

**PROGRAMMATION**  
de l'Agence Nationale de la Recherche

**2011-2013**

Édition 2013



Programmation

**2011-2013**

de l'Agence Nationale de la Recherche

# SOMMAIRE

<b>Cycle de programmation de l'ANR 2011-2013</b> .....	06
--	----

## ANNEXES fiches

<b>INSTRUMENTS NON THÉMATIQUES</b> .....	37
Blanc.....	38
Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs.....	41
Retour Post-Doctorants.....	43
Chaires industrielles.....	45
Appel à projets Franco-allemand en SHS.....	50
Espace de recherche ouvert en Europe pour les sciences sociales (ORA)- National Science Foundation.....	51

<b>DES SOCIÉTÉS INNOVANTES, SÛRES ET SOLIDAIRES</b> .....	52
Métamorphoses des sociétés :	
Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels.....	53
Sociétés Innovantes. Innovation, Nouvelle économie, Modes de vie (Soc Innov).....	61
Apprentissages.....	67

<b>SANTÉ ET ALLONGEMENT DE LA VIE</b> .....	74
Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan).....	75
Recherches Partenariales et Innovation Biomédicale (RPIB).....	83
Programme de Recherche Translationnelle de Santé (PRTS).....	88
Santé mentale et addictions (SAMENTA).....	94
Contaminants et Environnements : Santé, Adaptabilité, Comportements et Usages (CESA).....	102
Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net Infect-ERA sur les maladies infectieuses.....	112
Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net E-Rare-2 sur les maladies rares.....	113
JPI - Maladies neurodégénératives (JPND).....	114
Neuro-Compute : programme bilatéral de recherche sur les neurosciences computationnelles avec les Etats-Unis (NSF).....	121
Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net EraSynBio sur la biologie synthétique.....	122
Programme bilatéral de recherche en épigénomique humaine avec l'Allemagne (BMBF).....	123
Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net EuroNanoMed II sur la Nanomédecine.....	125
ERA-Net ANIHWA (EMIDA 2) - Bien-être et les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux.....	126
Programme conjoint dans le cadre de l'Art.185 sur l'assistance à la vie autonome (AAL 185).....	128

<b>LES RESSOURCES BIOLOGIQUES, SURVEILLANCE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</b> .....	129
<b>Comprendre, surveiller et se prémunir des impacts des changements globaux</b> ...	130
Sociétés, changements Climatiques et ENVironnementaux :	
Vers des approches scientifiques intégrées des défis (SOC&ENV) .....	131
JPI Climat .....	139
IGFA/Belmont Forum - Changements environnementaux .....	140
ERANET Biodiversité : BIODIVERSA 2 .....	141
BIOADAPT Adaptation : des gènes aux populations. Génétique et biologie de l'adaptation aux stress et aux perturbations .....	146
PLANT-KBBE : Génomique végétale .....	153
EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS) .....	154
<b>Développer une agriculture et une alimentation durables</b> .....	164
AGROBIOSPHERE Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources aux changements globaux .....	165
RURAGRI – ERA-Net Le défi de la durabilité :	
les nouvelles relations entre l'agriculture et le développement des zones rurales en Europe .....	174
Systèmes alimentaires durables .....	175
<b>LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE</b> .....	182
<b>Développer les nouvelles technologies de l'énergie</b> .....	183
Systèmes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED) .....	184
Production renouvelable et gestion de l'électricité (PROGELEC) .....	193
PROGELEC – Défi ANR DGA stockage de l'énergie .....	202
BioMatières & BioEnergies (Bio-ME) .....	205
<b>Promouvoir villes et mobilité durables</b> .....	214
Villes et Bâtiments durables : du cadre de vie aux systèmes urbains durables .....	215
Transports Durables et Mobilité (TDM) .....	224
<b>Technologies pour l'industrie post-carbone</b> .....	231
Matériaux et Procédés pour des Produits Performants .....	232
M-ERA.NET From materials science and engineering to innovation for Europe .....	240
Chimie durable – Industries – Innovation- CD2I .....	242
<b>LE NUMÉRIQUE</b> .....	250
<b>Technologies du numérique</b> .....	251
Infrastructures matérielles & logicielles pour la société numérique (INFRA) .....	252
Ingénierie Numérique & Sécurité (INS) .....	261
Contenus Numériques et Interactions (CONTINT) .....	268
Modèles Numériques (MN) .....	277
Long-term CHallenges in Information and Communication Sciences and Technologies (CHIST-ERA) .....	286
<b>Nanotechnologies</b> .....	292
Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N) .....	293
<b>SÉCURITÉ GLOBALE ET RECHERCHE DUALE</b> .....	304
ASTRID – Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense .....	305
Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité globale (CSOSG) .....	313



**ORIENTATIONS 2013  
DE LA PROGRAMMATION**



## CYCLE DE PROGRAMMATION 2011-2013

### Les orientations votées par le Conseil d'administration pour 2013

#### 1 Le contexte de la programmation 2013 de l'ANR

Acteur du décloisonnement, de la coopération et du dialogue, à l'écoute de la communauté scientifique, l'ANR met en œuvre chaque année une programmation votée par son CA des différents appels à projets qui seront ouverts à la communauté scientifique. A cette fin est organisé en amont un large processus d'échanges visant à identifier et prioriser les thématiques porteuses avec l'ensemble des interlocuteurs de la recherche et de l'innovation –alliances, organismes, académies, sociétés savantes, entreprises et ministères. Le travail complexe de priorisation s'inscrit dans le cadre des orientations stratégiques définies par le gouvernement.

La programmation 2013 de l'ANR achève le cycle triennal 2011/2013, et ce, dans un contexte de restriction de son budget. Une structuration nouvelle du cadre programmatique a été mise en place pour tenir compte des orientations générales fixées par la Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Beaucoup de pays industriels ont 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 d'ouvrir de nouveaux marchés susceptibles de rééquilibrer le commerce extérieur. La science et la technologie sont ainsi devenues des activités clé pour « sortir différents » de la crise. Tous les grands pays industriels ont simultanément décidé d'investir dans la recherche et l'innovation ce qui fait monter l'intensité de la compétition à l'échelle globale<sup>1</sup>. Cela amène certains à augmenter les budgets de recherche (Allemagne, Suisse, Finlande) ou à les redéployer massivement (USA, UK, Japon) vers des thématiques à fort potentiel d'innovation (écotechnologies, TIC, nanotechnologies, biotechnologies et désormais les systèmes de production avancés -*advanced manufacturing*-, etc.). Parallèlement, depuis 2011, la dépense de R&D des 10 plus grands pays d'Asie dépasse celle des Etats-Unis<sup>2</sup> avec des stratégies d'investissements massifs dans des infrastructures de pointe et, ce qui les distinguent des pays avancés, une stratégie de rattrapage en recherche fondamentale (en Chine principalement).

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 bouleverse les modes de communication, de production et d'échanges. Ces technologies assurent une large part de la croissance mondiale tout en créant de nouveaux modèles économiques. Le vieillissement des populations des pays industrialisés induit également des problématiques majeures de politiques de santé.

<sup>1</sup> Battelle and R&D Magazine, 2012 Global R&D Funding Forecast (Decembre 2011).

<sup>2</sup> National Science Board, 2012

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.

Cette stratégie est la seule possible mais elle est difficile car elle s'inscrit dans une compétition entre espaces économiques et sociaux, les pays industriels investissant tous fortement dans la R&D et l'innovation<sup>3</sup>, et les pays émergents entreprenant une course scientifique et technologique de rattrapage. On note de fortes convergences thématiques dans l'ensemble de ces plans étatiques en faveur de l'innovation. En l'absence de mise en cohérence, cela risque d'exacerber la concurrence notamment, au plan européen.

