement du type recherche publique, avec quelques projets en partenariat public-privé. Certaines agences européennes ne financent pas de partenaires privés.

- **Participation au financement du programme**

Chaque pays membre finance ses ressortissants. Au moins trois pays présents dans chaque proposition.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Les axes de recherche sont définis chaque année sur des sujets STIC différents. L'objectif du programme étant de mettre en place des processus très rapides de détection des sujets, de sélection des thèmes de l'appel et de lancement de ces appels. L'idée est de favoriser l'émergence de sujets nouveaux et de l'accompagner par une réactivité que l'on ne retrouve pas dans les appels plus classiques.



276

**DÉVELOPPER**  
de manière responsable  
les nanotechnologies en France



## Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N)

### Résumé :

Les Nanotechnologies et les Nanosystèmes font partie des technologies génériques clés dont la maîtrise et la disponibilité conditionnent le maintien et la création d'emplois en Europe. Elles font l'objet d'investissements importants de la part de nombreux pays à travers leurs programmes de recherche et développement.

Les Nanotechnologies ont généré des attentes dans l'évolution de nombreux secteurs industriels (électronique, informatique, communication, énergie, santé et environnement) et l'émergence des domaines applicatifs nouveaux issus de l'intégration technologique. Après plus de 10 années de recherches dans ce domaine, permettant l'émergence des nouvelles connaissances et de nouvelles technologies, il est désormais important, tout en poursuivant l'effort de recherche amont, de voir émerger les retombées des nanotechnologies dans les domaines applicatifs.

Dans ce contexte, le programme P2N se focalisera plus spécialement sur (i) les aspects amont des nanotechnologies (ruptures technologiques pour de nouvelles applications), (ii) l'utilisation des nanotechnologies pour les composants et les microsystèmes intégrés et en réseau, (iii) la simulation multi-physique et multi-échelle en accompagnement du développement des matériaux et des filières technologiques, (iv) les applications des nanotechnologies dans les domaines de la santé, de l'énergie et de l'environnement et (v) la recherche intégrative. Le programme ciblera plus particulièrement les projets pluridisciplinaires et les projets partenariaux ou à fort potentiel de valorisation.

### Mots clés :

Auto-assemblage et auto-organisation, nano-adressage, nano-fabrication, nano-structuration, chimie en milieux confinés, nano-caractérisation, nano-composants, ingénierie quantique, nanoélectronique, nano-photonique, nano-biotechnologies, micro et nano-systèmes, intégration, interfaces, instrumentation, simulation multi-physique et multi-échelle, impact sociétal.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** programme ouvert à l'international.



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Dans le cadre des Investissements d'avenir, parmi les **Labex**<sup>45</sup>, 9 émergent en partie ou en totalité au domaine des Nanosciences et des Nanotechnologies : CSC (Chimie de Systèmes Complexes), ENS-ICFP (Physique fondamentale), IPGG (Microfluidique), LANEF (Nanosciences - Energies du Futur), MiChem, (Chimie Intégrée Multi-Echelle), MINOS (Miniaturisation des dispositifs innovants de la nanoélectronique), Nano-Saclay (Ingénierie quantique, santé, énergie), NEXT (Nanomatériaux, Mesures Extrêmes, Théorie), SEAM (Matériaux avancés dispositifs). De même, les **EquipEx**<sup>46</sup>, suivants relèvent également pour tout ou partie du Champ des Nanosciences et des Nanotechnologies : ELORPrintTec (électronique organique imprimée), FDSOI11 (fabrication de composants), IMPACT (nanocaractérisation des procédés technologiques), IPGG (microfluidique), LaSUP (aimants supraconducteurs), MIMETIS (microscopie électronique), NanoID, (caractérisation pour la nanotoxicologie) TEMPOS (fabrication et caractérisation des matériaux), UNION (caractérisation photonique et optique de nanostructures). Ces projets sont complémentaires du programme P2N qui pourra alimenter en projets de recherche les Labex et contribuer à l'utilisation des équipements en complément des plateformes existantes.

Dans le cadre de l'appel à projets « **Nanobiotechnologies** », 6 projets ont été sélectionnés en mai 2011. 3 concernent plus particulièrement le diagnostic et 3 autres la thérapie ciblée<sup>47</sup>. Ils complètent la programmation effectuée dans le programme P2N et en prolongent l'impact en permettant l'intégration des nanotechnologies dans des systèmes et en favorisant le transfert des nanotechnologies vers des applications.

Les 2 **Instituts de Recherche Technologique**<sup>48</sup> - IRT Nano (Nanoélectronique, Grenoble) - et - IRT AESE (Aéronautique, Espace, Systèmes embarqués, Toulouse) comportant en tout ou en partie des développements dans le domaine des « Nanotechnologies » confortent les priorités choisies pour le programme P2N.

Enfin, le programme **Nanoélectronique** lancé dans le cadre du Développement de l'Economie Numérique concerne des activités de R&D et les installations pilotes associées. Il s'agit d'un programme préindustriel beaucoup plus aval que P2N avec une implication majoritairement industrielle. De plus, seuls des projets de recherche industrielle ou de développement expérimental peuvent être soumis.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le programme P2N a pour objectif stratégique de renforcer l'excellence nationale dans le domaine de la micro et nano-ingénierie des technologies de base jusqu'aux systèmes et de

---

<sup>45</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55551/investissements-avenir-projets-labex-par-region-domaine.html#labex-domaine>

<sup>46</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid56489/localisation-des-projets-investissements-d-avenir-equipements-d-excellence.html>

<sup>47</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid56244/les-laureats-des-appels-a-projets-nano-biotechnologies-et-bio-informatique.html>

<sup>48</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid56017/reindustrialiser-notre-pays-par-la-recherche-et-l-innovation.html>

permettre le transfert des connaissances scientifiques et technologiques vers l'innovation. Il s'agit en particulier de donner la possibilité aux entreprises françaises d'exploiter les extraordinaires potentialités offertes par le secteur des nanotechnologies. Sur le plan scientifique, le programme P2N se propose d'exploiter les propriétés et effets apparaissant aux dimensions nanométriques dans des architectures avancées de microsystèmes ou d'ensembles de microsystèmes intégrant diverses fonctions telles que du traitement de l'information, une interface de communication, des capteurs, des transducteurs, etc... Il comprend en particulier :

- Le développement de nouveaux procédés et de nouvelles technologies et leur caractérisation,
- L'émergence de nouvelles fonctionnalités basées sur l'exploitation des propriétés quantiques de la matière (telles que l'intrication ou la maîtrise de cohérence) et le développement de la chimie en milieux confinés,
- Le développement de la nanosimulation multi-échelle et multi-physique,
- Les nanocomposants et micro-nano-systèmes pour l'électronique au sens large,
- 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,
- La prise en compte les enjeux sociétaux associés au développement des nanosystèmes,
- Le soutien à la recherche intégrative.

### **Résultats attendus**

En 2011 a été effectué le bilan des éditions 2005 à 2007 du programme PNANO avec une production scientifique excellente.

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.

On observe également une diffusion des nanotechnologies 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**

Les nanotechnologies sont perçues comme des technologies 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 pouvoir irriguer les domaines où on espère le renforcement de la compétitivité 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. Les domaines des matériaux, de l'électronique et des systèmes 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 nanotechnologies sont également perçues comme une opportunité pour faire face aux problématiques qui apparaissent actuellement dans les sociétés dans un contexte général principalement caractérisé par :

- La question des économies de ressources et le défi de la production d'énergie bas carbone, dans un contexte de prise en compte de la préoccupation environnementale.
- Le nécessaire développement responsable, sûr, maîtrisé et partagé des technologies de la recherche aux acteurs industriels.
- La poursuite prévisible du modèle de croissance basé sur l'innovation avec une montée de l'intégration technologique dans un objectif de convertir la science en croissance.
- Les besoins grandissants en santé et le vieillissement de la population.
- La mutation voulue de l'industrie française (cf. états généraux de l'industrie) mettant l'accent sur une croissance basée sur les PME et TPE sans pour autant oublier le rôle important de locomotive et d'animateurs d'écosystèmes que jouent les grands groupes.

On s'attend 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 dans les PME ou les grands groupes industriels. Le programme doit aussi contribuer à identifier les secteurs où ses retombées auront un fort impact et favoriser 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.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 Enjeux économiques**

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

Les analystes prévoient des marchés considérables associés aux nanotechnologies. Elles vont en effet permettre d'augmenter valeur d'un produit en lui ajoutant des fonctions nouvelles (calcul, capteur, actionneur, communication...) par intégration et de réaliser des fonctions miniaturisées plus performantes, moins coûteuses et moins consommatrices d'énergie en raison du meilleur rendement 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**

Dans ce domaine, 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, à l'avance par rapport à l'évolution des normes**

En tant que technologies génériques clés situées à un niveau intermédiaire entre les matières premières et les applications, il est indispensable de maîtriser les nanotechnologies pour rester compétitif au niveau mondial dans les applications qui en sont issues.



Les nanotechnologies constituent à la fois un marché en elles-mêmes mais sont aussi des produits intermédiaires nécessaires à de nombreuses autres industries. Elles sont donc un enjeu stratégique de compétitivité.

- **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. Maintenir un équilibre des productions dans les 3 zones représente un enjeu essentiel pour le maintien de l'Europe dans la compétition entre grandes régions industrialisées. Deux secteurs sont principalement concernés (i) la nanoélectronique, où l'Europe et la France doivent garder de fortes capacités de R&D dans le domaine et le plus d'unités de production possible et (ii) le domaine des systèmes embarqués (en particulier pour l'aérospatial) où l'Europe et la France doivent bénéficier des innovations apportées par les nouveaux effets à l'échelle nanométrique et des possibilités d'intégration au niveau système et système de systèmes.

Certains produits pourront être développés par des PME à haute technicité beaucoup moins sensibles à la fuite vers des régions où le coût du travail est plus faible.

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Ce programme est à la fois académique et partenarial mais doit conduire à augmenter les innovations et l'efficacité du transfert des connaissances et des technologies dans le domaine des nanosystèmes. Que ce soit directement sous forme de produits ou par dissémination des nanotechnologies dans les systèmes, cela se traduira par des créations d'entreprises innovantes et la consolidation des entreprises existantes.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Par leurs aspects pluridisciplinaires très marqués à la fois au niveau modélisation, de la simulation, de la fabrication et de la caractérisation, les nanotechnologies sont un domaine particulièrement prometteur pour l'évolution des compétences des personnes impliquées dans ce programme.

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

Trois domaines applicatifs majeurs sont concernés à savoir : la santé, l'énergie et l'environnement. Dans le domaine de la santé où les mécanismes se font à l'échelle nanométrique, les technologies auront un impact sur le diagnostic, les traitements ciblés, la théranostique, la médecine régénérative, l'assistance au geste chirurgical, l'e-santé. Dans le domaine de l'environnement, les retombées attendues concernent l'étude de la pollution atmosphérique en tirant parti des technologies d'analyse et le développement d'écotechnologies. Enfin dans le domaine de l'énergie, ce programme doit avoir un impact sur la production et la conversion d'énergie, l'amélioration du rendement énergétique des procédés et leur intégration, les économies d'énergie incluant la récupération d'énergie et enfin, le stockage de l'énergie.



- **Enjeux en termes de sécurité**

Les nanotechnologies ont souvent un caractère dual civil et militaire et, à ce titre, ont un rôle à jouer dans les applications défense comme dans les applications civiles. De plus, en permettant l'accélération des processus de détection et d'analyse, elles permettront une meilleure réactivité en cas de crise (sanitaire, environnementale...).

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

L'impact potentiel des nanotechnologies sur les évolutions culturelles et comportementales devra être traité dans les projets soumis à ce programme.

## **2.3 Enjeux écologiques et environnementaux**

Les nanotechnologies doivent concourir au développement durable par l'intermédiaire d'une gestion plus économe des ressources naturelles en utilisant de façon plus efficace les matériaux utilisés dans les composants et les systèmes miniaturisés. Elles doivent également permettre la création de nouveaux produits à cycle de vie maîtrisés, à faible consommation ou même autosuffisants en énergie, utilisant des procédés de fabrication « doux », à base de nouvelles matières premières en remplacement des matières premières raréfiées, etc... Elles permettront la fabrication de réseaux de capteurs pour le suivi de l'environnement, le contrôle des pollutions ou encore celui des procédés industriels.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Que ce soit avec les programmes Labex, Equipex, IRT, nanobiotechnologies ou Nanoélectronique, le programme P2N se positionne de façon complémentaire soit en termes de thématiques, soit en termes de typologie de projets.

Au niveau européen, le programme NMP, qui recouvre thématiquement P2N, a un champ plus large puisqu'il inclut par exemple les matériaux, les procédés, la toxicologie,... qui sont à l'ANR répartis dans des programmes différents. Par ailleurs, le programme NMP est destiné à des consortiums européens et ne peut à ce titre que compléter la programmation nationale par un renforcement mutuel, le programme national permettant 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 et combler ainsi le déficit de résultats de la France au 7<sup>ème</sup> PCRDT.

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à l'international en particulier dans le cadre de l'accord avec la NSF. Il est important de noter que cet accord suppose d'anticiper le financement des partenaires américains. D'autres possibilités d'ouverture sont également susceptibles d'être affichées.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le programme P2N est concerné par les technologies à l'échelle nanométrique où la convergence des disciplines se manifeste. Par conséquent la pluridisciplinarité des projets proposés est un élément important. Sur le plan thématique, le programme doit répondre aux principaux enjeux suivants :

- les aspects amont des nanotechnologies (ruptures technologiques pour de nouvelles applications),
- l'utilisation des nanotechnologies pour les composants et les microsystèmes intégrés et en réseau,
- la simulation multi physique et multi échelle en accompagnement du développement des matériaux et des filières technologiques,
- les applications des nanotechnologies dans les domaines de la santé, de l'énergie et de l'environnement
- la recherche intégrative.

Les projets pourront contenir un volet de dissémination permettant de favoriser la communication vis-à-vis du public ou participer à la formation des jeunes.

- **Type de recherche**

Les projets de recherche pourront être de type Recherche fondamentale, Recherche industrielle ou développement expérimental.

- **Type de partenariat de recherche**

Après plus de 10 années de recherches dans le domaine des micro-nanotechnologies, permettant l'émergence des nouvelles connaissances et de nouvelles technologies, il est désormais important, tout en poursuivant l'effort de recherche amont, de voir émerger les retombées des nanotechnologies dans les domaines applicatifs et de favoriser le transfert des technologies développées vers des applications concrètes. Par conséquent, sans être purement partenariaux public-privé, les projets devront avoir un objectif applicatif. Cela peut se traduire par la présence d'un ou de partenaires industriels, un projet de valorisation (dépôt de brevet, création de start-up...), un label de pôle de compétitivité, l'implication d'un IRT.

- **Participation au financement du programme**

Depuis 2 ans, la DGA cofinance ce programme. Dans ce cadre, la DGA participe au suivi des projets et désigne un correspondant en charge de ce suivi pour la DGA.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

De par son caractère transversal, le programme P2N vient compléter les autres appels à projets thématiques de l'ANR en ciblant plus particulièrement les projets pluridisciplinaires dans une démarche de conception et de réalisation allant des nanotechnologies aux micro-nanosystèmes et leurs applications. A cette échelle, il est également difficile de structurer les recherches en nanotechnologies en disciplines distinctes.

On peut néanmoins proposer une organisation de la stratégie mettant l'accent sur les enjeux majeurs identifiés au niveau national.

### **Axe 1 : Nanotechnologies, Nanocomposants et Micro-nanosystèmes**

Dans ce domaine, la course à la miniaturisation est une constante qui ne semble pas vouloir s'essouffler dans un futur proche car elle est dopée par l'explosion de l'internet et le besoin croissant de traitement d'information. Au niveau système, la compétition se joue sur la maîtrise de systèmes complexes et sur la capacité à combiner et intégrer plusieurs avancées technologiques pouvant venir de disciplines différentes, à différents niveaux de la chaîne d'innovation : du matériau à l'architecture du système et du logiciel embarqué jusqu'aux services. De plus, 2 moteurs de développement technologique apparaissent, à savoir les technologies de l'information « vertes » et le calcul à haute performance.