Dans ce contexte, comment les soutiens incitatifs de l'ANR peuvent-ils contribuer à de meilleures performances en matière de recherche et d'innovation ? Cette question se décline en multiples problématiques qui existaient avant la crise mais qui présentent aujourd'hui encore plus d'acuité :

- Comment faire en sorte que la recherche publique produise plus de recherches en rupture avec les cours actuels des sciences et techniques ?
- Comment répondre aux grands enjeux qu'affrontent nos sociétés en matière d'énergie, d'environnement et de santé ?
- Comment accompagner efficacement la montée en puissance et la créativité scientifique et technologique ?
- Comment rendre plus compétitif le système de recherche français face à la concurrence internationale ?
- Comment faire en sorte que le meilleur de la science française puisse mieux fertiliser les entreprises ?
- Comment consolider l'emploi et stimuler le tissu des entreprises ayant un ancrage territorial ?

C'est dans cet esprit qu'a été bâtie la programmation 2013 votée par le CA de l'ANR en s'appuyant sur les réflexions de l'ensemble des contributions.

## 2 La rationalité de la programmation 2013

### *Soutenir la recherche fondamentale*

La recherche fondamentale reste une composante majeure de l'agence. Les activités soutenant la recherche aux frontières de la connaissance sont plus particulièrement traitées dans les programmes non-thématiques qui représentent depuis 2010, 47 % du budget des appels à projets de l'agence et environ 70 % des projets soutenus par l'agence se positionnent sur une activité de recherche fondamentale.

---

<sup>3</sup> Le Gouvernement des USA entreprend une relance de la politique d'innovation (Innovation American Act) en favorisant notamment le « décloisonnement » des activités de recherche (par exemple : interaction recherche – patients en médecine), alors que les activités de capital risque diminuent suite à la crise de 2008 (Source : ADIT). Par ailleurs, s'étend le champ de la coopération scientifique avec la Chine (Source Ambassade de France à Washington)

Le programme Blanc finance chaque année près de 500 projets. En complément, l'ANR a mis en place une série d'instruments accompagnant la recherche fondamentale et incitant également la création ou l'orientation d'équipes vers des sujets émergents par le biais du financement de chaires d'excellence, ou encore des projets portés par des jeunes chercheurs.

### *Cibler la programmation thématique sur de grands enjeux socio-économiques*

Les acteurs économiques demandent un renforcement des activités de l'agence en matière de fléchage de recherche thématique et de renforcement de la recherche partenariale. C'est également le cas de certaines Alliances (ALLISTENE, ANCRE et ALLENI). Les rapports du Conseil d'analyse économique, de même que le rapport de Louis Gallois, insistent par ailleurs sur la nécessité d'un retour à des politiques industrielles sectorielles, à l'instar de la plupart des pays industriels, et sur les investissements de R&D et d'innovation en ciblant les secteurs pour lesquels la France possède de réels relais industriels et économiques, notamment par rapport à ses compétiteurs. L'exercice des Technologies clé<sup>4</sup>, en énumérant les différentes priorités, constitue une base solide de programmation.

### *Maintenir une part de recherche sur projets significative*

L'efficacité spécifique de la recherche en tant qu'activité, a déjà fait l'objet d'améliorations très sensibles : la présentation des travaux de recherche en mode projet a contribué à cette amélioration puisqu'il appelle un soin particulier dans les définitions des objectifs, la construction méthodologique des actions de recherche et des budgets. Depuis sa création, l'ANR a largement contribué à diffuser ce mode d'activité de recherche sur projets. Près de 5500 projets collaboratifs soutenus par l'ANR sont actuellement actifs dans presque tous les champs de la science. La part de recherche publique financée sur une base contractuelle en France représente moins de 20 %<sup>5</sup>, cette part se situant entre 35 % et 45 % dans les pays européens les plus productifs (Allemagne, Grande Bretagne, Danemark, Suède) et atteignant, mais dans des modèles très différents, 60 % aux Etats-Unis et 37 % au Japon.

### *Aider la recherche française à mieux communiquer*

La science et les chercheurs sont tout à la fois appréciés, célébrés, suspectés voire pris à partie par 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 dont le traitement n'en n'a pas permis une lecture éclairante. 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. L'ANR a initié depuis 2012, une démarche en ce sens en favorisant l'émergence d'actions de culture et communication scientifique, en rendant éligibles jusqu'à 10 % de l'aide par projet à ces dépenses.

<sup>4</sup> Technologies clé 2015, Ministère de l'Economie des finances et de l'industrie, DGCIS, Paris, 2011.

<sup>5</sup> source : ERA Watch



### 3 Le processus de programmation

La traduction en programmes thématiques des orientations stratégiques gouvernementales est un exercice largement ouvert s'appuyant sur des échanges permanents avec l'ensemble des acteurs de la recherche, et notamment les contributions des Alliances et des entreprises. La cohérence des propositions avec les orientations stratégiques mobilise les comités scientifiques sectoriels dont l'Art. 2 du décret portant création de l'agence prévoit qu'ils appuient l'agence dans la mise en œuvre de sa programmation.

La programmation thématique ambitionne de jouer un rôle d'accélérateur et d'amplificateur de thèmes de recherche qui émergent au sein de différentes composantes de la société. Il est fortement itératif. Elle bénéficie d'une méthodologie rigoureuse qui a fait l'objet en 2010 d'une certification ISO9001.

L'ANR s'est appuyée sur les travaux de son conseil de prospective<sup>6</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 proposition de programmation bénéficie ainsi des travaux de huit comités scientifiques sectoriels<sup>7</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 MESR.
- Les échanges avec les Alliances (ALLENVI, ALLISTENE, ANCRE, ATHENA, AVIESAN) ont largement contribué par leurs propositions écrites et leurs contributions en séance des CSS à définir les orientations de la proposition de programmation 2013.
- Les entreprises et les pôles de compétitivités 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 thèmes de recherche.

<sup>6</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>7</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)

- Les thèmes émergents et transversaux sont également traités par les contributions des Ateliers de Réflexion Prospective (ARP)<sup>8</sup> mis en place par l'ANR sur des orientations votées par son CA.

## 4 Les inflexions de la programmation 2013

La structuration des appels à projets de l'édition 2013 s'articule autour de trois composantes :

1. Les instruments non-thématiques
2. La construction de l'espace européen de la recherche et les collaborations multilatérales
3. La programmation thématique

Cette programmation tient compte également de la mise en place des projets Investissements d'avenir, c'est pourquoi certains instruments de la programmation n'ont pas été proposés pour une reconduction, car désormais pris en charge à un niveau plus important par les nouvelles structures.

Une série de mesures générales sont intégrées dans la programmation 2013, afin de contenir le flux de propositions soumises à l'ANR. Elles visent d'une part à contribuer à maintenir le taux de succès dans les appels à projets, tout en maintenant un niveau de financement par projet significatif. D'autre part, certaines mesures ambitionnent de renforcer l'implication des chercheurs permanents dans les projets, en limitant le volume de contrats à durée déterminée dans les projets de recherche.

### 4.1 Evolution des conditions de dépôts de propositions de projets

Trois mesures importantes seront intégrées dans les appels à projets :

- Seule une proposition par an pour un même coordinateur scientifique sera autorisée, et ce quel que soit l'appel à projets.
- L'engagement minimal du coordinateur scientifique est relevé de 33 % à 40 % de son temps de recherche.
- Il sera demandé aux porteurs de projets de veiller à contenir la part d'emplois temporaires dans les projets (doctorats, post-doc, CDD, intérimaires) à 30% du total des personnels (permanents et non permanents) affectés aux projets.

### 4.2 Evolution des conditions de financement des contrats de doctorants

En réponse aux souhaits exprimés par la communauté scientifique concernée, la programmation 2013, permet désormais d'étendre la possibilité de financer des contrats de doctorants aux domaines des sciences de la vie et des sciences humaines et sociales pour l'ensemble des appels à projets publiés par l'agence.

<sup>8</sup> Les résultats des ARP sont consultables sur la page web : <http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/ateliers-de-reflexion-prospective/>

### 4.3 Création d'un nouvel instrument (LabCom), les laboratoires communs avec les PME et les ETI<sup>9</sup>

Il est proposé un système d'appel permanent permettant le financement de la création de laboratoires communs avec des PME ou des entreprises de taille intermédiaire (ETI) afin d'encourager la recherche partenariale insuffisamment développée avec ce type d'acteurs en France. Ce nouvel instrument sera mis en place début 2013 dans le cadre des programmes thématiques de l'agence.

### 4.4 Renforcement de la politique des défis technologiques

La mise en œuvre de cet instrument a pour objectif la stimulation de la créativité par la notion de défis. L'ANR ambitionne de lancer plusieurs défis sur le modèle du défi de robotique CAROTTE en partenariat avec la DGA initié en 2009 et achevé avec succès en 2012. Plusieurs défis seront initiés en 2013 dans le cadre de la programmation thématique. Le premier défi technologique, en partenariat avec la DGA, traitera du stockage de l'énergie en lien avec le programme PROGELEC. D'autres défis seront annoncés dans le courant 2013.

## 5 Instruments non thématiques

Les instruments non thématiques contribuent notamment à soutenir l'essentiel de la recherche fondamentale en France. L'ANR reconduira en 2013 les principaux programmes qui structurent son action dans ce domaine et qui suscitent un vif intérêt auprès de la communauté scientifique : « **Blanc** », « **Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs** », ainsi que le programme « **Retour post-doctorants** ». En complément, le programme « **Chaires industrielles** » est un instrument spécifique non-thématique dédié au développement de la recherche partenariale et qui favorise le financement industriel autour d'actions de long terme notamment au sein des universités.

Le programme « Chaires d'Excellence » n'est pas reconduit en 2013, en raison de la mise en place des politiques d'attractivité au sein des actions du programme des Investissements d'avenir : IDEX, Labex Equipex, IHU, IRT, IEED....

#### *Recherche libre*

Le programme « **Blanc** » a pour objectif de reconnaître l'excellence et de renforcer notre potentiel de recherches novatrices. Depuis sa création en 2005, le programme « **Blanc** » a constitué une véritable opportunité pour les chercheurs de soumettre des projets mono ou multi-partenaires évalués sur les seuls critères d'originalité et d'excellence. Il est ouvert à tous les types de projets depuis les recherches les plus fondamentales jusqu'aux recherches appliquées ou partenariales, stimule les coopérations entre équipes de différents laboratoires, en particulier à l'international, ainsi qu'éventuellement avec des partenaires du monde socio-économique.

Le programme « **Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs** » a pour objet de soutenir les projets de chercheurs ou enseignants-chercheurs en début de carrière, de façon à favoriser leur prise de responsabilité, leur permettre de développer de façon autonome une

---

<sup>9</sup> Entreprises de taille intermédiaire

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.

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.

#### *Recherche partenariale*

Le programme des « **Chaires industrielles** » est ouvert à toutes les thématiques de recherche, sur des sujets définis entre les partenaires académiques et la ou les entreprise(s) cofinçant la chaire. Le projet est porté par un scientifique futur titulaire de la chaire. Il poursuit un triple objectif :

- réaliser des recherches dans des domaines prioritaires et stratégiques pour les acteurs publics et privés impliqués dans la chaire via un partenariat fort et durable,
- assurer une formation par la recherche de qualité en ajoutant à l'accueil de doctorants ou post-doctorants dans des laboratoires de recherche publique de haut niveau la vision, les méthodologies et l'expérience d'acteurs du monde économique,
- favoriser l'accueil et/ou le maintien d'enseignants-chercheurs éminents, français (expatriés ou non) ou étrangers au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche ou organismes publics de recherche.

## 6 Contribution à la construction de l'Espace Européen de la Recherche et aux actions multilatérales

Les actions européennes et internationales de l'ANR constituent désormais une composante importante de la programmation puisque qu'environ 15 % des projets soutenus sont des projets collaboratifs intégrant des équipes européennes ou internationales. Cette part n'a cessé de croître depuis la création de l'ANR.

Les collaborations transnationales de l'ANR sont intégrées autant que possible dans la programmation nationale, au niveau des priorités thématiques comme au niveau budgétaire.

La programmation de l'ANR tient compte de la dimension internationale des sujets et bon nombre de programmes thématiques affichent une composante internationale par le biais d'une participation à un ERA-NET ou une ouverture mutuelle de programmes en lien avec une ou plusieurs agences étrangères. Si les projets transnationaux sont similaires en qualité et budget aux projets nationaux, les coûts sont quant à eux partagés, chaque pays finançant ses propres équipes.

### **Collaborations européennes**

La collaboration européenne de l'ANR s'élabore en lien avec les principales agences de financement ou des ministères de la recherche, essentiellement dans le cadre d'actions de type ERA-NET ou de type programmation conjointe (JPI). L'ANR est membre de la gouvernance de six Initiatives de Programmation Conjointe (JPI) qui sont en cohérence avec sa programmation.

- JPI « Neurodegenerative diseases » : AAP 2013
- JPI « Agriculture, Food Security and Climate Change » : AAP 2013 Europe + USA, CA, NZ

- JPI « Connecting Climate Knowledge for Europe » : AAP 2013
- JPI « A healthy diet for a healthy life »
- JPI « Anti-Microbial Resistance »
- JPI « Healthy and Productive Seas and Oceans »

La programmation thématique de l'ANR a fait l'objet d'un croisement avec le contenu du 7ème PCRD pour 2013, afin de maintenir autant que possible une complémentarité optimale.

La stratégie de participation de l'agence dans les initiatives communautaires (ERA-NET, Articles 185 et JPI) y suit deux principes de base :

- Des ERA-NET / JPI qui sont en lien avec des programmes thématiques de l'agence : ils contribuent alors à nourrir sa programmation, à y apporter une dimension européenne sur des thèmes soutenus au niveau national, et permettent également de tester son positionnement thématique (exemples : AAL185, M-ERA.NET, JPI Climat, Plant KBBE, JPI Neurodegenerative diseases, JPI FACCE-Agriculture, Food Security and Climate Change).
- La collaboration européenne amène une forte valeur ajoutée pour accélérer significativement la recherche, atteindre la masse critique et faciliter l'accès aux données nécessaires (exemples : E-Rare 2, EuroNanoMed 2, INFECT-ERA, ANIHWA, ERA-SynBio, CHIST-ERA, etc.).

L'ANR prévoit de contribuer à 11 appels à projets d'ERA-NETs en 2013 (cf. fiches programmes en annexe) :

<i>Environnement</i>
ERA-NET Biodiversa 2
Programme multilatéral PLANT/KBBE Génomique végétale
JPI FACCE
<i>Numérique</i>
ERA-NET CHIST-ERA : long term CHallenges in IcST
<i>Matériaux</i>
M-ERA.NET : From materials science and engineering to innovation for Europe
<i>Bio-Santé</i>
ERA-NET ERARE 2 : maladies rares
ANIHWA : Santé animale
ERANET SynBio : Biologie de synthèse
JPI - Neurogenerative disease
Epigénomique BMBF
ERA-NET INFECT : maladies infectieuses
EURONANOMED : nanomédecine
AAL 185 – Ambient Assisted Living

### Renforcement de la collaboration franco-allemande

La collaboration bilatérale avec l'Allemagne se renforce. La Deutsche Forschung Gemeinschaft (DFG) élargit son partenariat avec l'ANR via, d'une part, la reconduction de l'appel commun dédié aux SHS et, d'autre part, une ouverture du programme Blanc aux projets franco-allemands toutes disciplines confondues (hors SHS).