En ce qui concerne la miniaturisation, le contexte est la limite du budget de consommation énergétique et les contraintes environnementales et économiques de plus en plus fortes. On peut citer les axes prioritaires suivants :

- les technologies CMOS sub-20 nm, le choix des technologies 14 nm se faisant en 2011 : les technologies planaires basées sur les films minces comme l'Ultra Thin SOI, les technologies Fin FET, tri-gate, les technologies basées sur les nanofils, sur l'introduction de matériaux de haute mobilité type III-V. La variabilité et le scaling doivent déterminer le choix des technologies.
- les mémoires avancées, de type NVM ou DRAM. Les innovations sont attendues au niveau des matériaux, de l'architecture du point mémoire et du plan mémoire.
- l'intégration des fonctions mémoires avec les unités de traitement de l'information et l'accès par le contenu dans l'optique d'un accès rapide à l'information utile parmi une collection volumineuse de données.
- les techniques de lithographie pour les nœuds technologiques sub 20nm.
- les techniques d'interconnexions rapides et peu consommatrices faisant appel à de nouvelles architectures, de nouveaux algorithmes, mais aussi intégrant de nouveaux modes de propagation de l'information comme l'optique ou de nouveaux matériaux capables d'amener des gains en performances ou en coût.
- la conception de composants et de systèmes « ultra basse consommation » sachant tirer partie de la palette de composants logiques et de mémoires existantes ou en cours d'étude pour proposer des ruptures au niveau « design ».
- les architectures massivement parallèles et multi-cœurs afin de diminuer le temps passé dans les entrées-sorties et les étapes de pré- et post-traitements.

En ce qui concerne les recherches sur un nouveau type de commutateur remplaçant ou prolongeant le transistor MOS, les critères de fonctionnalité et de consommation doivent être pris en compte. L'accent doit être mis sur les aspects suivants :

- une plus grande importance donnée aux critères d'efficacité énergétique du commutateur électronique avec l'introduction des composants à pente sous le seuil abrupte,
- un accent particulier sur l'électronique à base de carbone, avec l'émergence du graphène en tant que matériau à haute mobilité et des nanotubes de carbone plutôt pour des applications de type capteur,



- l'émergence de nouveaux composants « non-électroniques », particulièrement à base de spin ou utilisant le concept de « commutateur atomique »,
- des technologies ayant des rôles identifiés pour des fonctions spécifiques comme la cryptographie,
- les nouvelles architectures associées à ces nouveaux commutateurs.

Dans le domaine de l'interface entre le monde digital et notre environnement analogique, plusieurs révolutions sont attendues impactant les grands secteurs économiques :

- l'apport des nanotechnologies à l'électronique de puissance, en particulier l'intégration de nouveaux matériaux et l'évolution des architectures,
- l'électronique organique, flexible, bas coût permettant de diffuser des fonctions de communication dans des supports jusqu'à présent passifs (papier, textile, bois, plastiques),
- les capteurs et réseaux de capteurs autonomes communicants à faible coût, faible consommation d'énergie, meilleure sensibilité, agilité et interopérabilité,
- l'imagerie, tirée à la fois par la diminution de la taille des pixels et par la diversification des fonctions du composant imageur,
- la photonique, au niveau détection, conversion, transmission, et intégration dans des technologies CMOS, pour son potentiel de transformation dans les secteurs des télécommunications, de l'énergie – en particulier pour les nouveaux dispositifs d'éclairage, les cellules photovoltaïques – et de la biologie,
- les matériaux, de par la modification de leurs propriétés à l'échelle nanométrique mais aussi par combinaison dans des assemblages complexes, ou encore par fonctionnalisation, et en incluant le développement des techniques de caractérisation pour comprendre leurs propriétés intrinsèques, l'incidence de leur design et de leur intégration dans des filières technologiques,
- les procédés d'assemblages technologiques : intégration hétérogène, interconnexions, packaging.

Les avancées attendues dans ces domaines doivent avoir pour objectif de déboucher sur de nouveaux composants ou sur de nouveaux systèmes basés sur l'intégration de différentes technologies clés. De plus, la maîtrise nécessaire de l'aspect environnemental induit une approche à la fois d'éco-conception (bilan énergétique et de matériaux de fabrication) et de globalité au niveau des performances fonctionnelles, de consommation, et de coût.

Pour compléter ce panorama, il est important d'identifier plus particulièrement les champs scientifiques en mutation forte qu'il convient de structurer en favorisant le regroupement d'efforts concertés et le rapprochement entre la communauté académique et les industriels.

Il s'agit d'une part de l'ingénierie quantique, basée sur l'exploitation des propriétés quantiques (principalement au sens de l'intrication et de la maîtrise de la cohérence) des électrons, spins, photons, ou phonons pour le développement de nouveaux composants, circuits et applications. Le même effort doit être consenti pour la nanophotonique, en particulier la plasmonique et les métamatériaux. D'autre part, il s'agit de la chimie en milieux confinés, dont la compréhension des mécanismes ouvre de nouvelles perspectives qu'il convient d'explorer en tant que telles.

Le programme soutiendra les projets sur les thèmes suivants :

### **Axe 2 : Nanosimulation**

L'explosion de la puissance de calcul et les avancées théoriques laissent clairement entrevoir la perspective de l'expérimentation numérique réaliste et prédictive, et d'une révolution des outils de design. Le programme soutiendra donc la nanosimulation allant de la simulation multi échelles et multi physiques au design numérique de matériaux, de leurs propriétés, et des systèmes. La validation se fera par de la nanocaractérisation ad hoc, incluant si nécessaire le développement d'une instrumentation spécifique. Le domaine de la nanosimulation inclut également les recherches intégrées et pluridisciplinaires (modélisation, schémas et bibliothèques numériques, algorithmique du parallélisme, etc.) permettant de faire passer la nanosimulation à l'échelle pétascale puis exascale. Ces recherches en simulation doivent accompagner les progrès effectués au niveau des filières technologiques de systèmes complexes incluant une adéquation sur les degrés de précision, les performances précision/temps, etc. A titre d'exemple, en microélectronique, la simulation constitue un avantage concurrentiel majeur et un réel degré d'autonomie avec le développement des entreprises « fabless » en leur donnant la capacité de « maîtriser » en interne les technologies visées.

### **Axe 3 : Nanotechnologies pour la biologie, la santé et l'agro-alimentaire**

D'une part, il s'agit ici de poursuivre la dynamique mise en place pour le développement de la nanobiologie et la nanomédecine et de faciliter la convergence des disciplines et des technologies au service de ces deux domaines. Les enjeux concernent l'apport des nanotechnologies pour les technologies médicales, le diagnostic (en particulier, à l'échelle moléculaire et multiparamétrique), les traitements utilisant la vectorisation et le ciblage, la théranostique, la médecine régénérative et l'assistance au geste chirurgical, les outils permettant la gestion décentralisée des problèmes relatifs aux maladies de longue durée et à la dépendance.

Des ruptures sont attendues au niveau de l'apport des nanotechnologies au défi de la génomique, de la protéomique et de la métabolomique en particulier sur cellules individuelles. Les nanotechnologies sont également attendues dans le domaine émergent de la biologie digitale dont l'échelle spatiale est celle de la molécule unique.

L'instrumentation pour la biologie est actuellement un point insuffisamment développé en France (et plus généralement en Europe) alors même qu'elle conditionne largement les capacités de recherche. L'apport des nanotechnologies à l'instrumentation pour la biologie est un élément complémentaire aux objectifs du programme.

D'autre part, dans une démarche de développement responsable, sûr, maîtrisé et partagé (incluant un cadre éthique et réglementaire respectant les impératifs de sécurité sanitaire et environnementale et d'information et de protection des consommateurs) et en lien avec les problématiques biologie-santé, les nanotechnologies sont attendues dans le domaine de l'agro-alimentaire (protection et vectorisation de micronutriments indispensables, emballages intelligents, revêtements nanostructurés) dans une logique de réduction de l'empreinte écologique de la filière agro-alimentaire, et d'approches de type bénéfice – risque pour améliorer la sécurité alimentaire.

#### **Axe 4 : Nanotechnologies pour l'énergie et l'environnement**

Dans un contexte d'électrification croissante des transports, de tension sur les matières premières, d'une nécessité de développer le photovoltaïque, le stockage, ou d'améliorer le rendement de la chaîne production transport, utilisation de l'énergie, les nanotechnologies sont prometteuses de contributions significatives.

Le programme se propose de soutenir les projets où les nanotechnologies apportent des solutions dans l'un des domaines suivants :

- la production, la conversion et le stockage de l'énergie (notamment l'amélioration de l'efficacité des sources d'énergies décarbonées),
- les économies d'énergie, incluant les aspects de récupération d'énergie, et l'isolation thermique par des matériaux nanostructurés (super – isolants),
- la dépollution (notamment adsorbants régénérables à grande surface spécifique et à réactivité contrôlée), la nano-filtration (notamment matériaux membranaires) et développement des systèmes de capteurs d'ambiance et pour l'environnement,
- le manufacturing vert (matières premières, contenu énergétique, cycle de vie, recyclage, rejets pendant le manufacturing).

#### **Axe 5 : Recherche intégrative**

Un axe thématique sera dédié à la recherche intégrative. Ces projets de recherche plus ambitieux visent à intégrer les nanotechnologies préexistantes dans des systèmes complexes ou l'intégration représente l'enjeu majeur du projet. Les thématiques scientifiques pourront relever des applications des nanotechnologies aux domaines des technologies de l'information et de la communication, de l'énergie ou de l'environnement. Les nanobiotechnologies seront exclues des choix thématiques et devront être soumis dans le cadre l'appel à projets dédié des Investissements d'avenir. Ne seront recevables que des projets de recherche industrielle ou de développement expérimental. Les projets devront impliquer un centre d'intégration capable de réaliser un démonstrateur de façon reproductible et devront donner lieu à la réalisation d'un démonstrateur ou à la création de propriété intellectuelle dans un délai de 3 ans maximum à compter du début du projet. Enfin, ils devront capitaliser sur les connaissances acquises antérieurement et en quantifiant de façon systématique l'avantage escompté par rapport aux approches concurrentes.

#### **Complémentarité avec les autres programmes de l'ANR**

Dans le domaine de l'analyse des risques, les projets pluridisciplinaires ou non portant l'analyse du cycle de vie, la toxicologie et la métrologie associée devront être de préférence être soumis dans le programme « Contaminants et Environnement » ou « Matériaux et Procédés ».

Les problématiques sociétales issues de l'innovation (économiques, juridiques, culturelles, etc..) associées aux nanotechnologies doivent faire l'objet de projets soumis au programme « sociétés innovantes ».

Les recherches sur les matériaux devront faire l'objet de projets soumis au programme Matériaux et Procédés. Cela inclut en particulier les procédés d'optimisation, de substitution et de récupération des métaux stratégiques issus des (nano) produits ou une seconde vie des nanomatériaux, la fabrication à l'échelle atomique et les systèmes industriels de production.



## Recherche Technologique de Base (RTB)

### 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 incluant les aspects amont des nanotechnologies, la recherche intégrative et le transfert vers l'industrie. Les centrales sont focalisées sur la nanofabrication, la nanoélectronique, la nanophotonique et les micro- et nanosystèmes incluant les dimensions de nanocaractérisation. 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 coordonné de façon stratégique à travers un programme scientifique associé au développement de filières technologiques identifiées et à une répartition des infrastructures sur l'ensemble du territoire français permettant d'identifier des activités majeures dans les différents centres. Il en assure également l'exploitation avec une volonté d'ouverture à la communauté scientifique et industrielle au niveau national et international dans des conditions garantissant une utilisation optimale des équipements. Le réseau a également pour rôle de favoriser le transfert entre recherche fondamentale et recherche industrielle et le dépôt de brevets.

### Mots clés :

Auto-assemblage et auto-organisation, nano-adressage, nano-fabrication, nano-structuration, nano-caractérisation, nano-composants, ingénierie quantique, nanoélectronique, nano-photonique, nano-biotechnologies, micro et nano-systèmes, intégration, interfaces, instrumentation.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu** : 2011 - 2012
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme est la continuation du programme RTB des années antérieures. Il est lié à P2N et au programme non thématique Nanosciences dans la mesure où ces centrales sont des acteurs majeurs de ces programmes.



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Le programme RTB se positionne de façon complémentaire avec les instruments des programmes « Investissements d'avenir ». Leur déclinaison plus détaillée se trouve au paragraphe 3.1.

## **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 à travers un programme scientifique associé au développement de filières technologiques identifiées et à une répartition des infrastructures sur l'ensemble du territoire français permettant d'identifier des activités majeures dans les différents centres ;
- de favoriser le transfert entre recherche fondamentale et recherche industrielle et le dépôt de brevets ;
- d'assurer l'ouverture de ces infrastructures à l'ensemble de la communauté scientifique dans des conditions garantissant une utilisation optimale des équipements ;
- de favoriser la mobilité des chercheurs.

Le programme contribue également au soutien à l'OMNT (Observatoire des micro-nanotechnologies)

### **Résultats attendus**

Le programme RTB est entré dans une seconde phase en 2009 à la suite d'une période de financement de 6 ans ayant permis de remettre à niveau l'infrastructure de recherche en nanotechnologies en France et de l'ouvrir à la communauté scientifique nationale. Les centrales de technologie participent aujourd'hui à elles seules à environ 150 projets ANR et 60 projets européens. Le réseau permet d'accueillir désormais près de 600 projets exogènes annuellement sur les centrales de technologie qui représentent 14 000 m<sup>2</sup> de salle blanche.

Pendant cette phase de consolidation, le réseau doit poursuivre le rôle de structuration du paysage national de la recherche en nanotechnologies, par l'identification d'activités majeures dans les différents centres du réseau en relation avec les expertises technologiques, et par l'identification de filières technologiques et la capacité à mettre en œuvre de la recherche intégrative. A cet égard, toutes les centrales ne doivent pas jouer des rôles identiques mais au contraire présenter une complémentarité permettant de couvrir un spectre de recherches partant des recherches technologiques amont jusqu'au transfert vers l'industrie. Par ailleurs, le réseau doit assurer le lien avec les laboratoires pour développer des nouvelles briques et des nouveaux concepts et assurer l'ouverture des filières technologiques parmi les plus avancées pour valider de nouveaux design (tel l'initiative Multi Project Wafer - MPW - du Leti en technologies 20nm, en photonique sur Si et en intégration 3D)



L'accès aux centrales doit être également garanti dans un esprit d'utilisation optimale des équipements. L'accès aux PME et aux start-up doit également être assuré afin de favoriser la phase préliminaire de leur développement.

En ce qui concerne les priorités thématiques, le réseau doit s'ouvrir au-delà de la nanoélectronique en particulier vers le domaine de la chimie des nanomatériaux et de la biologie de façon à favoriser la pluridisciplinarité. Cette ouverture doit être menée en prenant en compte les spécificités de ces domaines (adaptation nécessaire de l'outil, réactivité, ampleur de la production). L'accès aux outils de simulation en particulier à travers le GENCI doit être également pris en compte.

Les résultats attendus sont :

- Une infrastructure de recherche compétitive et bien coordonnée,
- Le développement de filières technologiques et de la recherche intégrative,
- Des avancées scientifiques et technologiques majeures autour des nanotechnologies,
- La disponibilité pour les équipes de recherche extérieures à ces centrales de moyens permettant de réaliser des échantillons de plus en plus complexes,
- La disponibilité pour l'industrie de moyens de R&D de niveau suffisant,
- Des accès technologiques facilités pour les start-ups et les PME.

### **Impact espéré**

L'infrastructure que ce programme permet de maintenir est nécessaire au développement des nanotechnologies qui vont irriguer de façon considérable des innovations dans de nombreux domaines applicatifs. 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, basée sur l'identification de filières technologiques,
- 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 start-ups et des PME du domaine.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1 - Enjeux économiques**

Les nanotechnologies vont permettre le développement de ces marchés à travers la réalisation de fonctions (calcul, capteur, actionneur, communication...) demandant moins de matière, moins d'énergie pour plus de complexité et tout ceci à un coût moindre. Une 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.



Pour ces enjeux, le programme RTB permet de disposer des infrastructures adaptées 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 termes 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 cette dernière plateforme étant 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, à l'avance par rapport à l'évolution des normes**

En structurant de façon stratégique les plateformes de micro-nanotechnologies 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 PME et les start-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 national 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 capacité technologique pour se maintenir dans la compétition économique et ne pas se retrouver en situation de dépendance.

## 2.2 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, que ce soient les grands groupes, les PME ou les 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 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, à la qualité des services et au 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 une meilleure gestion des ressources.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le programme aura un impact en termes 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).

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

- **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.



- **Ecosystèmes, pollutions**

Le programme contribuera d'une part, au développement de capteurs assurant un meilleur suivi des pollutions de l'environnement et 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Dans le cadre des Investissements d'avenir, parmi les EQUIPEX retenus en 2011, les suivants relèvent également pour tout ou partie du Champ des Nanosciences et des Nanotechnologies ; ELORPrintTec (électronique organique imprimée), FDSOI11 (fabrication de composants), IMPACT (nanocaractérisation des procédés technologiques), IPGG (microfluidique), LaSUP (aimants supraconducteurs), MIMETIS (microscopie électronique), NanoID, (caractérisation pour la nanotoxicologie) TEMPOS (fabrication et caractérisation des matériaux), UNION (caractérisation photonique et optique de nanostructures).

Le programme RTB complète le dispositif national en assurant la disponibilité d'un réseau de salles blanches dans le domaine des micro-nanotechnologies. L'articulation entre ces différents projets fera partie des tâches nouvelles de ce programme.

Au niveau européen, il n'existe aucun réseau à ce jour. Les dispositifs nationaux sont donc essentiels à l'existence d'une infrastructure en micro-nanotechnologies.

Au niveau européen, il existe une alliance sur l'intégration hétérogène avec les instituts Fraunhofer (Allemagne) le CSEM (Suisse) et VTT (Finlande) et une des composantes du réseau (CEA-LETI). Le réseau RTB a été impliqué dans des réseaux d'excellence européens et participe à une JTI du 7<sup>ème</sup> 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 2010 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.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **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 microsystemes complexes.

- **Type de partenariat de recherche**

Le réseau est de type académique mais est ouvert aux laboratoires académiques de la communauté scientifique et aux PME 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.

- **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.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Les thèmes de recherches qui sont développés dans le réseau sont dans la continuité des années antérieures et portent sur la nanofabrication, la nanoélectronique, la nanophotonique et les micro- et nanosystèmes incluant les dimensions de nanocaractérisation. Elles sont à même de permettre aux groupes de recherches de répondre aux programmes de l'agence concernés par les nanotechnologies et en particulier P2N. Ainsi, les équipements disponibles dans les centrales doivent être définis en relation avec les priorités des programmes thématiques. De plus, la coordination stratégique des investissements doit être associée au développement de filières technologiques identifiées et à une répartition des infrastructures sur l'ensemble du territoire français permettant d'identifier des activités majeures dans les différents centres. Les complémentarités avec les projets EQUIPEX doivent être prises en compte.

Le réseau doit également s'ouvrir au-delà de la nanoélectronique en particulier vers le domaine de la chimie des nanomatériaux et de la biologie de façon à favoriser la pluridisciplinarité. Cette ouverture doit être menée en prenant en compte les spécificités de ces domaines (adaptation nécessaire de l'outil, réactivité, ampleur de la production). Enfin, l'accès aux outils de simulation en particulier à travers le GENCI doit venir compléter le dispositif.



## ERA-NET SIINN - Sécurité et toxicologie des nanosciences et nanotechnologies

### Objectifs

Ce programme a pour objectif de promouvoir le transfert rapide et responsable des résultats des nanosciences et des nanotechnologies en stimulant la création de nouvelles industries, et en facilitant la manufacture et l'ingénierie des prochaines générations de produits à forte valeur ajoutée. Les nanotechnologies doivent être développées en considérant à la fois le bénéfice du consommateur et sa sécurité. Particulièrement au niveau européen, le développement d'une démarche d'innovation responsable est indispensable. La finalité de ce programme international est d'apporter une complémentarité d'expertises académiques et industrielles aux équipes françaises publiques et/ou privées.

### Enjeux

- Développer des instruments pour mesurer la présence des nanomatériaux fabriqués dans l'air et l'eau.
- Développer des méthodes pour tester la toxicité effective de ces nanomatériaux.
- Modéliser pour prédire l'impact potentiel des nouveaux nanomatériaux.
- Développer des systèmes robustes pour évaluer l'impact sur la santé et l'environnement pendant leur durée de vie complète.

### Partenaires internationaux

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

### Contribution prévue de la partie française

L'ANR est leader du workpackage pour gérer les appels à projets, c'est-à-dire la rédaction des procédures, la préparation des documents, la sélection, le suivi et le bilan des projets. Le CEA est impliqué dans la définition des contours des AAP.

**Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012 – 2014**



296

**LES SCIENCES HUMAINES  
ET SOCIALES**

au cœur de la démarche





## Métamorphoses des sociétés

### Sous programmes 2012 :

- « Inégalité – Inégalités »
- « Globalisation et gouvernance »
- « Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels »

### 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 analyse 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 2012, trois sous-programmes : « Inégalité - Inégalités », « Globalisation et gouvernance », « Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels ».

Il s'agit ainsi :

- D'appréhender les dynamiques de production, de structuration, de perception des inégalités dans les différents champs de la vie individuelle et collective.
- D'analyser les différentes formes de la globalisation, à travers les approches historiques et comparatives, l'étude des modes de production et de diffusion des normes, les modes de gouvernement et les processus internationaux de circulation des modes d'action publique et collective, les régulations économiques, les déterminants de la production ou de la transmission des savoirs.
- D'analyser l'émergence et l'évolution des cultures et des phénomènes culturels à travers l'étude des différenciations hommes/singes et de l'évolution des diversités humaines ; l'émergence et l'évolution de systèmes symboliques (langage et langues, écritures,..) ; la variabilité des cultures et leurs dynamiques d'évolution.

### Mots clés :

**Sous programme « Inégalité – Inégalités » :** acteurs, bien-être, capacités, croissance, croyances, cultures, différences, dynamiques interculturelles, éducation, emploi, équité, espaces, expériences, genre, générations, imaginaires, institutions, justice, mesures, modèles économiques, organisations, parcours, pauvreté, perception, politiques publiques, récit, redistribution, régimes d'inégalités, représentations, ressources, richesses, santé, territoires, travail, vulnérabilités,



**Sous programme « Globalisation et gouvernance » :** régulations ; modes d'action publique et collective ; modalités de production et de diffusion des normes ; échanges ; flux ; réglementations ; institutions ; réseaux ; marchés ; monnaies ; firmes ; acteurs non gouvernementaux ; différentes échelles spatiales ; relations internationales ; approches historiques ; production et diffusion des savoirs ; Etats ; organismes internationaux ; technologies ; représentations et perceptions ; grandes régions ; interdépendances

**Sous programme « Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels » :** différenciation hommes/primates ; émergence des comportements culturels et symboliques ; représentations et systèmes de communication ; émergence et évolution du langage et des langues ; relativité/universaux ; diversité des cultures ; aires culturelles ; institutions culturelles ; mythes, rites et religions ; systèmes de pensée, de croyances, de valeurs de savoirs ; système d'organisation des sociétés ; émergence de l'individu, construction de la conscience et de la subjectivité ; pratiques culturelles ; formes d'expression artistiques ; récit et fiction ; implantation, villes et métropolisation ; organisation des échanges

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Les jurys Labex et Equipex des Investissements d'avenir ont sélectionné respectivement 26 et 6 projets dans les domaines des sciences humaines et des sciences sociales, couvrant ainsi un grand nombre de disciplines. Aucun des projets sélectionnés ne correspond directement aux thématiques développées dans le programme « Métamorphose des sociétés ». Les appels à projets qui le composent correspondent à des problématiques fondamentales et à des questions ouvertes dans les diverses disciplines du secteur. Ils visent à une actualisation des connaissances dont peuvent bénéficier les équipes de recherche engagées dans les Investissements d'avenir.



## Introduction générale

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 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, afin de multiplier les regards et les interrogations théoriques et de favoriser la coopération entre les chercheurs.

Pour l'année 2012, trois sous-programmes sont privilégiés :

- « Inégalité - Inégalités »
- « Globalisation et gouvernance »
- « Émergences, évolutions des cultures et des phénomènes culturels »

## 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 scenarii.

#### Résultats attendus

47 projets portés par 114 équipes ont été soumis dans la première édition de l'appel à projets "Inégalité-Inégalités". Les économistes (10 projets), puis les sociologues (9 projets) se sont fortement mobilisés, mais le spectre disciplinaire des SHS est presque entièrement couvert par les réponses. Toutes les thématiques proposées dans le texte de l'appel d'offre ont suscité des réponses, mais quelques centres d'intérêts majeurs se dégagent autour de la question des régimes d'inégalités et de la redistribution, concernant essentiellement pour les pays émergents, et dans les champs de l'éducation, de l'emploi et de la santé.

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 favoriser une meilleure 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, des liens entre croissance et inégalités, des formes de redistribution, des politiques et des mesures adaptées et plus largement des 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<sup>49</sup> qui propose de nouvelles manières de mesurer les inégalités en associant le bien être et les « capacités » aux seuls indicateurs de productivité par tête.

---

<sup>49</sup> 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/dossiersdepreste/090914mesure\\_perf\\_eco\\_progres\\_social/synthese\\_fr.pdf](http://www.minefi.gouv.fr/fonds_documentaire/archives/dossiersdepreste/090914mesure_perf_eco_progres_social/synthese_fr.pdf)

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

- **Dynamiques scientifiques à l'étranger**

Les travaux de philosophie politique les plus discutés sont ceux émanant de Rawls, Dworkin, Taylor, Walzer, Sen.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques du programme**

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 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. Par ailleurs, la France dispose d'un dispositif statistique particulièrement performant dont les liens avec les milieux de recherche doivent être confortés.

- **Type de recherche**

Le programme « Métamorphoses des sociétés » concerne la recherche fondamentale publique. 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.

- **Type de partenariat de recherche**

Des partenariats sont envisageables avec des institutions publiques, des entreprises.

- **Participation au financement du programme**

La mission recherche de la Drees (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques) est susceptible de participer au financement de projets.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

#### **Axe 1 : La question des inégalités : méthodes, outils et catégories d'analyse, approches historiques et comparatives pour la mesure des inégalités**

Si de nombreux travaux en sciences sociales sont consacrés à l'étude des inégalités, les analyses sont dispersées et souvent centrées sur une forme d'inégalité, alors que celles-ci se recoupent et se cumulent. Il manque de méthodes, d'outils et de théories qui permettraient de saisir les phénomènes dans leurs multiples dimensions. On pourra s'interroger sur la transformation historique des catégories, des systèmes de mesures et de diagnostic, analyser les représentations de la causalité, les interprétations et les théories qui en sont issues et s'intéresser à la place des discours savants et de l'expertise.

Nombre d'indicateurs utilisés dans ces mesures recouvrent une dimension particulière de la situation sociale quand la recherche reconnaît de plus en plus le caractère multidimensionnel des inégalités. Peut-on concevoir des notions au plan théorique et des indicateurs au plan empirique qui donnent une vision synthétique des inégalités qui soit à la fois fiable et ouverte ? L'approche historique et comparative permettra d'explorer la variété des conceptions de l'inégalité, des acteurs qui la formalisent et qui la régulent, et ses effets sur la segmentation des groupes humains et sur la diversification des parcours de leurs membres.

La thématique de la justice sociale a connu durant ces dernières années beaucoup de transformations aussi bien dans sa compréhension que dans son extension. Celles-ci peuvent nourrir un grand nombre de recherches nouvelles.

## **Axe 2 : Genèse et dynamique des inégalités**

Les inégalités s'inscrivent dans des temporalités, aussi bien à l'échelle des sociétés que des individus. La question de la relation entre croissance et inégalité prend un relief particulier dans le contexte de la mondialisation. La croissance d'une économie opérant dans un environnement mondialisé s'accompagne-t-elle nécessairement d'une augmentation des inégalités de revenus ? Au niveau mondial, la baisse des inégalités entre nations a-t-elle lieu au prix d'une hausse de l'inégalité au sein des nations ? Si oui, par quels mécanismes et par quels canaux : le commerce, les délocalisations, la sous-traitance, le progrès technique, la mobilité du travail et la mondialisation de certains segments du marché du travail, la transformation des systèmes de protection des salariés et de redistribution publique ? Tous les pays, développés, émergents, en développement, sont-ils concernés de la même manière ? La causalité inverse qui relie l'inégalité à la croissance ou aux crises est tout aussi fondamentale. Des progrès importants ont été faits dans la modélisation d'économies confrontées à des équilibres multiples du fait de l'inégalité de la distribution initiale de ressources : soit une croissance rapide à partir d'une distribution plutôt égalitaire, soit une croissance lente et une persistance de l'inégalité. Il est probable que l'on n'ait identifié à l'heure actuelle que quelques-uns des mécanismes conduisant à ces situations d'équilibre multiple. Une grande attention doit être accordée aux mécanismes de reproduction intergénérationnelle ou de mobilité sociale et aux stratégies de maintien des inégalités. La genèse et la dynamique des inégalités peuvent également être étudiées aux échelles individuelles.

## **Axe 3 : Espaces et lieux des inégalités**

Les inégalités sociales se combinent avec les inégalités spatiales : elles se projettent dans l'espace et, par rétroaction, l'organisation de l'espace les affecte. Des travaux montrent que ce qui a changé de façon majeure au cours des trente dernières années n'est pas tant l'amplitude des inégalités sociales en général que l'amplitude des inégalités socio-territoriales. Il s'agirait d'éclairer les mécanismes expliquant ces évolutions et la part notamment qu'y joue le fonctionnement du marché immobilier et l'inégal accès aux biens publics dans leur diversité du fait du lieu de résidence. À l'échelle internationale, il reste également à caractériser les formes nouvelles de développement inégal.

## **Axe 4 : Individu, société, institution**

La question des inégalités interroge les domaines du travail, de la santé et du bien être, de l'éducation et de la formation, de l'espace public et politique.

Le rôle direct ou indirect du travail dans la réduction, la création ou le renforcement des inégalités peut être étudié à travers les modes de recrutement et de gestion des ressources humaines, les carrières et parcours professionnels, les statuts d'emploi, les droits sociaux afférents, l'organisation du travail quel que soit le secteur d'activité, privé ou public.

Si le système d'éducation français se situe dans la moyenne des pays industrialisés pour sa performance, en revanche celui-ci ne semble pas parvenir à réduire les inégalités. Il est nécessaire de comprendre les mécanismes d'échec dans les apprentissages à travers notamment l'étude des relations entre le développement cognitif et langagier et l'environnement socio-familial ; les facteurs qui influencent l'adaptation scolaire, au niveau individuel (cognitif ou affectif), familial, socio environnemental ou encore institutionnel ; ou encore les facteurs qui contribuent au creusement des inégalités scolaires.



Le rôle des pratiques éducatives, des types d'interaction en jeu dans les activités langagières mériterait d'être approfondis.

L'existence d'un gradient social face aux principaux indicateurs de santé a été reconnue depuis le début du XXe siècle. Cependant, l'analyse des processus et chaînes causales qui permettent de relier les déterminants économiques et sociaux et les processus pathologiques mériterait d'être renforcée.

Les inégalités produites (ou reproduites) par les juridictions civiles et pénales, par l'administration pénitentiaire, les lieux d'accueil des populations judiciarisées, la prise en charge des victimes et les médiations n'ont pas encore fait l'objet de beaucoup de travaux en France.

La question des inégalités socio-politiques en matière d'accès à la sécurité comme bien public mériterait également des approches renouvelées. On observe une tendance à la segmentation territoriale de l'offre de sécurité et de nouveaux registres de légitimation des pratiques concrètes de coercition.

Les inégalités dans le champ électoral et partisan, ou l'espace politique, sont encore peu étudiées. Quelles sont les caractéristiques sociales susceptibles de favoriser le vote, l'adhésion à des associations, le recours aux dispositifs de démocratie participative, la participation à des actions protestataires, la contribution financière à des campagnes électorales ou l'engagement politique ?

#### **Axe 5 : Perception et représentation des inégalités**

La nature des mécanismes qui peuvent expliquer des variations dans la représentation, la perception et la sensibilité aux questions d'inégalité mérite de nouvelles explorations.

Les inégalités ont, aussi, des effets collectifs qui, bien que de plus en plus étudiés, demeurent un enjeu scientifique majeur. Il semble important de repérer l'effet des productions mentales qui contribuent à la construction sociale.

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 ?

La perception des inégalités et les jugements portés sur les inégalités et la hiérarchie sociale des différences sont marquées par diverses conceptions de la justice sociale et renvoient à des cadres normatifs et éthiques spécifiques aux sociétés.

## **Sous programme 2 : Globalisation et gouvernance**

### **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

#### **Objectifs et finalités**

La question de la « globalisation » occupe le débat social et politique, qu'elle apparaisse comme une menace, une nécessité ou une promesse. Si elle fait le plus souvent référence à la mondialisation économique et à ses conséquences, elle a aussi un impact décisif sur nos modes de gouvernement et de gouvernance. La globalisation présente aussi une très forte dimension géopolitique, marquée, certes, par l'émergence de nouvelles puissances économiques, mais également, par la fin de la division européenne, l'évolution des pays de



l'Europe de l'Est, une organisation multipolaire du monde et la multiplication des zones de conflits, la tension croissante sur l'accès aux ressources (énergie, ressources naturelles et alimentaires, matières premières).