En 2013, l'ANR prévoit également d'organiser un appel conjoint avec le BMBF sur l'épigénomique. De même, l'appel Mat&Pro sera ouvert aux projets franco-allemands en partenariat avec le programme du BMBF analogue sur les matériaux. En matière de sécurité globale, l'association avec le BMBF se prolonge dans le domaine programmatique dans le cadre d'un atelier de réflexion prospective sur ce thème afin de déboucher sur une programmation conjointe dans ce domaine.

### **Améliorer la présence française à l'ERC**

Afin de stimuler l'offre scientifique française à l'ERC, est intégrée une condition dans le programme « Jeunes Chercheuses-Jeunes Chercheurs » demandant aux lauréats de ce programme de soumettre une proposition à l'ERC pendant la durée de leur projet. Le suivi des projets JCJC portera notamment sur cette condition avec une audition du coordonnateur à mi-parcours devant un panel d'experts avant soumission à l'ERC.

### **Collaborations multilatérales**

Dans le cadre de la montée en puissance des collaborations internationales, on peut signaler la mise en place de programmes visant à traiter des questions d'environnement global et l'ANR contribuera au Belmont Forum pour la partie européenne et les agences d'autres pays comme les USA, Canada, Chine, Japon, Brésil, Afrique du Sud, etc.

Le renouveau des demandes de coopération scientifique avec les pays de la Méditerranée et d'Afrique subsaharienne. Un accord cadre de collaboration avec l'AIIRD a été signé afin de permettre une meilleure intégration des équipes du Sud et leur financement dans les projets de recherche soutenus par l'ANR, et portera en 2013 sur les appels CESA et Agrobiosphère.

En matière de programme transdisciplinaire l'ANR collaborera avec la NSF dans le cadre du programme sur les neurosciences computationnelles (Programme Neurocompute) à l'interface des sciences de la vie et des technologies de l'information et de la communication.

Enfin dans le domaine des sciences sociales, l'appel « ORA - Open Research Area for social science », commun à l'ANR, à la DFG (Allemagne), au NWO (Pays-Bas) et à ESRC (Grande-Bretagne) sera également ouvert avec un nouveau partenaire, la NSF des Etats-Unis. L'appel sera non thématique.

<b>Collaborations multilatérales</b>
Belmont Forum en collaboration avec JPI Climat
Neurocompute (en collaboration avec la NSF) : neurosciences computationnelles
ORA Open Research Area for social sciences (DFG, NWO, ESRC, NSF)

### **Financement des collaborations internationales dans le programme Blanc**

Le partenariat international vise à faciliter le financement de collaborations associant les meilleures équipes françaises et étrangères incluant les pays émergents (notamment Chine, Brésil et Inde) et le groupe des pays développés d'Asie (Japon, Taïwan, Corée, Singapour).

L'ANR a mis en place des accords de coopération avec les principales agences de financement en Europe et dans le monde notamment en recherche fondamentale.

La programmation 2013 intègre désormais l'ensemble des collaborations bilatérales (hors appels thématiques) dans le cadre du processus d'évaluation du programme Blanc. Cela permet une homogénéité de l'évaluation et de la sélection et un traitement unique des propositions.

## 7 Programmation thématique

La structure de la programmation thématique 2013 est organisée autour de grands enjeux sociétaux en cohérence avec Horizon 2020 :

- Des sociétés innovantes, sûres et solidaires
- La santé et l'allongement de la vie
- Les ressources biologiques, la surveillance et la protection de l'environnement
- La transition énergétique et l'industrie post-carbone
- Le numérique
- La sécurité globale et la recherche duale

L'ensemble des fiches détaillant les objectifs et des axes thématiques des programmes sont consultables en annexe de ce document.

### 7.1 Des sociétés innovantes, sûres et solidaires

Les programmations thématiques à l'échelle internationale intègrent de plus en plus la capacité des SHS à intervenir sur les grands enjeux de sociétés. Au-delà de la diversité de leurs méthodes et objets d'études, les sciences humaines et sociales ont en commun de développer de nouvelles approches pour comprendre le monde et les grandes problématiques ou mutations que rencontrent nos sociétés. Elles permettent de les resituer dans une perspective de temps long et dans leur diversité, de distinguer les évolutions, les transformations, les ruptures comme les invariances. Elles contribuent ainsi à la réflexivité des sociétés, à l'invention de nouveaux possibles et d'options pour leur développement. La programmation 2013 en Sciences Humaines et Sociales s'inscrit dans la continuité du cadre programmatique 2011-2013, avec un renouvellement de thématiques sur une base annuelle pour certains programmes.

Le soutien aux projets de sciences humaines et sociales à l'ANR s'oriente autour de trois pôles : les programmes non thématiques (Blanc et Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs) représentant 50 % des projets financés, la programmation internationale et la programmation thématique correspondant respectivement à 20 et 30 % des aides affectées à ce secteur. Sur le plan international, l'année 2013 verra le renouvellement de l'Appel franco-allemand en collaboration avec la DFG, colonne vertébrale des coopérations européennes ; ainsi que l'appel ORA en partenariat avec l'Allemagne, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas et les USA.

La programmation thématique se compose du programme « **Métamorphoses des sociétés** » dont l'objectif est de cerner les diverses formes du changement dans les sociétés par une approche favorisant la pluridisciplinarité, principalement interne au domaine scientifique. La multiplicité des questions scientifiques à traiter conduit à proposer au sein du programme des appels à projets plus spécifiques renouvelés sur une base

annuelle. En 2013, il est proposé d'ouvrir pour la seconde année l'appel « *Emergence des cultures et des phénomènes culturels* ».

La programmation SHS s'inscrit résolument dans la construction d'une recherche fortement pluridisciplinaire associant plusieurs domaines scientifiques. C'est pourquoi deux programmes transdisciplinaires à forte composante SHS sont proposés dans la programmation 2013. Le programme « **Sociétés Innovantes** », proposé pour la troisième année consécutive, est le pilote de cette action. La dynamique et l'intérêt scientifique de ce programme justifient une troisième édition.

Dans le même esprit, le nouveau programme « **Apprentissages** », conçu à la suite d'un ARP sur ce thème, rencontre les besoins de recherche émanant d'autres domaines scientifiques, notamment les TIC et les neurosciences.

### **Programme Métamorphoses des sociétés**

Le programme pluriannuel « **Métamorphoses des sociétés** », destiné à l'ensemble des sciences humaines et sociales, a pour objet de rendre compte des transformations des sociétés dans un environnement marqué par de nouvelles formes d'échanges, d'interdépendance et de différenciation entre les cultures et par certaines formes de globalisation des modes de vie et de pensée. L'appel 2013 portera sur la thématique :

#### *Appel 2013 : Emergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels*

Cet appel à projets doit permettre de mieux analyser et comprendre les phénomènes culturels dans leur ensemble à travers leur histoire et de mieux appréhender les conditions de leur émergence, de leur diffusion, de leur obsolescence et de leur disparition. Il permettra d'approfondir les travaux sur l'hominisation, sur l'évolution des systèmes symboliques et d'apprécier les dimensions culturelles et sociales de l'esprit humain. Il doit aussi permettre de mieux cerner les interactions entre biologie, culture et environnement au cours de l'évolution de l'humanité.

### **Programme Sociétés innovantes**

Ce programme est transdisciplinaire. Il entend favoriser la coopération et la confrontation des approches des disciplines des SHS et des problématiques soulevées par les autres disciplines scientifiques et par le développement technologique. Il ambitionne de renforcer les partenariats entre entreprises, équipes des SHS et laboratoires de divers champs thématiques (STIC, nanotechnologies, matériaux, énergie, transport, habitat, environnement, production agricole et alimentaire, procédés industriels, santé, etc.) qui s'intéressent aux comportements individuels et sociaux et aux modèles économiques dans les situations d'innovations technique ou sociale. Il s'agit de mieux comprendre les modes de diffusion, d'appropriation/refus des innovations et de contribuer à l'étude des processus d'intégration de la nouveauté par les individus, les groupes, les sociétés ; d'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 ; de favoriser les approches comparatives entre secteurs, territoires, pays et sociétés, ainsi que les comparaisons temporelles et internationales.

### **Programme Apprentissages (nouveau programme)**

Ce nouveau programme, transversal, a pour objectif le développement de connaissances sur les représentations et les mécanismes impliqués dans toutes les formes de l'apprentissage. La meilleure compréhension des apprentissages implique également des progrès dans le domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la



Communication (STIC), ainsi que dans le domaine de la Biologie et de la Santé et dans d'autres domaines.

L'accélération du progrès des connaissances a des conséquences concernant leur acquisition. Depuis les débuts de l'automatisation, les machines et dispositifs techniques évoluent vers une capacité à remplir des tâches assurées par l'homme. Les processus d'apprentissages sont devenus l'un des enjeux de l'innovation en matière de robotique notamment et posent des questions sur les rapports entre apprentissages humains et apprentissage automatique. Plus généralement, les progrès scientifiques et technologiques entraînent de profonds changements dans le système éducatif et de formation, qui doit concilier l'acquisition des compétences de base avec des objectifs de spécialisation et de formation professionnelle. L'allongement de la durée de la vie fait émerger de nouvelles questions portant sur la capacité d'apprendre tout au long de la vie.

## 7.2 Santé et allongement de la vie

L'ANR est la première source de financement sur projets pour la recherche en biologie et les disciplines biomédicales. Divers instruments sont proposés pour soutenir des projets relevant de la biologie fondamentale, de la recherche biomédicale, du développement d'outils d'investigation, ou d'un processus de valorisation. Ces aspects sont pris en compte dans tous les programmes, mais concernés à des degrés divers selon leur nature et leurs ambitions afin d'assurer un financement équilibré des différentes disciplines du secteur et promouvoir les domaines perçus comme émergents, transversaux ou prometteurs.

La définition des programmes et de leurs espaces respectifs répond aux priorités de politiques publiques, aux recommandations émises par le comité scientifique sectoriel biologie-santé et l'Alliance AVIESAN, à l'analyse de la programmation des grandes agences internationales, ainsi qu'aux réponses faites à l'enquête épistolaire de l'ANR auprès des institutions françaises concernées par la recherche en biologie et dans les disciplines biomédicales (Universités, Académies, sociétés savantes, entreprises).

Les programmes non-thématiques (principalement Blanc et Jeunes Chercheuses/Jeunes Chercheurs) soutiennent de manière régulière et relativement stable, la biologie fondamentale (moléculaire, structurale, cellulaire, et du développement), le développement de nouvelles méthodes d'investigation du vivant (imagerie, « omics », biologie systémique), et les grands domaines de la recherche biomédicale tels que définis autour des organes et des pathologies. La partie non thématique représente actuellement environ 65% des financements de l'ANR en biologie-santé. Ils garantissent l'excellence, l'innovation et la créativité de la recherche dans ce domaine. Les programmes thématiques en biologie-santé ont pour mission de compléter les financements non-thématiques de l'ANR en privilégiant les domaines émergents, les approches transversales et pluridisciplinaires et la valorisation de la recherche notamment par l'implication des entreprises dans les projets.

Les programmes thématiques nationaux concernent plus particulièrement des grands enjeux de société et la recherche partenariale dans ce secteur.

Les programmes de recherche partenariale associent obligatoirement des équipes académiques et industrielles proposant des projets dans les domaines des Technologies pour la Santé (**TecSan**) ou de l'innovation biomédicale (**RPIB**). Ils soutiennent les projets de mise en application de la recherche en amont des développements industriels, ceci sans exclusion quant aux thématiques proposées. Ces programmes sont exclusivement partenariaux. En complément du soutien à la valorisation industrielle, l'ANR met en place, à la demande des ministères de la santé et de la recherche, dès 2013 un nouveau programme

de valorisation de la recherche destiné à faciliter le transfert d'approches innovantes vers des études cliniques en milieu hospitalier. Ce programme de « **Recherche clinique translationnelle** » sera cofinancé par la DGOS en lien avec le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC). Il émane notamment des orientations souhaitées par AVIESAN.

Afin de renforcer les collaborations européennes et l'articulation des appels à projets entre le niveau national et le niveau européen, l'ANR propose pour 2013 l'ouverture de plusieurs nouveaux programmes thématiques transnationaux concernant la constitution de cartes de l'épigénome, la biologie synthétique, les neurosciences computationnelles, les maladies infectieuses émergentes, les maladies neurodégénératives, et les applications médicales des nanotechnologies. Ces appels nouveaux viendront compléter les financements existants sur les contaminants environnementaux et la santé, les maladies mentales et les addictions, les maladies rares, la santé animale, l'aide à l'autonomie, et la médecine régénérative.

Pour rappel, la composante européenne et internationale de ce champ thématique représente environ 20% de l'activité de ce secteur et est constituée des programmes suivants :

- Immunologie, microbiologie, inflammation, maladies infectieuses ERA-NET InfectERA (nouveau programme)
- Maladies rares, physiopathologie, métabolisme ERA-NET e-RARE
- Joint Programming Initiative on Neurodegenerative Diseases (JPND)
- AAL 185, Ambient assisted living
- Computational neurosciences (à l'interface STIC et santé)
- Biologie synthétique et épigénomique (ERA-NET SynBio)
- Programme franco-allemand Epigénome (en partenariat avec le BMBF)
- Nanomédecine ERA-NET EuroNanoMed2 (nouveau programme)
- Santé animale ERA-NET ANIHW

### **Programme Technologies pour la Santé (TecSan)**

Ce programme exige un partenariat avec une entreprise. Il a pour objectif de promouvoir les technologies et méthodologies innovantes appliquées aux domaines de la santé et de l'autonomie. Il concerne en particulier 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, le traitement et la modélisation des données ainsi que les méthodes de prise de décision.

La part des technologies médicales et de l'imagerie reste importante pour améliorer le diagnostic et la mise en œuvre de stratégies thérapeutiques innovantes. Le secteur industriel des technologies pour la santé représente un enjeu économique important. Le tissu industriel français, fait surtout de PME, est un maillon indispensable pour passer du laboratoire au lit du patient. Il doit bénéficier des transferts de technologie ou des co-développements réalisés dans les projets financés par l'ANR.

### **Programme Recherche Partenariale et Innovation Biomédicale (RPIB)**

Ce programme exige un partenariat avec une entreprise. Il a pour objectif le financement de projets destinés à exploiter les résultats de recherches académiques dans le domaine de la santé et promouvoir leur transfert vers des applications industrielles. Il soutient la recherche

translationnelle sur les maladies communes et les maladies rares, afin d'aider au développement de nouvelles approches thérapeutiques (médicaments, produits biologiques, cellules...), d'innovations galéniques, de nouveaux vaccins, de nouvelles approches et outils pour le diagnostic, le pronostic et le suivi thérapeutique. Le programme soutient également des projets visant à faciliter, accélérer, améliorer et augmenter l'efficacité et la productivité de la recherche biomédicale (modèles in silico, cellulaires et animaux, nouveaux outils pour la recherche...) ainsi que de la production de biomolécules.

### **Programme Recherche Translationnelle en Santé (PRTS) - (nouveau programme)**

Ce nouveau programme qui sera initié en 2013, exige un partenariat avec une équipe médicale hospitalière. Son objectif est de faciliter la préparation et la réalisation des phases initiales d'essais cliniques conduits par les investigateurs (et non par un promoteur industriel). Il s'agit d'un programme conjoint avec le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) soutenu par le ministère de la santé. Il répond au besoin, jusque-là non couvert, de soutenir des projets reposant sur une preuve de concept déjà démontrée, et donc difficilement retenus dans les programmes de l'ANR destinés à la recherche exploratoire, mais nécessitant des études complémentaires avant qu'une investigation à grande échelle chez l'homme soit pertinente et justifiée, -et donc difficilement pris en considération par le PHRC-. Le programme entend apporter le soutien nécessaire à la mise en œuvre de ces études complémentaires. Elles peuvent consister en des investigations dans des modèles animaux, en particulier des gros animaux, ou en des études cliniques préalables au lancement de l'essai clinique envisagé à terme.