Si des études doivent être approfondies sur les effets de la globalisation sur les marchés (financiers, des biens comme des services, des facteurs de production), les monnaies et les taux de change, les systèmes de production, de distribution et de consommation, d'une part, sur les valeurs, les normes et les comportements, d'autre part, 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, l'analyse économique des interactions entre nouveaux acteurs (firmes multinationales, société civile, ONG) et les changements d'attitude des agents économiques (développement durable, consommation socialement responsable).

Les conditions dans lesquelles la globalisation se manifeste et la manière dont les acteurs, les populations, à différentes échelles, 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 saisir les mutations qu'elle génère. Les réceptions sociales et politiques de la globalisation méritent notamment d'être étudiées.

L'analyse des effets de la globalisation à travers les modes de production de la connaissance, de circulation des concepts ou des théories et de diffusion des normes, l'observation des effets de cette globalisation sur les formes et les modes de gouvernance visent à apporter des éclairages novateurs sur les phénomènes en jeu.

Ces questions concernent différents domaines : échanges commerciaux et réseaux transnationaux de production (chaînes de valeurs) ; marchés financiers et monnaies ; production industrielle et des services ; organisation et gestion des entreprises ; sécurité, gestion des conflits ; environnement, climat et pollutions ; santé, pandémies et accès aux soins ; éducation ; mouvements de population et migrations ; production de la connaissance ; politiques scientifiques ; modes de production des normes ; hiérarchie des normes véhiculées par les institutions et accords internationaux, renforcement et rôle des acteurs non gouvernementaux ; nouvelles formes de politisation ; mode de gouvernement et institutions nationales, européennes, régionales, mondiales.

Cet appel à projets a notamment pour objectifs :

- le renouvellement des terrains d'investigation et des travaux empiriques, des méthodes, des approches, des objets, comme des théories ;
- le développement de nouvelles problématiques, l'ouverture de nouveaux terrains et l'élaboration d'outils d'analyse et de méthodes innovantes, susceptibles d'améliorer la compréhension des permanences, comme des mutations ou des phénomènes émergents ;
- le développement des approches historiques sur longue et courte période, des approches micro et macro, des comparaisons dans le temps et dans l'espace ;
- le questionnement de la pertinence du choix des catégories, des données, indicateurs et les modalités de leur construction et de leur utilisation ;
- le soutien des contributions de la recherche française à ces champs d'investigation en plein essor au plan international et l'implication de la recherche française sur les différentes régions du monde ;



- la mise en commun interdisciplinaire des résultats ou des méthodes et l'amélioration de la prise en compte des avancées méthodologiques et conceptuelles ;
- la confrontation entre spécialistes d'espaces géographiques et de périodes historiques différents.

### **Résultats attendus**

Les travaux dans le cadre de cet appel à projets devraient permettre de mieux caractériser les phénomènes de globalisation et les formes de gouvernance adaptées aux enjeux qu'elles génèrent. Il doit aussi contribuer à mieux connaître les dynamiques de production des normes et leurs modalités de mise en œuvre, les modes de gouvernement dans la sphère publique ou privée. Il devrait également aider à mieux connaître les dynamiques sociales, économiques et politiques des grandes régions (Asie, Afrique, Amérique du nord et du sud, Europe, monde russe, Océanie) et les transformations des relations internationales dans un monde multipolaire.

### **Impact espéré**

L'accroissement des connaissances dans le domaine de la globalisation et de la gouvernance, peut contribuer à mieux anticiper et 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 :

- de l'apparition de nouveaux défis (effets sociaux d'une économie mondialisée, risques environnementaux, climatiques et sanitaires, approvisionnement en énergies et en matières premières, accès aux ressources naturelles et à la biodiversité) souvent transnationaux ;
- d'une multiplication des échelles d'action et d'une augmentation de la circulation des flux (information, population, marchandises) ;
- 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 ;
- 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 de divers acteurs (entreprises, associations, ONG) dans la gestion et la fourniture de biens et de services publics (sécurité, réseaux, régulation, notation) et dans la production et la mise en œuvre des normes publiques ou privées ;
- de mutations dans les manières d'administrer et de gouverner les affaires publiques et privées ;
- de rapport entre des zones où les États, les institutions politiques, les modes de représentations, les services publics sont organisés et des zones où prévalent des modes informels ;
- d'inégalité de développement.

La connaissance des acteurs impliqués dans la construction des normes - juridiques, techniques, scientifiques -, 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 ou les conditions de production de la recherche scientifique.

- **Enjeux écologiques, environnementaux et sanitaires**

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. Les conditions de gestion des biens publics globaux, la prise en compte des externalités ou de l'accès aux ressources et de l'équité intra ou intergénérationnelle nécessitent d'explorer de nouveaux modes de gouvernance. La mise en évidence des interdépendances, des tensions entre les différents pays et les acteurs est particulièrement stratégique pour comprendre les facteurs de contexte qui déterminent les relations internationales dans ces domaines et les possibilités de prise en charge des problèmes.

Les transformations des modes de production et de diffusion des connaissances scientifiques, des normes, standards ou réglementation est aussi centrale pour la meilleure compréhension des enjeux environnementaux et sanitaire.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Le caractère multipolaire qui conduit à dépasser les approches en terme de rapport Nord/Sud ou Est/Ouest qui ont structuré la vision du monde durant le siècle précédent, rend nécessaire le renouvellement des connaissances dans le domaine des relations internationales.

### **3. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

La spécificité du programme réside dans son caractère interdisciplinaire (économie, science politique, droit, sociologie, histoire, géographie, philosophie, études culturelles,...) qui doit permettre des analyses empiriques et théoriques. Elle réside également dans son périmètre qui englobe à la fois une approche historique sur longue période, l'ensemble des grandes régions du monde et différents objets d'analyse tels que la gouvernance, les normes, et l'ensemble des secteurs d'activité.

Les préoccupations du programme sont en synergie avec celles qui sont développées dans le cadre du rapport « Social sciences in Europe »<sup>50</sup> qui évoque le rôle des sciences sociales dans la connaissance des différents types de sociétés et dans la connaissance de nouvelles manières de penser le monde.

#### **3.2. Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifique du programme**

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 anglophones, notamment dans les domaines du droit, de la science politique, de la

---

<sup>50</sup> Standing Committee for the Social Sciences report, European Science Foundation.



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 également, de renforcer le potentiel dans le domaine de l'économie industrielle, de la gouvernance de l'environnement ou encore des déterminants de la production des savoirs, autant de secteurs stratégiques.

- **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.

- **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.

- **Participation au financement du programme**

Des partenariats financiers externes à l'ANR peuvent être retenus dans le cadre de ce programme, pour des projets spécifiques.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

#### **Axe 1 : Aux origines de la mondialisation**

La mondialisation n'est pas un phénomène récent. Les mondes européens, africains, américains et asiatiques ont été reliés de façon stable depuis la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. Auparavant, la formation d'empires continentaux et maritimes avait affecté d'immenses espaces. Éclairer la naissance et le développement des processus de mondialisation permettrait à la fois de mieux caractériser les évolutions actuelles et de mettre en perspective les outils d'analyse et les concepts utilisés. La mise en relation des histoires et des cultures, la prise en compte des aires géographiques et culturelles dans leurs interactions, le télescopage des temporalités ont permis de renouveler les perspectives, en distendant les cadres spatiaux, et en combinant des temporalités différentes.

Ce point de vue permettra également d'approfondir notre connaissance des empires et des institutions qui ont précédé l'Etat-nation, dans leur fonctionnement à la fois économique et politique ; d'éclairer des thématiques contemporaines grâce à l'étude de la continuité avec des modes d'organisation économiques et politiques dont la résilience est manifeste. A l'heure où la hiérarchie des puissances est en recomposition, la problématique de la globalisation et de la gouvernance, entendue dans diachronie, permettrait de repenser les rapports entre empires et Etat-nations ; mais aussi entre des centres et des réalités locales demeurées singulières. La dimension comparative est alors fondamentale pour comprendre les liens qui ont uni, depuis longtemps, des mondes très divers.



Par ailleurs, la mondialisation n'est pas un phénomène linéaire. L'histoire économique met en évidence des accélérations, des retours, des réversibilités, des vagues successives aux modalités différentes, plutôt qu'un processus permanent.

### **Axe 2 : Modalités de production et de diffusion des normes**

La production des normes s'inscrit dans des logiques politiques, économiques, techniques et scientifique étroitement mêlées, que celles-ci concernent : la création de nouvelles entités supranationales politiques ou non ; les processus de régulation supranationaux<sup>51</sup> ; la diffusion de pratiques professionnelles, de modèles de « bonnes pratiques » ou de réformes ou des appareils productifs en réseau ; 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 construction ou de diffusion des normes, 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 ; technologies et transferts de technologies ; référentiels internationaux de normalisation ; environnement, climat ; sécurité sanitaire ; sécurité et gestion des conflits.

### **Axe 3 : Modes de gouvernement et processus internationaux de circulation des modes d'action publique et collective**

La transformation des formes d'action publique et collective peut être étudiée à travers l'évolution des institutions politiques, des conceptions, du rôle et de l'action de l'État (notamment dans le cadre des incitations à la rationalisation comme l'illustre l'exportation du modèle du *new public management* ), de l'organisation des administrations, des politiques mises en œuvre, ou du point de vue des différents acteurs (institutions, partis politiques, syndicats, ONG, mouvements sociaux, mafias, organisations religieuses, lobbys, réseaux, entreprises), des nouveaux équilibres entre État, société civile et marchés.

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 ou des politiques. La diffusion des normes concerne aussi la détermination des modèles nationaux de gouvernement ou de politiques publiques. Le champ d'étude des « *policy transfers* » donne à voir des processus d'influence, de transmission ou d'imposition de modèles de politique publique : soit dans le cadre d'un recours à la comparaison internationale (benchmarking) pour les réformes spécifiques, soit dans le cadre de la diffusion de modèles de réforme conçus par des instances supranationales. Les multiples façons dont les destinataires s'approprient ou adaptent 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 ?

---

<sup>51</sup> Par exemple, par l'établissement de modes institutionnalisés d'arbitrage comme ceux conçus par l'Organe de Règlement des Différentes de l'organisation Mondiale du Commerce ou par le WTO (*World Trade Organization*) sous forme d'un *Dispute Settlement System*.

Mais la question de la gouvernance se pose également directement au niveau global. Les organismes internationaux – ONU, OMC, FMI, Banque Mondiale OCDE –, les organisations et sommets - G8 et G20, Copenhague - constituent des lieux de dialogue, de négociation, d'élaboration de normes dont les modalités d'action et l'efficacité mériteraient d'être étudiées, tant à partir d'études empiriques que théoriques.

#### **Axe 4 : La composante stratégique de la mondialisation**

La mondialisation se caractérise par une forte interdépendance des enjeux, des acteurs, des activités et des problèmes à affronter, à laquelle doit répondre une adaptation de la gouvernance du système international, en particulier dans sa dimension « défense ». Il devient nécessaire d'interroger le concept classique de puissance en relations internationales et d'analyser en quoi la dynamique de mondialisation conduit à en redéfinir les propriétés. Les recherches pourront s'intéresser aux puissances traditionnelles, mais aussi émergentes, en prenant en compte notamment leur conception de la puissance et les stratégies qui s'y rapportent (promotion de leur influence et préservation de leurs intérêts). L'approche peut être déclinée au niveau des politiques et des instruments de défense. Les travaux pourront également porter sur la manière dont la puissance pourrait être conçue à l'échelon européen.

La mondialisation renouvelle la question de l'autonomie stratégique des acteurs. Un premier champ d'interrogation porte sur l'architecture des systèmes de sécurité, aux échelons mondial et régional. Quelles sont les dynamiques au sein de ces architectures ? S'articulent-elles ou s'imbriquent-elles ? Quelles sont les composantes particulières de ces systèmes, comme le régime de non prolifération d'un type d'armes spécifiques ? Enfin, la mondialisation pose la question de la doctrine, de l'organisation et des équipements militaires.

#### **Axe 5 : La régulation économique nationale et internationale**

La récente crise a montré l'interdépendance croissante entre les différents niveaux de l'économie mondiale 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 et les flux financiers internationaux et les déterminants de leurs évolutions, les formes d'intervention des gouvernements (politiques budgétaires et monétaires), le fonctionnement des institutions publiques, les espaces de gouvernance régionaux ou mondiaux, les divers modes d'action et réglementations. De nombreuses questions peuvent être abordées : Quelles évolutions de la structure des échanges commerciaux mondiaux sont à l'œuvre ? Doivent-elles conduire à l'adoption ou la transformation des politiques industrielles ? Quelles nouvelles réglementations pour les activités bancaires ? Comment peuvent s'articuler les grandes zones monétaires mondiales et comment stabiliser les taux de change ? La zone euro contribue-t-elle à la convergence économique, en termes de PIB par tête de ses membres ou d'autres critères ?

Comment gérer le progrès technologique et 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 ?

## **Axe 6 : Modes de production de la connaissance**

La dimension internationale de la production de savoir mérite d'être mise en perspective historique notamment grâce aux travaux sur les transferts culturels et les transferts de connaissances. Quels sont les contenus des transferts en termes de concepts, de théories ou de paradigmes, mais aussi de modèles de politiques scientifiques, de professionnalisation et d'institutionnalisation de la recherche et de structuration des conditions de production de la connaissance ? Des observations comparées portant sur des domaines scientifiques et des disciplines diverses permettraient de mieux comprendre les modalités de la mondialisation des savoirs.

### **Sous programme 3 : Émergences, évolutions des cultures et des phénomènes culturels**

#### **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

##### **Objectifs et finalités**

Le sous-programme doit permettre de mieux analyser et comprendre les cultures et les phénomènes culturels dans leur ensemble ou dans leurs formes particulières, à travers leur histoire et leurs développements et de mieux appréhender de manière globale les conditions de leur émergence, de diffusion, voire leur obsolescence et leur disparition. Il encouragera pour cela des approches multidimensionnelles et favorisera la confrontation des résultats acquis dans les différents champs disciplinaires.

##### **Résultats attendus**

Ce sous-programme sera l'occasion de soutenir d'une part l'approfondissement d'importantes études en cours, portant sur des domaines de nature très diverse, notamment des travaux sur l'hominisation, la différenciation hommes/primates, l'émergence et l'évolution des systèmes symboliques et sur les dimensions culturelles et sociales de l'esprit humain.

En outre, ce sous-programme ouvre un espace de circulation de questions et d'outils de recherche. Il invite à des synergies interdisciplinaires réelles, au sein des lettres, des arts, des sciences humaines et des sciences sociales, entre les disciplines particulières de ces domaines, mais aussi à l'extérieur de ceux-ci.

Il contribuera ainsi à une approche critique et généalogique des concepts et des outils méthodologiques de cette étude des cultures.

Enfin, il peut permettre des avancées fortes dans l'étude comparée des mécanismes d'émergence, dans les propositions théoriques ou la modélisation, ou encore dans la réflexion méthodologique sur la mise en place de bases de données pluridisciplinaires.

##### **Impact espéré**

Le sous-programme doit favoriser un renouvellement des méthodes et des approches de notions en définitive peu ou mal explorées (« émergence », « culture » et « phénomènes culturels »), en dépit d'une utilisation abondante de ces termes en Sciences Humaines et



Sociales. Il devrait conduire à une réflexion à la fois collective et très diversifiée, qui examine ces objets avec précision en même temps qu'elle s'interroge sur sa propre démarche. Par ailleurs, la meilleure compréhension des phénomènes culturels est un enjeu pour la construction des politiques publiques, en particulier dans le domaine international et le sous-programme peut y contribuer.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **2.1. Enjeux sociaux et pour la société**

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

Ce sous-programme peut contribuer à affiner une compréhension critique de nos propres modes de penser, de sentir et d'agir en société. Il incite à une réflexion renouvelée sur les notions de culture et de civilisation, sur la métamorphose des cultures – ouverture, unification ou rétractation, mais aussi émergence, stagnation, déclin – dans la mondialisation, ou encore sur les notions de cultures « dominantes » et de cultures « périphériques ». Il peut conduire à réfléchir sur la validité de la relation entre culture et société dans la phase actuelle marquée par un retour au primat du sujet.

### **2.2. Enjeux écologiques et environnementaux**

L'étude de l'émergence et des métamorphoses des cultures et des phénomènes culturels doit aussi permettre de mieux cerner comment biologie, culture et environnement interagissent au long de l'évolution de l'humanité. Ce programme favorisera la documentation à plusieurs échelles de l'évolution de la relation complexe entre adaptation biologique, innovations culturelles et changements climatiques. Il devrait également permettre d'en comprendre les mécanismes et pourrait contribuer à l'élaboration d'un scénario intégré de l'émergence et de l'évolution des phénomènes culturels.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Le programme OHLL (Origine de l'Homme, du Langage et des Langues) créé au CNRS, puis repris dans le cadre de l'European Science Foundation, avait réuni deux grandes communautés ne s'intéressant pas traditionnellement pas aux mêmes problèmes ni aux mêmes échelles. Les travaux conduits dans le cadre de ces programmes montrent qu'il est opportun d'élargir l'approche du langage et d'appréhender les compétences cognitives liées au langage et la culture.

### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Ce sous programme souhaite mobiliser un large spectre de disciplines et de domaines de recherche des sciences humaines et sociales. En outre, les collaborations avec des spécialistes de biologie de l'évolution ou de biologie du développement sont possibles et seraient particulièrement pertinentes.





La nature du sous-programme, particulièrement propice aux projets interdisciplinaires, doit encourager le renouvellement des problématiques et des approches par leur confrontation. Une forte réflexion méthodologique et théorique sera requise dans les projets. Elle incite aussi à l'expérimentation d'outils analytiques et de modélisation de pointe.

- **Type de recherche**

Ce programme a pour mission de favoriser le soutien de la recherche fondamentale, monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

- **Type de partenariat de recherche**

Cet appel à projets concerne particulièrement des partenariats du type recherche publique. Des partenariats avec des institutions politiques ou des entreprises peuvent également être envisagés.

- **Participation au financement du programme**

Parmi les partenaires pouvant participer au financement des projets, on peut citer le ministère de la Culture et de la Communication.

#### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

##### **Axes et thèmes des recherches**

###### **Axe 1 : Différentiation hommes/primates. Origines et évolution des diversités humaines**

Pour comprendre l'homme et son émergence à travers les variations d'adaptation et de culture, les travaux sur les primates non-humains (différences et similitudes) sont essentiels. Les comparaisons traitant des modes d'alimentation, la préhension, la locomotion, le cerveau, peuvent être envisagées à la fois chez les primates actuels et fossiles, par des travaux de terrain et de laboratoire, portant sur l'utilisation des outils et proto-outils, par des manipulations ou par des études morpho-fonctionnelles et comportementales.

L'étude des compétences cognitives spécifiques nécessaires pour expliquer l'émergence des comportements socioculturels (langage, croyances, structures sociales) requiert de nouvelles approches conceptuelles. Comportements et cognition peuvent notamment être appréhendés par la latéralité, le comportement social, la communication (acoustique, visuelle, gestuelle *vs* vocale), l'apprentissage, les interactions sociales ou les réseaux.

Différentes approches disciplinaires peuvent permettre d'explorer les facteurs en interaction dans cette différenciation, comme, entre autres, l'adaptation aux changements écologiques et climatiques, la bipédie, les mutations génétiques et biologiques et le développement du langage. Les causes des transformations, les mécanismes à l'œuvre, les étapes (cultures épisodique – mimétique – symbolique), les caractéristiques du processus d'évolution sont autant de questions à aborder, ceci sous des angles culturels, cognitifs, biologiques et environnementaux.

La génétique des populations et l'histoire des gènes ouvrent, elles aussi, des perspectives pour comprendre la distribution de l'homme sur la terre, l'histoire des langues et les structures des communautés. Les phénomènes migratoires méritent de nouveaux travaux en lien avec les contextes climatique, physique, démographique ou encore avec des aspects

épidémiologiques ou linguistiques pour comprendre les types de contact et les dynamiques des populations. Les différences génétiques et les récits de certaines populations sur leur propre généalogie pourraient, en outre, être mis en relation.

Le sous-programme peut contribuer au débat scientifique entre polygénèse et monogénèse à partir d'études sur des inventions faites indépendamment par des populations ayant atteint un même niveau d'évolution, inventions qui présenteraient plus ou moins le même niveau de complexité avec cependant des structures différentes (domestication du feu, diffusion de l'invention de l'agriculture, etc.).

## **Axe 2 : Émergences et évolutions des systèmes symboliques**

Le sous-programme encourage de nouveaux travaux sur la question des langues et du langage, centrale dans l'étude de l'émergence et de l'évolution des cultures, avec de nouvelles collaborations entre linguistes, primatologues, ornithologues, paléontologues, psychologues, neurologues et anthropologues.

Il entend aussi contribuer à de nouveaux développements de la modélisation. D'autres questions peuvent être également approfondies ou renouvelées, telles que :

- Les différents modèles d'interprétation phylogénétique et historique du langage et des langues ;
- Les facteurs déterminants d'émergence du langage. L'invention des langues semble marquée à la fois par des étapes biologiques et culturelles. Les conditions d'émergence du proto-langage, de son évolution, de sa transition jusqu'au langage peuvent être étudiées au travers des infrastructures mentales et anatomiques et de l'acquisition d'une complexité syntaxique. Quelle était l'architecture du proto-langage ? Comment les compétences linguistiques nous distinguent-elles des autres primates ? Pourquoi ces derniers ne peuvent-ils pas communiquer linguistiquement ?
- La structure et la spécificité du langage. Les avantages évolutifs d'une architecture modulaire ou du caractère auto-organisé du langage et les recouvrements partiels de fonctions cognitives qui ne lui sont pas propres mériteraient de nouvelles explorations. Dans quelle mesure le langage définit-il l'être humain ? Quel est le rôle du langage dans l'évolution de l'espèce Homo ? Comment la complexité, la diversité linguistique ont-elles émergé ? Comment les changements des structures des langues opèrent-ils ?
- Le rapport entre langues, règles sociales et pratiques culturelles. On peut considérer que le langage répond à l'émergence de la complexité mentale et sociale, des règles sociales et des pratiques culturelles (mythes, interdits, exogamie, échanges économiques, division du travail). En quoi les structures et les activités sociales exercent-elle une influence sur les besoins de communication et l'évolution du langage ?
- Différentes fonctions du langage peuvent être étudiées : interaction sociale, gestion des crises, transmission et éducation, récit des activités, inscription dans une temporalité, capacité de créer un univers imaginaire, de transmettre des croyances et des mythes.

Cette dimension sociale mériterait d'être approfondie, pour comprendre de manière diachronique l'évolution du langage notamment à travers la complexité de l'organisation sociale. L'observation de phénomènes modernes pourrait informer sur les mécanismes d'évolution du langage.

- La diversité et la vitalité des langues. Les langages artificiels. La spéciation des langues, *par exemple du proto-indo-européen aux langues indo-européennes*, de même que les variations interindividuelles et intercommunautaires, requièrent de nouvelles études. Les conditions de vitalité et de pérennité des langues ou encore les phénomènes de créolisation sont elles aussi susceptibles de nouvelles analyses. Par ailleurs, l'émergence des formes de communication électronique mériterait d'être mise en perspective avec les formes traditionnelles.

La question de l'émergence et de l'évolution de l'écriture, autre mode d'expression symbolique susceptible de décrire tous les autres modes en engageant le locuteur dans une démarche réflexive, mérite elle aussi de nouveaux développements. Hormis celles qui concernent son invention, de multiples questions se posent encore à son sujet : en premier lieu, la ou les définitions auxquelles elle répond, restreinte(s) (celle des « écrivains ») ou élargie(s) (celle des lecteurs), mais aussi son histoire, qui s'inscrit résolument à distance de l'ancienne vision téléologique et linéaire, sa sociologie, domaine encore largement en friche, ou encore les problèmes de classification et les rapports à l'oralité.

### **Axe 3 : Pluralité et variabilité des cultures**

Systèmes de pensée, de représentation et de valeurs, les cultures peuvent être abordées dans leur ensemble ou dans leurs formes particulières, comme modèles d'organisation, formes de perception, de conscience et de subjectivité, de communication et d'expression, y compris artistiques, mais aussi comme mœurs et objets.

L'appel à projets, loin d'inciter à des catalogues, invite vivement à la proposition critique d'approches à diverses échelles et périodes, et à des études comparées de différentes aires géographiques et culturelles, synchroniques ou diachroniques, dans un double cadre, historique et comparatif. Il s'agira de saisir les cultures et les phénomènes culturels dans leur durée, qui n'est pas seulement celle de leur apparition, et de saisir si, à travers leur diversité, on peut déceler, inventorier et caractériser des invariants pour différents aspects des cultures (langues, règles sociales, mythes, religions, etc.). Comment sont-ils mis en œuvre d'une région à l'autre et d'une époque à l'autre ? Dans quelle mesure ces invariants seraient dus à des contraintes qui s'exerceraient sur la dynamique de l'évolution, limitant ainsi la variabilité et dans quelle mesure pourraient-ils être considérés comme des « universaux », caractéristiques de l'espèce humaine ? On pourra poser aussi la question du rôle de la norme, de sa connaissance et de sa transgression dans l'évolution des cultures. L'historicité de la construction scientifique des invariants gagnerait aussi à être objet de nouvelles études.

On pourra également analyser l'articulation de nouvelles formes d'universalité, explicitement collectives, avec les formes traditionnelles d'universalité, qui se fondaient sur des principes s'adressant à des individus, toutes deux produisant des valeurs apparemment incommensurables.

### **Axe 4 : Les dynamiques d'évolutions**

Plusieurs questions sont susceptibles d'être explorées ou renouvelées pour mieux comprendre l'évolution de ces ensembles complexes, soumis à des tensions endogènes et exogènes, que sont les cultures. Il s'agit en effet de mettre en évidence des dynamiques qui donnent sens à une évolution : imitation, émulation, transferts, conflits, censures, ruptures, occultations.

- **Espaces et transferts**

La question des aires géographiques de diffusion des cultures, que celles-ci soient circonscrites ou expansionnistes, devra être prise en compte.

Des études pourront être aussi développées sur des cultures différentes localisées dans des aires géographiques distinctes et qui développent néanmoins certains traits culturels communs (éléments de culture matérielle, religion, langues).

On peut légitimement attendre que des collaborations interdisciplinaires, en particulier entre sciences humaines et sciences de la vie, proposent de mieux saisir les mécanismes sous-jacents à l'évolution culturelle. Il serait propice d'étudier comment se diffusent les processus culturels et de proposer des scénarios. La mise en commun de données génétiques, linguistiques et culturelles peut permettre de reconstruire certains aspects de l'évolution, d'inférer l'état ancestral des traits culturels, d'identifier les transitions passées d'un état à l'autre et d'en retracer les causes probables. Il serait également opportun de poser la question de l'environnement dans le façonnement des processus culturels et de la démographie dans la dynamique de l'évolution culturelle.

On peut aussi attendre de nouvelles analyses interdisciplinaires réelles (entre géographie, histoire, histoire des arts, sociologie, littérature et linguistique notamment) pour étudier des dynamiques de concurrence et d'échanges entre différentes aires culturelles, étayées par une réflexion méthodologique forte. L'influence exercée par la circulation des traductions pourra, par exemple, permettre de comprendre la manière dont des cultures se reconfigurent réciproquement. Le programme peut conduire à des réflexions novatrices sur la notion de « cultures émergentes », de cultures « périphériques » et de cultures « dominantes ».

La tension entre l'élargissement des aires culturelles sous l'effet de la mondialisation, porteur de crainte d'une uniformisation culturelle, et la rétractation sur des espaces régionaux, doit inciter à des réflexions là encore pluridisciplinaires et comparatistes, aussi bien dans l'espace que dans le temps. La question des échelles les plus appropriées pour saisir et analyser les mutations culturelles devra être considérée.

Par ailleurs, la question de la diffusion des cultures et des phénomènes culturels entraîne celle des transferts culturels, des déplacements, de l'acculturation, des métamorphoses, des emprunts, mais aussi celle des rejets. Qu'est-ce qui se transmet d'une société, d'une culture à une autre ou résiste au contraire à la circulation ? Comment des éléments, matériels ou immatériels, peuvent-ils, lorsqu'ils sont transférés, acquérir de nouvelles significations et de nouvelles fonctions sans rien perdre de leur identité ?

La question des phénomènes religieux, et des transferts de religions, mais aussi celle des œuvres d'arts, des monuments et de ce qui est tenu pour le patrimoine artistique, méritent d'être particulièrement étudiée.

Par ailleurs, comment l'importation de certains éléments permet-elle à une culture, dans un contexte historique donné, de se revivifier ? À quel moment et comment un élément « hybride » fait-il oublier son « hybridité » ?



La question des frontières et des oppositions culturelles pourra particulièrement mobiliser anthropologues, historiens et géographes spécialistes des cultures anciennes ou contemporaines, sociologues et historiens des religions.

La question de la traduction pourra elle aussi faire l'objet de nouveaux travaux. En quoi le passage d'une langue à une autre induit-il des redécoupages conceptuels ou des déplacements sémantiques avec une répercussion durable sur l'histoire culturelle ? Existe-t-il des intraduisibles ?

- **Rythmes d'émergence et d'évolution**

L'émergence et l'évolution des phénomènes culturels présentent des disparités dans leurs rythmes, entre métamorphoses à court terme et modèles plus durablement intériorisés et transmis. Des projets pourront dans ce domaine s'intéresser aux « techniques de consommation » (cuisine, habitations, vêtements) ou à la carrière des objets, à leur transformation de sens autant que de forme. Une attention particulière pourra être aussi portée aux initiateurs du changement. L'innovation vient-elle toujours d'en haut et par imitation ? Quel est le rôle de la mémoire, de l'éducation ? De manière plus générale, on peut attendre des études sur les mécanismes qui président à l'adoption d'une innovation, et sont irréductibles au sentiment d'amélioration procurée.

L'étude des dynamiques d'émergences et d'évolutions des cultures et des phénomènes culturels incite aussi à penser les continuités, les résurgences, les influences, mais aussi l'imprévisibilité, les ruptures, les sauts, les stagnations, le déclin, la disparition, voire la déculturation. Peut-on ainsi considérer des seuils ou des refus d'évolution dans le développement des cultures et quel sens peut-on leur donner ?

Dans tous les cas, le programme invite à un net renouvellement de la réflexion sur l'émergence et l'évolution des cultures, à ne pas se borner à décrire l'apparition d'un phénomène, qu'il soit simple ou complexe, ni la recherche de causes, pour imaginer d'autres approches et d'autres scénarios dans l'innovation et la métamorphose des sociétés.



## **Sociétés Innovantes. Innovation, Nouvelle économie, Modes de vie (Soc Innov)**

### **Résumé :**

Ce programme invite au dépassement des barrières disciplinaires, à trouver dans la synergie 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 concerne donc tous les secteurs disciplinaires. Il appelle la coopération entre sciences humaines, sciences sociales, et tous les autres domaines scientifiques et les consortiums porteurs de projets doivent obligatoirement comporter des chercheurs des sciences humaines et sociales et des autres sciences concernées par le projet. Il est ouvert au partenariat avec les entreprises et organismes.

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 suivants :

- les mutations de la production agricole et industrielle ;
- les besoins d'innovation pour la protection de l'environnement et l'adaptation aux changements environnementaux ;
- les changements de paradigmes énergétiques (raréfaction des ressources fossiles, sobriété énergétique, technologies bas carbone, usages futurs du nucléaire) ;
- l'évolution des systèmes de transports (modes, usages, véhicules, logistique) ;
- la production et la gestion durable du cadre de vie ;
- l'innovation dans le domaine des matériaux, notamment en chimie, des nanomatériaux et nanotechnologies ;
- les mutations de l'offre de biens de consommation domestique et de services notamment des services éducatifs et de la formation ;
- les nouveaux services de santé (intervention médicale, médecine personnalisée, thérapie génique...) ;
- les sciences et technologies de l'information et de la communication dans tous les secteurs, y compris les industries culturelles.
- L'évolution du droit, et son adaptation aux nouveaux systèmes socio-économiques.

### **Mots clés :**

Innovation technologique, innovation sociale, interaction innovation et société, modes de vie, TIC, nanotechnologies, santé, énergie, transport, éco-innovation, production agricole, procédés industriels, apprentissage, économie circulaire, économie de fonctionnalité, modes de consommation, construction des marchés, marchés émergents, modèles économiques, mondialisation, gestion, stratégie, représentations, imaginaires, usages, normes, régulation, changements sociaux, espace et territoire, acteurs, organisations, institutions, risques.



## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Le programme « Sociétés Innovantes », transversal aux départements scientifiques de l'ANR, propose une approche spécifique aux chercheurs, centrée sur la coopération des différentes sciences et de partenaires socio-économiques autour de projets de recherche novateurs. Il s'inscrit pleinement dans l'esprit des Investissements d'avenir sans pour autant qu'aucun des projets retenus dans les Equipex et les Labex lui soit semblable.