### **Programme Neurosciences, santé mentale, maladies neurodégénératives. Programme national (SAMENTA) sur la santé mentale et les addictions**

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.

### **Programme national Contaminants, Environnement, Santé, Adaptabilité, Comportements et Usages (CESA)**

Ce programme pluridisciplinaire est construit à l'interface entre les sciences de la santé et de l'environnement. Le programme CESA entend aider à une meilleure connaissance fondamentale sur les contaminants, sur leurs cycles et transferts entre les différents compartiments des écosystèmes, sur leurs effets sur les écosystèmes et sur la santé humaine et animale. Il concerne la détection des contaminants et de leurs produits de transformation, l'écotoxicologie et la toxicologie, les études de physiopathologie, de biologie fonctionnelle et moléculaire, l'épigénomique, et l'épidémiologie. L'appel à projets 2013, ouvert dès le mois d'avril dernier, soutient les recherches sur les capacités d'adaptation et de résilience des organismes exposés à des contaminants isolés ou en mélanges, les questions d'exposition et de comportement face aux contaminations, ainsi que les recherches sur des méthodes innovantes de bio-dépollution, bio-transformations ou bio-dégradations. Les connaissances produites par les projets financés permettront de constituer une écotoxicologie et une toxicologie prédictives, et contribueront à l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des innovations technologiques, des méthodes de détection des contaminants, et des méthodes de bio-décontamination ou de bio-remédiation des environnements contaminés, ceci afin de protéger plus efficacement les individus.


## 7.3 Les ressources biologiques, surveillance et protection de l'environnement

### 7.3.1 Comprendre, surveiller et se prémunir des impacts des changements globaux


L'utilisation intensive des ressources naturelles, en raison du développement des sociétés humaines, conduit à relever un double défi planétaire au XXI<sup>ème</sup> siècle :

- le maintien des ressources, notamment biologiques, pour faire face tant aux besoins alimentaires qu'énergétiques, biochimiques,...
- le maintien des services environnementaux (climat, air, eau, sol, ...), des services écosystémiques et de la biodiversité, nécessaires au développement et la sécurité des populations humaines, animales et végétales.

Les questionnements scientifiques sur ces enjeux nécessitent désormais une vision appréhendant les interactions d'échelles, de la cellule à une population, de la parcelle au paysage, de la région au globe, de la journée à la décennie. L'interdisciplinarité et la transdisciplinarité science-société s'y trouvent renforcées. C'est dans ce contexte que des approches de recherche innovantes, transverses, intégrées ou internationales sont développées. Le pilier central de la programmation élaboré en intégrant les priorités exprimées par ALLENI est celui de la gestion durable des territoires, de leurs ressources et de leurs services, sous contrainte des changements globaux (climatiques mais aussi démographiques et, plus généralement des impacts anthropiques liés à l'évolution des pratiques et des modes de vie).



La stratégie déployée est d'explorer et de stimuler les convergences entre les différentes thématiques : la génomique pour l'étude de l'adaptation, l'écologie et la biodiversité, l'agronomie, les pêcheries et la foresterie durables, l'impact des contaminants sur la santé, celui du changement climatique sur les écosystèmes et les sociétés, et les capacités de ces dernières pour s'adapter vers une économie verte.



Le renforcement progressif de la dimension internationale des programmes constitue une autre évolution notable permettant d'augmenter la masse critique des chercheurs nécessaire pour aborder les problèmes environnementaux qui sont transversaux aux frontières. Ceci est assuré par des ERA-NETs pour la composante européenne et aux programmes plus larges sur le changement global environnemental coordonnés par le Conseil International pour la Science<sup>10</sup> ou la Global Research Alliance<sup>11</sup>.

#### Changement global et sociétés

Les enjeux d'adaptation à grandes échelles face aux évolutions du climat, de l'air, de l'eau et des sols nécessitent des avancées conjointes dans le domaine des sciences de la nature et des sciences humaines, sociales et économiques. L'émergence d'une communauté interdisciplinaire à forte visibilité est promue conjointement par un programme transverse « **Sociétés, changements climatiques et environnementaux** » (SOC&ENV). Ce programme transverse est dédié vers des approches intégrées en Sciences du Système Terre pour un développement soutenable, interconnectant recherche sur les changements climatiques et environnementaux 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

---

<sup>10</sup> [www.icsu.org](http://www.icsu.org)

<sup>11</sup> [www.globalresearchalliance.org](http://www.globalresearchalliance.org)

sciences de la nature (climat inclus), et entre les sciences de la nature (climat inclus) et les SHS. Les questionnements associés à la dynamique des sociétés humaines face aux contraintes climatiques et 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 est complété par un appel à projets dans le cadre de l'action européenne **JPI Climat**, en lien avec AllEnvi, sur les enjeux climatiques, et par un appel à projets international multi-agences avec les pays du G8 et les BRICS dans le cadre du « **Belmont Forum** » sur les enjeux associés à l'eau et la vulnérabilité des zones côtières. Conjointement au Belmont Forum et à la JPI FACCE, l'ANR contribuera à un appel conjoint (thématique en cours de définition) en 2013.

Les enjeux associés à l'évolution et l'érosion de biodiversité sont développés à travers l'ERA-NET **Biodiversa**. Après un appel en 2012 sur la modélisation de l'évolution de la biodiversité sous contrainte des scénarios du changement global, ce programme se focalisera sur les espèces invasives et les perturbations induites sur les écosystèmes, et leurs contrôles.

### **Les mécanismes génétiques d'adaptation**

Les enjeux d'adaptation des espèces et des populations aux changements globaux posent la question de la capacité d'adaptation génétique et de son amélioration. Cette thématique est développée à travers le programme national **BIOADAPT** avec 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. Le programme soutient les recherches en biologie et génétique sur la compréhension 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. L'enjeu scientifique porte sur la compréhension 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 mettre en œuvre ces connaissances, le programme appuie également les recherches sur les méthodes et outils qui permettent de favoriser les capacités d'adaptabilité et de résilience écologique des espèces et des communautés et d'améliorer les variétés et les races en réponse aux changements globaux. Le programme **BIOADAPT** est complété par un volet international « Knowledge Based BioEconomy » (**KBBE**) dont l'objectif est de sélectionner des plantes et algues cultivées pour une meilleure adaptation aux changements globaux et à la diminution des intrants, visant le renforcement de la compétitivité du secteur impliqué et de la coopération entre recherches publique et industrielle.

### **Ecotechnologies et EcoServices (ECO-TS) (programme nouveau)**

Le programme ECO-TS cible à la fois les notions de recherche technologique, mais également de R&D pour les services, dans l'objectif de renforcer 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, surconsommation des matières premières), mais également les pressions émergentes générées par certains processus du changement global (changement climatique, préservation des ressources naturelles, risques naturels, événements extrêmes). Le programme étend la problématique des ecotechnologies vers une économie circulaire des flux de matières, et vers les technologies et les services pour prévenir, gérer et remédier les impacts induits par les changements environnementaux de différentes natures (pollution, risque hydro-climatique, etc.). Ce programme est fortement partenarial.

### 7.3.2 Développer une agriculture et une alimentation durables

#### Ressources durables agricoles et halieutiques

Il faut donc ménager des transitions vers des systèmes productifs inévitablement intensifs en certaines ressources -en particulier les fonctionnalités naturelles des écosystèmes- en raison des besoins accrus en haut rendement, mais aussi durables. Cette thématique est développée à travers un programme national **AGROBIOSPHERE**. Les technologies relatives 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 et une meilleure maîtrise des interactions biotiques. Le programme vise donc à offrir des voies de sortie technologiques, économiques et sociales aux problèmes de la viabilité et de l'adaptation des écosystèmes productifs et des ressources face aux changements globaux. Une collaboration internationale liant le **JPI FACCE** et la Global Research Alliance sur la remédiation des gaz à effet de serre produits par les élevages.

La transformation des denrées alimentaires visant à produire des aliments sains et de faible coût répondant à l'attente des consommateurs, dans un contexte d'augmentation des coûts énergétiques et de la paupérisation d'une partie de la population, est développée dans le cadre du programme national (ALID). L'objectif est d'inciter à la construction de systèmes durables de production, de distribution et de consommation des aliments, en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs, ainsi que la protection des écosystèmes, dans un contexte de changements globaux (changement climatique, raréfaction et renchérissement de l'énergie, volatilité des prix et variabilité des matières premières, urbanisation et augmentation de la population mondiale). Le programme ALID s'articule autour de deux axes. Le premier concerne l'accès de tous à une alimentation durable de qualité. Il s'attachera à améliorer l'accessibilité des produits en termes de disponibilité, de prix d'achat, de praticité et service, tout en maintenant leurs qualités, en plaçant le consommateur, et de manière plus large le citoyen, au cœur des investigations. Le deuxième 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 multi-filières (distribution, logistique, restauration hors domicile...), en prenant en compte l'ensemble des contraintes et exigences des différents acteurs.

La composante européenne et internationale dans cette thématique est représentée par les programmes Belmont Forum, ERA-NET Biodiversa2 et Programme multilatéral Plant/KBBE.

### 7.4 La transition énergétique et l'industrie post-carbone

La transition énergétique constitue un sujet majeur pour l'ensemble de la société. D'abord parce qu'elle place l'individu, consommateur d'énergie pour ses activités et son confort, au cœur même de la problématique. Mais également parce qu'elle interagit de manière étroite avec les enjeux économiques et de préservation de l'environnement, dans une perspective de développement qui relève d'un cercle vertueux où toute évolution des sociétés respecte l'impératif, maintenant adopté par la plupart des Etats, de diminution des émissions polluantes et des gaz à effet de serre. Cette nécessaire diminution résultera principalement de la mise en œuvre d'approches complémentaires :

- il s'agit d'abord de gérer les ressources énergétiques, en contrôlant les gisements épuisables, en utilisant au mieux les énergies renouvelables et en développant des modes de substitution aux énergies fossiles,

- il faut également développer l'efficacité énergétique de l'ensemble de la chaîne qui capte, stocke, convertit et restitue l'énergie,
- il est aussi indispensable de diminuer le coût et l'impact environnemental des principaux secteurs d'utilisation de l'énergie, que sont l'industrie, le transport et l'habitat,
- l'activité anthropique restant au centre de toute analyse, il importe de veiller aux usages qui participent des modalités de l'acceptabilité de la transition énergétique, en intégrant tous les aspects socio-économiques qui lui sont reliés, mais également en explorant les voies nouvelles de réduction de la consommation, et celle de la capture, du stockage et de la valorisation du CO<sub>2</sub>.

D'autre part, les tensions fortes sur les matières premières non renouvelables depuis plusieurs années conduisent à un examen des stratégies de R&D visant à optimiser la consommation de matière première ou à développer des innovations permettant la substitution de certains matériaux rares. Le monde de l'industrie a largement intégré dans ses stratégies d'innovation et d'investissement, la réalité de certaines contraintes (croissance du coût énergétique, crédits CO<sub>2</sub>, maîtrise des rejets, recyclage, règlement REACH, ...), mais cela va requérir un investissement considérable de R&D pour trouver des solutions durables. La compétitivité des entreprises implantées en France (et donc des emplois qui y sont associés) dépendra à terme de la pertinence de ces solutions.

Cette thématique est essentiellement couverte par deux programmes « **Matériaux et Procédés** » (MatetPro) et « **Chimie Durable Industries-Innovation** » (CD2I) qui s'inscrivent dans une large thématique liée au développement durable et à la compétitivité des entreprises. Les programmes partenariaux **MatetPro** pour des produits performants et **CD2I** se situent à l'intersection d'une recherche allant de l'amont à la R&D et de plusieurs préoccupations sociétales majeures, toutes liées aux évolutions de la société européenne et à des contraintes mondiales (énergie, réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, réduction des autres empreintes environnementales et compétitivité).

#### 7.4.1 Développer les nouvelles technologies de l'énergie

Actuellement articulée autour des nouvelles technologies de l'énergie, associant à la fois recherche académique et une forte proportion de partenariat public-privé (environ 70% des projets), la programmation 2013 prend en compte aujourd'hui une analyse plus globale et une gestion intégrée de l'ensemble du cycle énergétique, qui préserve toutefois une contribution équilibrée des sciences pour l'ingénieur et des sciences humaines et sociales, avec des appels ponctuels à d'autres champs scientifiques (sciences du vivant, physique...).

C'est pourquoi les trois grands vecteurs énergétiques que sont l'électricité, la chaleur et les bio-carburants, constituent les lignes forces du cycle de programmation. Plus précisément, c'est l'ensemble, - systèmes énergétiques efficaces & décarbonés, production renouvelable & la gestion de l'électricité et enfin bio-matières & bio-énergies -, qui structure cette vision de l'énergie durable. Complétant ces trois grands axes, les deux grands secteurs d'application que sont le bâtiment et le transport se trouvent également affichés dans un cadre respectueux des choix sociétaux et de leur lien direct en termes de coûts environnementaux et de consommation d'énergie.

### **Systèmes énergétiques efficaces et décarbonés (SEED)**

Le programme **SEED** a pour objectif de stimuler les recherches dans le domaine de l'efficacité énergétique dans les équipements et les systèmes industriels, les équipements climatiques du bâtiment, notamment pour les futurs bâtiments à basse consommation, 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 énergétique, 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 en France d'ici 2050.

### **Production renouvelable et gestion de l'électricité (PROGELEC)**

Le programme **PROGELEC** inclut, lui, un large champ thématique ayant pour objectif le développement de constituants et de systèmes innovants de production d'électricité à partir des énergies renouvelables, notamment du solaire photovoltaïque. Il a également vocation à regrouper les recherches relatives aux systèmes embarqués et stationnaires de stockage et de production (vecteur hydrogène, stockage électrochimique). De façon plus globale, il vise à optimiser les systèmes de production, de stockage et les réseaux électriques intelligents associés, avec une prise en compte de l'intermittence.

Un défi technologique sur le stockage électrochimique de l'énergie sera initié dans le cadre du programme PROGELEC en partenariat avec la DGA.

### **Biomatières et Bioénergies (Bio-ME)**

Le programme Bio-ME (bio-matières & bio-énergies) accompagne le développement de vecteurs énergétiques issus de la biomasse, à faible impact environnemental. La biomasse constitue un des potentiels les plus importants parmi les énergies renouvelables. Toutefois, la généralisation de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques (hors bois-énergie) exige le développement de filières économiquement viables. Cette viabilité pourrait être assurée par une valorisation conjointe, matières et énergies, en particulier par le développement d'applications en chimie du végétal (à partir de molécules plateformes issues de la biomasse), dans le cadre de bio-raffineries. 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>nd</sup> et 3<sup>ème</sup> génération), utilisables dans le secteur du transport. Pour atteindre cet objectif ambitieux, il est nécessaire de réduire les coûts, d'améliorer la productivité et l'économie des filières, notamment en valorisant mieux leurs coproduits.

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>nd</sup> génération, en renforçant, en particulier, les initiatives des PMI-PME dans ce domaine.

## **7.4.2 Promouvoir villes et mobilité durables**

En lien avec la programmation dans le domaine de l'énergie, la ville et ses bâtiments, comme la mobilité durable sont étroitement dépendants des conditions d'usage de l'énergie. Deux programmes traitent de ces problématiques essentielles : « Villes et bâtiments durables » et « Transports durables et mobilité ».