### **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

#### **Objectifs et finalités**

Les objectifs scientifiques du programme peuvent se décliner autour des sujets suivants :

- mieux comprendre les modes de diffusion, d'appropriation/refus des innovations, quelle qu'en soit la nature et contribuer à l'étude des processus d'intégration de la nouveauté par les individus, les groupes, les sociétés ;
- développer l'analyse des nouveaux cadres économiques et sociaux que constituent la crise, la globalisation des échanges et des pratiques, la prise en compte des contraintes écologiques, énergétiques, de ressources primaires rares et l'émergence de nouvelles technologies ;
- anticiper les mutations structurelles des sociétés, des économies ainsi que celles des comportements individuels et collectifs et 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 les approches comparatives entre secteurs, territoires, pays et sociétés, ainsi que les comparaisons temporelles et internationales ;
- favoriser des projets émergents de recherche associant, notamment, les équipes SHS avec des entreprises et des collectivités.

Ce programme s'intéresse à tous les secteurs où l'innovation joue un rôle important : production industrielle et de services, nouveaux matériaux, agriculture, habitat, transport, énergie, santé. Sans prétendre à l'exhaustivité, les domaines suivants ainsi que leurs intersections et frontières sont concernés :

- les mutations de la production agricole vers « l'écologie intensive » et la révolution génomique ;
- les besoins d'innovation pour la protection de l'environnement et l'adaptation aux changements environnementaux ;
- les changements de paradigmes énergétiques (raréfaction des ressources fossiles, évolution des modes de consommation et sobriété énergétique, émergence de technologies bas carbone, usages futurs du nucléaire) ;



- l'évolution des systèmes de transports, liés aux changements dans les modes et les usages des transports et des véhicules, la logistique ;
- la production et la gestion durable du cadre de vie (bâtiments, infrastructures de transports et services associés, services urbains, aménités et environnement urbain) ;
- l'évolution des modes de production industrielle (dématérialisation d'une partie des activités, nouveaux cycles de vie des produits, accélération des temps industriels, nouvelles frontières industries-services, changements dans la localisation des activités et effets de la mondialisation) ;
- l'innovation dans le domaine des matériaux, notamment en chimie (en relation avec les normes et réglementations environnementales et sanitaires européennes et mondiales) et l'émergence et la diffusion des nanomatériaux et des nanotechnologies ;
- les mutations de l'offre de biens de consommation domestique et de services (dématérialisation, télé-activités...), notamment des services éducatifs et de la formation ;
- les nouveaux services de santé (généralisation de l'utilisation de techniques « de pointe » dans l'intervention médicale, médecine personnalisée, thérapie génique...) ;
- l'influence des sciences et technologies de l'information et de la communication dans tous les secteurs, y compris les industries culturelles.

### Résultats attendus

Les 31 projets soumis dans la cadre de l'édition 2011 s'inscrivent pleinement dans des coopérations entre sciences humaines et sociales et les sciences et techniques de l'information et de la communication, les sciences biomédicales, les sciences pour l'ingénieur. Ils s'appuient sur des partenariats avec des entreprises, des collectivités publiques, des pôles de compétitivité, des associations. Ils abordent différents secteurs parmi lesquels on peut citer :

- la santé, à travers l'étude de la reconfiguration du système médical et de santé avec le développement des nouvelles modalités de traitement des patients ;
- les usages des TIC et leur lien avec l'innovation sociale dans les quartiers, l'apprentissage, les services, la gestion de l'identité numérique, la création musicale, la robotique domestique ;
- l'environnement et l'énergie à travers l'étude du rôle des collectifs sociotechniques dans la transition énergétique, de l'innovation énergétique dans la filière du bâtiment ;
- les transports et la mobilité à travers les apports des télécommunications et du traitement de l'information à la gestion optimisée des trafics ;
- la sécurité aérienne à travers les conditions de communication orale ;
- les mécanismes de production de l'innovation, du rôle des différents acteurs, de la créativité distribuée ;
- le rôle de l'innovation sociale dans la transition vers un développement durable ou encore d'élaboration de nouveau modèle économique intégrant les contraintes environnementales.

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 la conception, 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**

Ce programme doit participer à un renouvellement des approches de l'innovation grâce à une meilleure synergie entre les sciences humaines et sociales et les autres. Il doit aussi contribuer à l'émergence de perspectives d'innovation en termes de conception, de mise en œuvre et de diffusion, de modèles économiques, de coordination d'acteurs, notamment dans les secteurs de la santé, des services, de l'environnement, de l'énergie, des transports et de l'habitat.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

### **Enjeux économiques et sociaux**

Le XXème siècle a connu de 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, 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 pensée 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 le 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. 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, influence l'existence des individus, leurs choix et 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 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 3<sup>ème</sup> âge qui s'accompagne d'un maintien d'activités sociales sous différentes formes, du 4<sup>ème</sup> 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 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 déterminants des choix. Il s'agit également d'identifier les pratiques dans les diverses configurations d'usages des innovations, 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 conceptions des produits et services.

#### **Enjeux écologiques et environnementaux**

La raréfaction des ressources naturelles combinée aux effets du changement global induit 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Des coopérations internationales peuvent être envisagées et intégrées aux projets sans financement spécifique de l'ANR.

Le programme correspond aux réflexions de la Commission Européenne dans les domaines des lettres et des sciences sociales (programme Horizon 2020).



### 3.2. Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Type de recherche**

Recherche fondamentale et appliquée, interdisciplinaire.

- **Participation au financement du programme**

Les partenariats financiers peuvent être envisagés.

- **Type de partenariat de recherche**

Cet appel à projets concerne à la fois les partenariats type recherche publique, les partenariats avec des entreprises, des organismes ou associations.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

#### **Axe 1 : Innovation et représentations**

L'innovation, qu'elle soit d'ordre technique, scientifique, organisationnel ou social, introduit des changements qui retentissent sur les façons de voir, sur la nature des instruments et dispositifs mobilisés, sur les compétences des acteurs, sur les attributions des légitimités, des responsabilités.

Introduire une innovation, c'est donc introduire aussi de possibles modifications dans ce qui est « déjà établi » qui correspond à un ensemble d'accords entre acteurs, entre organisations qu'il est souvent difficile voire coûteux (socialement, politiquement, économiquement) de modifier. Les obstacles à la diffusion d'innovations pourraient être étudiés du point de vue des résistances dues à l'organisation d'un système de production, des instances de contrôle.

Des travaux pourraient permettre de comprendre le processus d'intégration d'innovation « de l'intérieur », du côté des acteurs et organisations pour analyser les obstacles et les opportunités qui surviennent.

L'innovation peut aussi être explorée du point de vue des manières d'imaginer, des représentations, des discours, des idéologies, en prenant en compte les facteurs culturels et les systèmes de valeurs.

- Représentations, appropriation, résistances
- Innovations et risques
- Pluralité des connaissances et expertise
- Formes d'interactions entre porteurs d'innovations et sociétés

#### **Axe 2 : Innovation, changements sociaux et modes de vie**

L'innovation, qu'elle soit d'ordre technique, scientifique, organisationnel ou social, introduit un changement qui retentit sur les façons de vivre. 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. Ils élaborent de nouvelles formes organisées de vie sociale ou transforment les plus anciennes.

- Innovations et changements sociaux
- Innovation, apprentissage, création de nouvelles capacités



- Nouvelles frontières de l'humain et de la technique
- Imaginer le client futur

### **Axe 3 : Innovation et modèles économiques**

L'innovation est aussi celle du modèle économique et de service dans lequel la valeur ajoutée repose majoritairement sur les services et les relations clients, suscitant une reconfiguration de la chaîne de valeur.

- Vers de nouveaux modèles économiques ?
- Construction des marchés
- Eco-innovations, innovations sous contraintes et modèles économiques
- Open science & innovation

### **Axe 4 : Configurations, acteurs, dynamiques**

La perspective temporelle permet d'établir des modèles de l'innovation dans les périodes passées et d'appréhender la spécificité des phénomènes contemporains. Suivant les entreprises – leur taille, leur secteur – les modèles varient. Les innovations sont aussi liées aux formes de production des connaissances, aux normes et régulations mises en place, au contexte mondial et aux différents acteurs ou collectifs qui y contribuent.

- Temporalités et lieux de l'innovation
- Innovation et stratégies des entreprises
- Innovation et expertise
- Communautés et innovations
- Innovations institutionnelles
- Innovations, risques et régulation
- Nouveaux paradigmes de l'innovation dans la mondialisation
- Les trajectoires incertaines de l'innovation



## Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales

### Résumé :

Le programme « Corpus, données 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 destinés à être mis 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, manuscrits, données statistiques, documents sonores, multimédia, traces, données du web, images, films, photographies) et l'ensemble des sciences humaines et sociales.

### Mots clés :

Approches quantitative et qualitative ; constitution, enrichissement, documentation de corpus ; données statistiques ; données de terrains ; données du web ; outils de traitement et d'analyse ; sources écrites et textes, sources visuelles, orales, comportementales.

### 3<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **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 psychologie, de la science politique, la sociologie, l'économie, la géographie, la démographie, l'anthropologie, la littérature. Les projets de recherche s'appuyaient sur une diversité de sources et de types de données : données statistiques, textuelles, images, sons.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Le jury Equipex a sélectionné six projets d'équipements pour les Sciences Humaines et Sociales. Certains comportent (D-FIH par exemple) des bases de données apparentées aux Corpus. Mais, dans la plupart des cas, l'appel à projets « Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » apparaît comme complémentaire des opérations subventionnées dans le cadre des Investissements d'avenir. Son objectif est de contribuer à l'accroissement des capacités des communautés scientifiques concernées à se doter de bases d'informations variées, systématiquement documentées et mises à disposition des chercheurs via les Très Grands Equipements Adonis, Progedo et Corpus.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Le programme « Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » a pour objet de soutenir les projets de recherche :

- impliquant la constitution, l'enrichissement, l'harmonisation, la valorisation, la documentation, le traitement, l'analyse de corpus ou de données,
- ou permettant l'amélioration et le développement de méthodes, d'outils et de procédures d'analyse nécessaires à l'exploitation scientifique de corpus ou d'ensembles de données.

La constitution de corpus et de bases de données doit contribuer à des objectifs de recherche originaux et préciser leur intérêt en termes de production de connaissances nouvelles. 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.

L'appel à projets concerne tous les types de sources (textes, données statistiques, documents sonores, multimédia, images, films, photographies, données du web) et l'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociales.

Le programme « Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » n'a pas pour objet de financer des projets concernant uniquement l'édition électronique, la numérisation, le recueil de données.

Selon les contenus, les projets devront notamment mettre en évidence les points méthodologiques suivants :

- mode de constitution, stratégies d'interrogation, d'extraction, de classification des données, choix de codages, choix des métadonnées et questions relatives aux principes et pratiques de catégorisation ;
- stratégies d'articulation entre approches qualitatives et quantitatives ;
- développement et application de méthodes statistiques innovantes (traitement de données multiniveaux, modèles à équations structurelles, etc.) ;
- 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, virtuelles, 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.

### **Bilan des précédentes éditions**

Les deux premières éditions de l'appel à projets « Corpus et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » ont permis la constitution de corpus et le développement de recherches d'envergure. C'est le cas en linguistique (domaine des langues en danger, par exemple) ; en littérature (exploration des premiers textes de français médiéval permettant de tracer le passage du latin au français (IXe-XIIe) ; dans le domaine de la géographie et de la démographie (les corpus de cartes, de données de population et d'environnement permettent d'appréhender les dynamiques d'évolution de l'occupation des espaces) ; en histoire (archivage de témoignages oraux, de sources écrites ou l'étude des réseaux des hommes politiques).

La constitution de grandes bases de données contribue au traitement des enquêtes dans les domaines des comportements politiques, des systèmes de valeurs, et facilite 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.

### **Résultats attendus**

Le programme « Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » 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. Les projets devront, si possible, inclure des modalités innovantes d'accès aux sources.

### **Impact espéré**

Les projets de recherche financés doivent contribuer à soutenir le développement de recherches s'appuyant sur des corpus sujet sur lequel la France présente un certain retard. 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.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

Le recueil de données économiques et sociales, les modes de traitement, la constitution de grandes bases sont essentiels à la compréhension des évolutions des sociétés, à la mise en place de politiques adaptées et à 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.

Ce programme doit également 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 permettre 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.

La numérisation des sources ouvre de nouvelles perspectives pour l'approfondissement des connaissances des cultures et des civilisations, qu'elle s'appuie sur la connaissance des habitats, des environnements, des objets, des représentations ou sur les textes, les langues.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

La constitution de corpus, de bases de données, la mise au point et l'utilisation d'outils de traitement et d'analyse, constituent pour les différentes disciplines des sciences humaines et sociales une étape essentielle de leur activité. Les outils numériques mis à la disposition des chercheurs permettent de franchir une étape nouvelle dans l'organisation du travail scientifique. Les données, quelle que soit leur forme, réunies pour et à l'occasion de ce travail de recherche doivent être consolidées et documentées, et, à terme, mises à disposition de l'ensemble des communautés scientifiques.

La feuille de route française sur les Très Grandes Infrastructures de Recherche<sup>1</sup> a inscrit les sciences humaines et sociales parmi ses priorités : le soutien des archives et bibliothèques numériques, des bases bibliographiques et enquêtes sociologiques, leur accessibilité en ligne, de façon pérenne. Au-delà du renouvellement des problématiques d'accès aux documents scientifiques, les infrastructures de recherche en SHS permettent de constituer et de manipuler des corpus hétérogènes et d'ouvrir de nouvelles voies de recherche tant épistémologiques que disciplinaires.

Quatre Très Grandes Infrastructures de Recherche en sciences humaines et sociales existent :

- ADONIS2 (Accès unifié aux données et documents numériques des sciences humaines et sociales),
- PROGEDO3 Quetelet (PROduction et GEstion de DONnées pour les sciences humaines et sociales),

- CORPUS4 (Coopération des Opérateurs de Recherche Pour un Usage des Sources numériques),
- BSN5 (Bibliothèque Scientifique Numérique).

Les projets devront veiller à la qualité de leur insertion internationale, notamment à leur articulation avec les infrastructures européennes de recherche (CESSDA<sup>52</sup>, CLARIN<sup>53</sup>, DARIAH<sup>54</sup>, ESS<sup>55</sup>, SHARE<sup>56</sup>...).

Le programme « Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales » s'inscrit dans le cadre de la stratégie en faveur du soutien aux grands équipements ; aussi les porteurs de projets sont-ils invités à prendre contact, pendant la préparation du projet, avec les correspondants des Grands Equipements afin de prendre en compte les recommandations pour la pérennité, l'accessibilité, l'interopérabilité, la conservation à long terme des données proposé par les infrastructures SHS concernées (TGE Adonis et l'IR Corpus).

### 3.2. Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques**

La numérisation et l'indexation des sources contribuent au développement des connaissances des cultures et des civilisations en permettant une description, une analyse des habitats, des objets, des environnements, des œuvres d'art, ou encore des textes, des langues orales et écrites. Dans le domaine des textes, l'accès direct aux œuvres, les facilités de consultation et de traitement ouvrent de nouvelles perspectives d'analyse des variations des manuscrits, des tournures syntaxiques ou des constances génériques, de mise en relation des œuvres avec leur contexte.

La constitution de corpus structurés ouvre des voies d'exploration pour les recherches dans les différentes disciplines, par exemple en histoire en rendant disponibles des sources de tous types (écrites, visuelles, orales) et en facilitant leur exploration systématique, quantitative ou qualitative. L'utilisation des techniques de représentation en 3D ou de simulation contribue à l'interprétation des données recueillies de façon parcellaire.

Dans le domaine des langues, les techniques permettent de décrire, de constituer des typologies, de documenter et d'archiver des corpus de diverses langues afin d'étudier leur genèse et leur évolution, en prenant en compte, par exemple, la distribution géographique des variations. Dans le domaine de l'écrit, les corpus permettent l'étude des systèmes orthographiques, de leurs propriétés et les conséquences de celles-ci sur les performances et sur l'apprentissage. Les suivis longitudinaux, le recueil d'expérimentations peuvent initier des études de performances scolaires, motrices ou des approches comparatives sur de larges échantillons au niveau international. Dans le domaine de la géographie et de la démographie, la constitution de bases de données d'origines diverses (images satellitaires, enquêtes, données statistiques issues de grands producteurs, relevés de terrain) permet

<sup>52</sup> Council of European Social Science Data Archives <http://www.cessda.org/>

<sup>53</sup> Common Language Resources and Technology Infrastructure <http://www.clarin.eu/external/>

<sup>54</sup> Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities <http://www.dariah.eu/>

<sup>55</sup> European Social Survey <http://www.europeansocialsurvey.org/>

<sup>56</sup> The Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe <http://www.share-project.org/>



d'appréhender les dynamiques environnementales, l'évolution des modes de peuplement, les transformations des systèmes de production et d'échanges, les mobilités.

La constitution de grandes bases de données économiques, sociales ou de population, le renouvellement des méthodes, ouvrent des perspectives pour le traitement des enquêtes (comportements politiques, systèmes de valeurs), en facilitant les comparaisons européennes. Les travaux d'analyse statistique de bases de données dans les champs de la sociologie et de la psychologie sociale ou environnementale peuvent permettre de comprendre les relations entre environnement et comportements. La constitution de corpus structurés issus d'autres sources que les questionnaires (textes issus du web se prêtant à des analyses qualitatives et quantitatives) peut inviter au renouvellement des approches en sciences sociales.

La mise au point d'étiquettes d'annotation conformes aux standards et normes en vigueur, le développement d'outils d'annotation, automatique ou non, des données ou de requêtes, de visualisation des résultats des requêtes, permettant notamment de constituer des corpus spécifiques à partir de bases de données, seront autant d'avancées en terme d'interopérabilité des outils dans différentes bases.

- **Type de recherche**

L'appel à projets concerne la recherche fondamentale. Les projets proposés peuvent être monodisciplinaires ou interdisciplinaires au sein des sciences humaines et sociales, et s'appuyer sur des collaborations, par exemple, avec les sciences et technologies de l'information et de la communication.

- **Type de partenariat de recherche**

Des partenariats avec des institutions publiques ou privées et des entreprises peuvent être envisagés.

- **Participation au financement du programme**

Des partenariats financiers externes à l'ANR peuvent être retenus dans le cadre de cet AAP, pour des projets spécifiques.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Tout en précisant les enjeux scientifiques, les projets pourront notamment :

- proposer des corpus, des données, des méthodes ou des outils d'analyse originaux présentant un intérêt pour une communauté large ou bien identifiée ;
- détailler les modalités d'accès aux sources, aux corpus et données et les modes de constitution, de traitement des corpus et données (construction des modèles de données et des métadonnées) ;
- préciser les modalités de pérennisation et d'accessibilité des corpus, données et méthodes produits ;

- 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 ;
- se situer par rapport à des normes et des procédures d'acquisition, d'encodage et d'archivage internationalement reconnues, notamment en termes d'indexation et de documentation (Dublin Core [DC], Ressource Description Framework [RDF], Encoded Archival Description [EAD], Text Encoding Initiative [TEI], Data Documentation Initiative...) afin de favoriser l'interopérabilité et la diffusion des données ou des métadonnées au niveau international.

Différentes orientations de travail ou domaines peuvent être envisagés dans le cadre de cet appel à projets, parmi lesquels on peut citer, sans que cette liste soit limitative :

- 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, d'images ou de sons (littéraires, philosophiques, scientifiques...) à partir de fonds d'archives, de catalogue ;
- 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, environnementale ;
- Corpus de traces d'usages, constitués automatiquement (sondes, terminaux embarqués.) ou manuellement puis numérisés (carnets de bord) : enquêtes emploi du temps, pratiques culturelles, usages de l'internet, mobilité et déplacements, carnets de contact, traces de sociabilité, etc.
- Corpus issus du Web, constitués avec des outils ad-hoc d'observation ou à partir des outils des plateformes Web (via les API par exemple) : consommations de contenus en ligne, données d'audiences, intervention sur les plateformes de publication (créer, transformer, commenter), données relationnelles entre sites ou profils d'utilisateurs, etc.

Cet appel à projets concerne également la mise au point de nouvelles méthodes (d'analyse, de traitement, d'indexation, d'annotation) et la production d'outils :



- Mise au point, production ou amélioration d'outils, de méthodes de recherche, de traitement, d'analyse ou encore d'archivage ;
- Élaboration de méthodes de couplage de données, d'interopérabilité de bases.



## Open Research Area in Europe for the social sciences (ORA)

### Résumé :

Afin de renforcer la coopération européenne en sciences sociales, de permettre aux chercheurs français, allemands, britanniques et néerlandais de travailler ensemble et de concevoir les meilleurs projets de recherche possibles, l'ANR, la DFG, ESRC et le NWO lancent l'appel à projets de recherche commun ORA.

Ce programme est destiné à permettre le financement d'excellents projets de recherche intégrés entre des partenaires d'au moins deux des quatre pays participants. Toutes les combinaisons sont possibles : à deux, à trois ou à quatre pays.

Les agences de financement participantes conduiront une expertise coordonnée et procéderont à une sélection commune. Les partenaires seront financés par leurs agences nationales respectives, en accord avec leurs règles de financement propres.

Cet appel remplace les programmes bilatéraux qui existaient précédemment entre l'ANR et ESRC, la DFG et ESRC, et NWO et ESRC. Les projets bilatéraux franco-allemands (ANR-DFG) continueront d'être financés dans le cadre du programme franco-allemand en Sciences humaines et sociales de l'ANR et de la DFG. Ils sont donc exclus du champ de cet appel.

Dans le cadre de cet appel, ouvert à toutes les thématiques et à l'ensemble des sciences sociales, la couverture disciplinaire est susceptible de varier en fonction des agences impliquées dans la demande de financement. Des projets peuvent être déposés dans l'ensemble du champ des sciences sociales, tel qu'il est défini par chaque agence.

### Mots clés :

Sciences sociales

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme multilatéral  
Agences partenaires :
  - DFG (Allemagne)
  - ESRC (Royaume-Uni)
  - NWO (Pays-Bas)



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

Cet appel remplace le programme bilatéral qui existait précédemment entre l'ANR et ESRC dans le domaine des Sciences Sociales et complète le programme bilatéral franco-allemand en SHS.

## **1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs et finalités**

Ce programme est non-thématique. Son objectif général est de contribuer à la création d'un espace de recherche totalement ouvert en Europe et de financer des projets d'excellence, bi- ou multilatéraux, dans l'ensemble du champ des sciences sociales.

### **Résultats attendus**

135 projets ont été reçus lors de la première édition. 55 impliquaient un partenaire français. 15 projets ont été financés, dont 13 avec au moins un partenaire français (7 bilatéraux, 4 trilatéraux, 4 quadrilatéraux ont été financés pour un total de 12M€ pour les 4 agences dont 2,35 M€ pour l'ANR). L'appel a été considéré comme un plein succès par les quatre agences.

Sur le plan des disciplines des projets et des thèmes traités, les résultats reflètent l'importance de certaines communautés dans les pays partenaires. On relève notamment la forte représentation des « études sur la science » dans les projets impliquant des partenaires britanniques et néerlandais. Les propositions ont été très nombreuses dans ce domaine et plusieurs d'entre-elles ont été financées. Quantitativement, on note également une forte réponse en psychologie, économie, ainsi qu'en science politique, domaine où deux études comparatives impliquant des chercheurs des quatre pays ont été financées.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

Tous les types de retombées sociales découlant habituellement de la recherche en sciences sociales peuvent être attendus de ce programme. Ils vont de la meilleure maîtrise de l'économie à une meilleure compréhension de phénomènes psychologiques potentiellement valorisable dans le traitement de pathologies en passant par l'information des décideurs publics en matière de politique sociale.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

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

Cet appel réunit les quatre plus importantes agences de financement d'Europe en sciences sociales. Il a vocation à former un maillon intermédiaire entre les niveaux nationaux d'une part et le niveau européen en général d'autre part. Il a aussi vocation à rester plus simple et plus flexible (pas de contrainte sur les consortiums, de deux à quatre pays).



### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Type de recherche**

Fondamentale

- **Type de partenariat de recherche**

La possibilité de projets partenariaux est maintenue côté français.

### **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

#### **Axes et thèmes des recherches**

Programme non-thématique. Pas d'axe.





## Programme franco-allemand en SHS

### Résumé :

Cet appel est destiné à financer des projets d'excellence impliquant au moins une équipe française et une équipe allemande dans l'ensemble du champ des sciences humaines et sociales.

### Mots clés :

Sciences humaines et sociales

### 6<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme bilatéral  
Agence partenaire : DFG (Allemagne)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR :**

Cet appel complète le programme quadrilatéral ORA en sciences sociales, par rapport auquel il offre également la possibilité aux projets franco-allemands en sciences humaines de trouver un financement.

### 1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

#### Objectifs et finalités

Ce programme est non-thématique. Il implique, pour chaque projet, la participation d'au moins une équipe de chaque pays. Son objectif général est de contribuer à la création d'un espace de recherche ouvert en Europe et de financer d'excellents projets bilatéraux dans l'ensemble du champ des sciences humaines et sociales.

Dans le domaine de l'archéologie, en particulier, cet appel s'est donné pour objectif de mutualiser certains moyens franco-allemands de terrain en autorisant le financement de fouilles conjointes.

Enfin, une initiative à destination des jeunes chercheurs a été lancée depuis 2009, ouvrant la possibilité aux détenteurs de doctorats des deux pays de déposer, coordonner et réaliser leur propre projet de recherche dans une institution du pays partenaire.



L'objectif est de contribuer au renouvellement et au renforcement de la communauté de recherche franco-allemande en SHS pour l'avenir.

### **Résultats attendus**

71 projets ont été reçus dans le cadre de la 5<sup>ème</sup> édition (93, 71, 57 et 67 lors des éditions précédentes). 18 projets ont été financés en 2010. Montant total attribué par l'ANR : 4,2M€ (5M€ pour la DFG). Montant moyen attribué par l'ANR par projet : 232 k€.

Le nombre de projets déposés annuellement est stable entre 60 et 70 projets. Le 1<sup>er</sup> bilan de l'édition 2007 a été réalisé. Les projets se sont très bien déroulés et le bilan d'étapes en termes de publications est très satisfaisant. Un certain nombre d'équipes se sont représentées en 2010 avec de nouveaux projets afin de poursuivre leurs recherches en commun. Certaines ont été financées dans le programme franco-allemand. D'autres sont présentes avec succès dans les appels de l'ERC.

Les résultats des bilans antérieurs sont donc satisfaisants et ceux qui peuvent être attendus de nouvelles éditions peuvent l'être avec optimisme et ambition.

## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

Tous les types de retombées sociales découlant habituellement de la recherche en SHS peuvent être attendus de ce programme.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

### **3.1. Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Cet appel a vocation à former un maillon intermédiaire entre les niveaux nationaux d'une part et l'ERC et le niveau européen en général d'autre part. Il a aussi vocation à rester plus simple et plus flexible.

### **3.2. Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Type de recherche**

Fondamentale

- **Type de partenariat de recherche**

La possibilité de projets partenariaux est maintenue côté français.

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Programme non-thématique. Pas d'axe



## SOUS RESERVE D'ACCORD DE L'AGENCE PARTENAIRE

# Programme franco-japonais en SHS

### Résumé :

Cet appel est destiné à financer des projets d'excellence impliquant au moins une équipe française et une équipe japonaise dans l'ensemble du champ des sciences humaines et sociales

### Mots clés :

Sciences humaines et sociales

## 3<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu : 2012**
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme bilatéral  
Agence partenaire : JSPS (Japon)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :  
Ce programme a eu deux éditions (en 2006 et en 2010).

## 1. Finalités visées, objectifs et résultats attendus

### Objectifs et finalités

Ce programme est non-thématique. Son objectif général est de financer d'excellents projets bilatéraux impliquant au moins une équipe française et une équipe japonaise dans l'ensemble du champ des sciences humaines et sociales.

### Résultats attendus

11 projets ont été reçus dans le cadre de l'édition 2010-2011 (contre 15 en 2006-2007). 5 ont été retenus pour financement en 2010. 5 avaient été retenus en 2006-2007, pour un coût dans les deux cas de moins de 500 000 euros au total pour la partie française.



## **2. Justifications du programme au titre des enjeux de société**

Tous les types de retombées sociales découlant habituellement de la recherche en SHS peuvent être attendus de ce programme.

## **3. Positionnement stratégique du programme**

- **Type de recherche**

Fondamentale

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public uniquement

## **4. Stratégies de recherche scientifique et technique**

### **Axes et thèmes des recherches**

Programme non-thématique. Pas d'axe.



**341**

**SÉCURITÉ  
ET RECHERCHE DUALE**



## Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité globale (CSOSG)

### Résumé :

Ce programme vise à faire émerger des solutions concrètes face aux problématiques de sécurité globale par rapport à des enjeux globaux sur le moyen et long terme. Pour ce faire, il favorise les approches systémiques, transverses et pluridisciplinaires en associant des partenaires industriels, académiques ainsi que les acteurs de la sécurité, qu'ils soient privés ou publics (prescripteurs et/ou opérateurs).

Une approche prospective, novatrice et structurée de la sécurité nécessite d'articuler efficacement la recherche amont et aval, avec l'objectif de fournir des solutions appliquées, mais aussi applicables, tant du point de vue de l'éthique, de l'acceptabilité des systèmes et du respect de la vie privée, que de leur efficacité pratique et économique.

Ce programme doit permettre de faire émerger des solutions innovantes concernant la protection du citoyen (lutte contre le terrorisme et la grande criminalité, le secours aux personnes, la Police Scientifique et Technique), la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, information) et leur interconnexion (effets domino), la sécurité des frontières et des flux tant matériels qu'immatériels, la gestion de la crise quelle que soit son origine (malveillance, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle), et cela, lors des phases de préparation, de planification, de secours, jusqu'à la réparation.

Ce programme est réalisé en partenariat avec le ministère de la Défense (DGA) et le ministère de l'Intérieur (DGPN et DGGN).

### Mots clés :

Sécurité globale, protection du citoyen, infrastructures critiques, réseaux, gestion de crise, systèmes, modes d'organisation, technologies, sciences humaines et sociales, risques, vulnérabilités, pandémie, criminalité, terrorisme.

### 7<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d'appel à projets est prévu :**  
2011- 2012 - 2013
- **Type de programme :** mixte
- **Dimension internationale du programme :** programme national ouvert en bilatéral depuis 2009 avec le programme national Allemand sur la Sécurité du BMBF.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**  
Aucun impact des Investissements d'avenir hormis certains aspects spécifiques et marginaux sur la sécurité des systèmes d'informations (appel à projets économie numérique de la CDC). Les axes stratégiques des investissements d'avenir n'ont pas pris en compte le volet sécurité, notamment en raison d'un manque de préparation d'une



filière industrielle au moment des arbitrages (cf. dossier déposé par les services du PM/SGDSN en décembre 2009 auprès de la Commission Juppé-Rocard).

## **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 (volet spécifique du 7<sup>ème</sup> PCRD/coopération). Ce programme vise également à faire émerger une dimension sociétale spécifique aux recherches sur la sécurité, préoccupation fondamentale de nos sociétés.

### **Résultats attendus**

Les résultats attendus sont de plusieurs ordres :

- Promouvoir une véritable approche systémique et capacitaire essentielle au traitement des menaces et des risques. Pour exemples, 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.
- Permettre une véritable acculturation des parties prenantes de la sécurité et de la recherche au sein des projets en associant systématiquement depuis le démarrage du programme, les utilisateurs, opérateurs et organismes de régulation et de contrôle.
- Favoriser des projets de recherche fortement interdisciplinaires 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 aux moins de trois grands champs de compétence. La moitié des projets comportent des équipes issues des sciences humaines et sociales.

### **Impact espéré**

- Agglomération et mobilisation des compétences de la recherche française en réponse aux enjeux d'importance croissante de la sécurité. Le colloque national mis en place à l'aide de ce programme réunit chaque année 450 acteurs de la recherche en sécurité de tous horizons. La diversité des laboratoires publics ou privés impliqués chaque année explique l'augmentation sensible des projets et des montants déposés 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.

## 2. Justifications du programme au titre des enjeux de société

### 2.1 - Enjeux économiques

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

La vie quotidienne des usagers/consommateurs est souvent conditionnée par des mesures de sécurité individuelle ou collective : à titre d'exemple, 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'utilisateur. On peut citer également, la connaissance des pratiques de la grande criminalité sur internet et la recherche d'outils efficaces contre la fraude, qui renforcent l'efficacité 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 la réglementation), soit comme une plus value nécessaire. A titre d'exemples, les nouvelles méthodes et technologies permettant une meilleure traçabilité des marchandises avec, parfois, des objectifs pouvant apparaître contradictoires de lutte contre les trafics, la contrebande et la contrefaçon, et, d'autre part, l'accélération des échanges commerciaux et la multiplicité des circuits de distribution. On mentionnera également les infrastructures critiques, comme les sites de production industriels qui obéissent à un cadre réglementaire (SEVESO II, directives nationales de sécurité, sûreté nucléaire, ...) en vue d'assurer une sécurité globale de leurs installations. Les études de concepts et de scénarios (effets domino), 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, à l'avance par rapport à l'évolution des normes**

Le marché mondial de la sécurité représente, selon le périmètre retenu, de 100 à 300 Md€/an, et sa croissance moyenne est de 8 % (jusqu'à 50 % selon les secteurs d'activité). L'Europe constitue environ 25 à 30 % de ce marché, la France de 5 à 10 %<sup>57</sup>. La part publique/privée est variable selon les secteurs.

Un autre indicateur concerne les indemnités à la suite de catastrophes naturelles et attentats terroristes qui ont été multipliées par 3 sur les 20 dernières années aux USA.

La dépense publique est d'environ 30 Md€ par an en France (tous secteurs confondus hors défense<sup>58</sup>), sans comptabiliser les investissements des collectivités locales (par exemple les Services Départementaux d'Incendie et de Secours).

Le paysage des règles et standards internationaux en matière de sécurité (sociétale, gestion des risques, SSII et technologies) est en pleine expansion avec, par exemple, la création d'un groupe de travail ISO<sup>59</sup> sur la sécurité sociétale qui pourrait déboucher à terme sur un corpus général de normes en sécurité (à l'image d'ISO 9000 et 14000). La Commission européenne

---

<sup>57</sup> Cf. étude ECORYS (financée par la DG entreprise), Novembre 2009

<sup>58</sup> selon une étude 2007 de la Fondation de la Recherche Stratégique.

<sup>59</sup> Groupe TC 223 de l'ISO.





vient de lancer un mandat de norme européenne sur la sécurité. Enfin, il faut signaler la démarche conjointe publique et privée, et de syndicats professionnels (GIFAS et FIEE), pour soutenir la création d'une filière industrielle de la Sécurité.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Les enjeux économiques sont multi échelles : 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 (exemple de la sécurisation des ports et de la réglementation ISPS) alors que, par exemple, l'équipement des forces de protection civile et publique est un enjeu pour l'instant essentiellement national voir local.

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à la sécurité**

La recherche en sécurité était classiquement 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 de leur interdépendance. La réponse capacitaire à ces besoins nécessite un programme de recherche de nature transverse et pluridisciplinaire.

- **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 matière 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 aussi apparaître de nouveaux modèles économiques dans le domaine des services. Pour certains grands acteurs industriels français, 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 obtenues, des financements sur projets. Depuis 2006, 22 % du budget alloué a été reçu par des PME/PMI.

- **Enjeux relatifs au capital humain**

L'innovation en termes de sécurité a, en particulier, pour objectif d'augmenter l'efficacité des forces de sécurité publique et civile. 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 (tout au long des cursus scolaires par exemple).

- **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. 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.

## 2.3 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 (gazo/oléoduc 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 devant contribuer à mettre au point des nouveaux moyens de détection, de collecte 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’émanations toxiques et d’échappement gazeux. Les systèmes et technologies employées sont de nature 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 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 domino). Ces approches, y compris dans les phases de prévention et d’anticipation, sont privilégiées dans la gestion des catastrophes climatiques et technologiques de plus en plus récurrentes.

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d’autres programmes en France, Europe ou dans le monde

Le programme CSOSG est fortement articulé avec le 7<sup>ème</sup> 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 7<sup>ème</sup> 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 PME) à participer à des consortia sélectionnés à Bruxelles, mais aussi à proposer des solutions novatrices, sources de propositions.

De tous les programmes nationaux des Etats membres lancés, depuis le démarrage du 7<sup>ème</sup> PCRD, le plus notable est le programme national allemand, lancé en 2006 par le BMBF en

coordination interministérielle, et doté de 220 M€ sur 5 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.

- **Caractère international du programme**

Un accord bilatéral avec le BMBF a permis l'ouverture mutuelle des deux programmes sécurité des deux organisations dès 2009. Cet accord se veut être un accord-cadre appelant d'autres ouvertures voir accords bilatéraux. Il a donné lieu en 2011 à un appel à projets commun, qui a suscité 48 propositions impliquant plus 400 partenaires publics et privés. Le BMBF souhaite poursuivre avec le programme français ce partenariat stratégique sur le long terme. Un des objectifs d'ici fin 2011, sera d'établir une feuille de route commune sur les 4-5 prochaines années<sup>60</sup>.

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 cela nécessite de disposer d'un budget dédié.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La recherche en sécurité couvre par nature de très nombreux domaines et disciplines scientifiques qui sont appelés à concourir à l'amélioration de la sécurité. Elle fait appel aux sciences dites « dures » (physique, chimie, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, mathématiques, informatique, ...) et aux sciences humaines et sociales (sociologie, ethnologie, anthropologie, gestion, économie, droit, psychologie, ergonomie...) tant l'interdépendance entre les technologies, les modes d'organisation et l'homme conditionne l'efficacité de tout système de sécurité.

A ce jour, la coopération entre les acteurs des sciences dites dures est acquise. La grande majorité des projets fait appel à des équipes issues d'au moins trois grands champs de compétence. 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.

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 gain de temps et d'efficacité, mais également aboutit à de nouvelles approches prospectives.

- **Type de recherche**

Le programme CSOSG promeut une recherche finalisée, industrielle et interdisciplinaire. Cependant en 2010, un axe spécifique de projets de recherche fondamentale, à fort risque, mais de durée limitée (inférieure à 24 mois), a rencontré un très bon succès. Ce dispositif devrait être reconduit en 2012. Des projets proches des concepts de plateforme ont été déposés et financés en 2006, 2007 et 2009.

---

<sup>60</sup> En particulier à l'occasion du 4<sup>ème</sup> forum franco-allemand de la recherche d'octobre 2011.

- **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 demandée 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, de même pour des projets de recherche fondamentale en 2010.

- **Participation au financement du programme**

Depuis 2007, le programme CSOSG a été cofinancé par le ministère de la Défense (DGA) et le ministère de l'Intérieur (DGPN et DGGN). L'ANR cherchera à renouveler ces partenariats en 2012. La sécurité civile ou d'autres ministères dont les attributions sont significatives en termes de sécurité pourraient être également associés (ministère en charge des transports en particulier).

#### **4. 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 :

**Axe 1 :** 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) ;

**Axe 2 :** la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, informatique) et leurs interconnexions ;

**Axe 3 :** 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 ;

**Axe 4 :** 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 2012. Deux projets sur la surveillance maritime étendue ont contribué aux solutions technologiques retenues en 2010 par la commission<sup>61</sup> européenne dans le cadre d'un programme de démonstration européen de grande ampleur.

---

<sup>61</sup> Projet PERSEUS, avec la participation des équipes financées lors des projets ANR – Scanmaris et Tamaris.



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.

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'intervention 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 au programme allemand de recherche en sécurité. CSOSG a été également pour la première fois affiché 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 l'identification et l'authentification des personnes par des techniques biométriques (en ouverture mutuelle avec le BMBF) et la recherche pour la Police technique et scientifique.

En 2011, le principal axe a consisté à une ouverture large du programme aux thématiques de sécurité globale avec obligation de coopération avec des équipes de recherche allemandes. Un des principaux objectifs de cette démarche commune et réciproque avec le BMBF, était d'identifier les sujets et les équipes susceptibles de favoriser une recherche bilatérale franco-allemande sur le moyen – long terme. Le vif succès rencontré par cette initiative permettra d'établir une première cartographie des coopérations possibles, élément qui viendra en soutien des réflexions portant sur une programmation pluriannuelle franco-allemande (fin 2011). Le deuxième axe en 2011 portait sur la sécurité des établissements scolaires, avec un accent particulier sur l'impact des nouvelles technologies, l'étude systémique de l'organisation scolaire et l'apprentissage d'une culture de la sécurité et du risque à l'école.

En 2012, la programmation s'appuiera sur des travaux en cours ou récemment finalisés de groupes de réflexion français ou européens. Les réflexions bilatérales franco-allemandes seront bien évidemment intégrées.

Les priorités nationales en matière de sécurité ont été à la base de l'élaboration de feuilles de route technologiques nationales durant l'année 2010. L'idée principale de ces feuilles de route était de dérouler la logique capacitaire jusqu'à la définition des travaux de R&D nécessaires, selon tous les niveaux de maturité technologiques (TRL de 1 à 9<sup>62</sup>), et cela afin d'aboutir à la disponibilité de systèmes et d'équipements à l'horizon 2020. Les capacités suivantes ont fait l'objet de ces exercices associant pouvoirs publics (analyse capacitaire pour l'essentiel) et participants de la recherche publique et privée :

- Disposer d'une capacité de surveillance des ports et des plans d'eau.
- Disposer d'une capacité de protection des ports et installations industrielles offshore par détection/neutralisation de dangers terroristes à distance des côtes.
- Améliorer les équipements individuels des forces de sécurité (civile et police) notamment des primo-intervenants.
- Assurer la protection de grands rassemblements temporaires (culturels, sportifs, sociaux, ...) y compris le contrôle biométrique.
- Nouvelles capacités de vidéoprotection.
- Protection des infrastructures ferroviaires fixes et mobiles (infrastructures linéaires, installations fixes et mobiles, ...).

---

<sup>62</sup> Technology Readiness Level



- Disposer d'une capacité de protection de la chaîne logistique (traçabilité, intégrité et interopérabilité) : conteneur, matières dangereuses et alimentaire.
- Protection des points d'importance vitale (PIV) face aux agressions de tous types.

La recherche de solutions de sécurité intégrées par construction dans les services et produits utilisés par le consommateur, le citoyen ou l'utilisateur constitue une des principales recommandations du groupe de réflexion ESRIF<sup>63</sup>, car cette approche prometteuse, en termes d'efficacité opérationnelle et économique, ouvre des perspectives très importantes sur de nouvelles méthodologies de recherche. Au premier chef de ses objectifs, la recherche visera à l'élaboration d'un nouveau paradigme permettant de sortir du jeu à somme réputée nulle entre sécurité et liberté individuelle. C'est le concept de protection des données individuelles implantée par construction dans toute solution de sécurité ou "Privacy by Design"<sup>64</sup>. Ce concept est en voie d'être transposé au niveau européen et français. Il s'agit alors d'imaginer des solutions combinant les formidables potentialités technologiques (en matière de communications, vidéosurveillance, capteurs sans fil, etc.), les comportements, les attentes et les usages du citoyen, les contraintes juridiques et le cadre légal, le tout sur toute la durée de vie du service ou du produit. La programmation de CSOSG 2012 abordera cette problématique en s'appuyant autant que possible sur des réflexions et des orientations d'origine pluridisciplinaire.

Pour l'ensemble des futurs sujets d'intérêt pour la programmation sécurité, comme le "privacy by design" mais également la cybercriminalité, CSOSG a de nombreuses interfaces naturelles avec des programmes orientés vers la recherche technologique par grands domaines thématiques. La nature systémique de CSOSG favorise l'intégration d'un large spectre technologique, en particulier les TIC mais pas exclusivement, en tenant compte pour l'exemple de la lutte contre la cybercriminalité, des *modus operandi* des organisations criminelles. Une nouvelle fois le garant du succès des projets de recherche traitant de sujets aussi complexes, à forts enjeux sociétaux résidera dans la nature pluridisciplinaire de la recherche et dans l'implication effective des utilisateurs finaux.

---

<sup>63</sup> Cf . Rapport final de l'ESRIF (European Security Research & Innovation Forum). Décembre 2009, [www.esrif.eu](http://www.esrif.eu) : « Securing the future will require that security be treated as integral part of any given system, process or operation from the point of conceptualization onward. Current add-on security solutions no longer suffice, Europe needs a systemic approach to security”

<sup>64</sup> Cf. travaux de Anne Cavoukian –[www.privacybydesign.ca](http://www.privacybydesign.ca)



## ASTRID – Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d’Innovation Défense

### Résumé :

Ce programme concerne le soutien de projets de recherches duales, c’est-à-dire intéressant à la fois les besoins de la défense et les applications civiles. Il est mené en partenariat avec la DGA (direction générale de l’armement). Ce programme a pour objectif de faire émerger de nouvelles voies de recherche et développement, d’identifier des ruptures technologiques et d’étudier la faisabilité de leur concept.

### Mots clés :

Recherche duale (civile et militaire), recherche fondamentale, recherche exploratoire, innovation, preuve du concept, rupture technologique, ingénierie de l’information, robotique, fluides, structures, ondes acoustiques, ondes radioélectriques, nanotechnologies, photonique, matériaux, chimie, énergie, biologie, biotechnologies, homme et systèmes, environnement, géosciences.

## 2<sup>ème</sup> édition

- **Exercices pour lesquels un financement d’appel à projets est prévu :**  
2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l’ANR :**

La 1<sup>ère</sup> édition du programme a été lancée en 2011. En plus du programme ASTRID, le partenariat avec la DGA en 2011 porte sur les programmes suivants :

- Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale (CSOSG)
- Technologies pour la santé (TecSan)
- Production (renouvelable) et gestion de l’électricité (PROGELEC)
- Matériaux et Procédés pour les Produits performants (MatetPro)
- Nanotechnologies, Nanosystèmes (P2N)



- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**

Le financement du programme ASTRID provenant totalement de la Direction générale de l'armement, il n'y a pas lieu de présenter l'articulation avec les instruments des Investissements d'avenir.

## **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 de la DGA,
- explorer des points durs scientifiques ou techniques en favorisant le développement des compétences et l'identification de ruptures technologiques.

En cohérence avec le document de politique et d'objectifs scientifiques (POS) de la DGA et pour couvrir les recherches duales, le programme ASTRID s'adresse aux 9 domaines scientifiques suivants :

- Ingénierie de l'information et robotique
- Fluides et structures
- Ondes acoustiques et radioélectriques
- Nanotechnologies
- Photonique
- Matériaux, chimie et énergie
- Biologie et biotechnologies
- Hommes et systèmes
- Environnement et géosciences

### **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**

### **2.1 - Enjeux économiques**

Les actions menées dans ce programme permettront de renforcer les partenariats recherche/industrie en rapprochant tout particulièrement les PME 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 comme 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.

### **2.2 - Enjeux sociaux et pour la société**

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Les recherches liées à ce programme d'un niveau bas de maturité technologique concernant des études de faisabilité et de démonstration de nouveaux concepts menées en partenariat public privé peuvent être à l'origine de la création d'entreprises.

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

Les domaines de recherches rattachés à 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.

## **2.3 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 pluridisciplinaire 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 concernées 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, notamment en améliorant l'efficacité, 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 (MEDAD), 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. Positionnement stratégique du programme**

#### **3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde**

Ce programme est national et spécifique d'un soutien des travaux de recherches à caractère dual. Il est consacré à des travaux de recherches de niveaux bas de TRL (niveaux de maturité technologique). Concernant l'aspect dual, il existe au sein de la DGA un autre programme de soutien, le programme RAPID, réservé exclusivement aux projets dont les porteurs sont des PME ou des entreprises de taille intermédiaire pour des projets de niveau plus élevé de TRL. Le programme ASTRID est ainsi complémentaire et s'adresse plus à la communauté publique de la recherche associée ou non à l'industrie.

#### **3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les orientations scientifiques du POS sont en général issues de préoccupations déjà bien identifiées par 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 le 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 pour la Défense du sujet. 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 régaliennne.



L'excellence des laboratoires académiques, industriels ou des établissements de défense concernés est alors requise. L'insertion dans ces équipes de chercheurs renommés 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 technologique 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).

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat attendu dans ce programme est du type ouvert. Les projets comportent nécessairement un ou plusieurs partenaires dont au moins un appartient nécessairement à la catégorie organisme de recherche (université, EPST, EPIC,...) associé(s) ou non à une entreprise.

- **Participation au financement du programme**

La DGA finance la totalité du 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 et internationaux de la communauté scientifique. L'ANR en assure la gestion. L'appel à projets est annuel.

## **4. 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 POS de politique et d'objectifs scientifiques. Ce document est actualisé tous les 2 ans. Il sera actualisé fin 2012. Le programme ASTRID édition 2012 s'appuie ainsi sur la même version que l'édition 2011 et ses orientations verront ainsi peu de changement par rapport à l'édition précédente 2011.

Les activités scientifiques sont ainsi répertoriées selon les 9 domaines scientifiques suivants :

### **Axe 1 : Ingénierie 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



### **Axe 2 : 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 complexes ; 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.

### **Axe 3 : 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.

### **Axe 4 : 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.

### **Axe 5 : Photonique**

Le domaine Photonique couvre les technologies relatives à l'utilisation de rayonnements électromagnétiques depuis les ondes THz jusqu'aux rayons  $\gamma$  :

- sources
- détecteurs
- fibres optiques
- systèmes d'imagerie
- techniques de spectroscopie
- métrologie temps-fréquence
- senseurs inertiels
- plasmonique
- métamatériaux



### **Axe 6 : 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, acoustiques
- 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.

### **Axe 7 : 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)

### **Axe 8 : 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

### **Axe 9 : 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.



[www.agence-nationale-recherche.fr](http://www.agence-nationale-recherche.fr)

Tél. : +33 (0)1 78 09 80 00

212 rue de Bercy - 75012 Paris France