### **Programme « Villes et bâtiments durables » (VBD)**

Le programme **VBD** est centré sur la durabilité du cadre et des lieux de la vie quotidienne urbaine, depuis l'échelle du bâtiment jusqu'à celle de l'aire urbaine. Il s'inscrit dans un contexte de changements structurels forts et incertains : métropolisation, raréfaction de ressources naturelles, limitation de l'impact des activités urbaines et de construction, adaptation aux changements climatiques et démographiques. 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 compréhension des phénomènes, de la mesure, de la modélisation et de la conception, mais également de la mise en œuvre des techniques et des modes d'intervention. Le programme se concentre autour de 4 thèmes : (a) dynamiques et organisations urbaines, pratiques et mobilités ; (b) bâtiment, construction, îlot à énergie positive et à faible impact environnemental ; (c) environnement urbain, écosystèmes, métabolisme, ressources et gisements et enfin, (d) approches multi-échelles et transversales, gouvernance.

### **Transports durables et mobilité (TDM)**

Le programme **TDM** a pour but le développement de connaissances et la construction de briques technologiques nécessaires aux avancées dans le domaine des transports. Il vise à augmenter l'efficacité énergétique, la qualité, la fiabilité, la fluidité et la sécurité des véhicules et des systèmes de transport. Il s'agit plus précisément de soutenir des travaux depuis les systèmes de motorisations (thermiques, électriques, hybrides) jusqu'à la gestion des systèmes de transport et l'optimisation des flux logistiques. De même sont explorées les problématiques d'optimisation globale, de sécurité, de fiabilité, d'aide à la mobilité, de communications entre usagers. Si le programme concerne principalement le transport terrestre, il est aussi ouvert aux domaines du transport aérien et naval sur les thématiques de recherches communes de manière à bénéficier d'un effet de fertilisation croisée.

## **7.4.3 Technologies clés pour l'industrie post-carbone**

### **Programme Matériaux et Procédés pour des Produits Performants (MatetPro)**

Pour le programme **MatetPro**, un des enjeux consiste à fédérer les acteurs scientifiques de domaines très variés comme la science des matériaux, le génie des procédés, la chimie, la mécanique, la physique, les mathématiques appliquées, autour d'objectifs communs, c'est-à-dire le développement de matériaux et de procédés conduisant à des produits plus performants. La performance vise :

- les économies d'énergie (efficacité énergétique et réduction des émissions de CO<sub>2</sub>),
- les économies de matières premières (ressources fossiles et ressources minérales),
- la conception aux limites,
- les procédés innovants (élaboration, mise en forme et assemblage) conduisant à une meilleure compétitivité.

Les aspects fortement transverses des matériaux et procédés associés, font que ce programme touche des domaines industriels importants et très variés allant des transports (terrestre et aérien), la production d'énergie, l'industrie manufacturière, le bâtiment, ... Le programme insiste sur une plus grande intégration matériaux/procédés/produits pour conduire à une amélioration des performances. Les démarches d'analyse de cycle de vie doivent également être plus systématiquement prises en compte. Plus particulièrement, les problèmes liés à la disponibilité et aux possibilités de substitution de certaines ressources naturelles, notamment les métaux stratégiques, sont explicitement visés.

Le programme **MatetPro** s'est doté d'un volet européen par une participation à l'ERA-NET **M-ERA.NET** (*From materials science and engineering to innovation for Europe*).

### Programme Chimie Durable Industrie-Innovation (CD2I)

L'industrie chimique 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. Pour s'affranchir, au moins partiellement des ressources fossiles, des recherches en synthèse de nouvelles molécules issues des ressources renouvelables sont nécessaires. Il faut insister ici à la fois sur l'aspect substitution et sur les propriétés nouvelles que certaines molécules issues de la diversité naturelle peuvent procurer. D'autre part, le règlement REACH nécessite la mise en place de nouveaux outils d'évaluation des risques et de modélisations quantitatives de la relation structure-activité (QSAR) afin de prévoir (et réduire l'expérimentation animale) d'éventuelles toxicités. Pour les produits soumis à autorisation (CMR) la recherche de produits de substitution est devenue un enjeu majeur dans de nombreux domaines, et il est important de ne pas sous-estimer les difficultés.

Des recherches sur des procédés propres, économes en atomes, en solvant et en énergie sont également visées par ce programme. Les procédés appropriés sont une des clés pour le maintien de l'industrie chimique en Europe. Une convergence chimie-biochimie sera également encouragée.

Le programme **CD2I** est structuré autour de 3 thèmes de recherche et d'innovation (a) Ressources, voies et produits alternatifs innovants ; (b) Réactions et procédés efficaces et (c) Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux.

La plupart des stratégies de recherche à l'international affichent des initiatives ciblant le développement des nanotechnologies, secteur très diffusant dans de très nombreuses applications technologiques.

## 7.5 Le numérique

Nous vivons une période de transition marquée par des bouleversements considérables des STIC, l'émergence de la société numérique avec explosion des systèmes embarqués et objets communicants, la domination de l'Internet, la dématérialisation des systèmes/infrastructures de calcul et de communication offerte en particulier par le *cloud* et la multiplication d'objets intelligents, la place grandissante de la simulation numérique et du calcul intensif dans la conception, la production et l'optimisation de process, de biens manufacturés et de services.

Selon le rapport « Technologies Clés 2015<sup>12</sup> », le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) est devenu un segment majeur de l'économie des principaux pays industrialisés avec une contribution directe de 5,9 % du PIB en Europe (et 7,5 % aux États-Unis). Au-delà du secteur lui-même, les TIC sont totalement diffusantes et contribuent au développement de tous les autres secteurs économiques, les TIC représentant en effet plus de 50 % de la croissance de la productivité en Europe<sup>13</sup>, les perspectives de croissance du secteur STIC sont par ailleurs considérables avec +8% de croissance par an

<sup>12</sup> [www.industrie.gouv.fr/tc2015/technologies-cles-2015.pdf](http://www.industrie.gouv.fr/tc2015/technologies-cles-2015.pdf)

<sup>13</sup> source : Europe's Digital Competitiveness Report (Annual Report 2011)

pour l'économie d'internet d'ici 2016<sup>14</sup>. Les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) constituent donc le socle de cette dynamique.

Les enjeux sont donc la compétitivité de l'industrie nationale et européenne, mais également la réalisation d'avancées et de progrès en matière de formation, santé, développement durable, accès à la culture. Ils concernent également le développement d'un monde numérique sûr inspirant la confiance aux usagers. En termes d'organisation de la recherche et développement, le cycle de programmation 2011-2013 a été inspiré par l'émergence de la « société numérique ». Derrière cette expression se retrouvent des enjeux aussi variés que la conception et la production de biens manufacturés et de systèmes complexes, l'industrie des services, la culture, la santé, l'énergie, la gestion des villes, les transports, l'éducation ou encore les loisirs.

### 7.5.1 Technologies du numérique

Les problématiques STIC sont en 2013 structurés en 4 axes principaux :

- le développement des infrastructures de communication, de données et de calcul intensif, embrassant le « *cloud computing* », les composants/sous-systèmes équipant (e.g., composants optiques voire photoniques) et faisant opérer ces infrastructures (**Programme INFRA, Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique**),
- les méthodes et outils logiciels pour l'ingénierie des services et systèmes numériques, les systèmes embarqués, ainsi que la sécurité des systèmes d'information et la confiance dans ces systèmes (**Programme INS, Ingénierie Numérique & Sécurité**),
- la production et l'échange des contenus et des connaissances (création, édition, fouille, interface, usage, économie, confiance, réalité enrichie, réseaux sociaux, Internet du futur), les services associés et la robotique (**Programme CONTINT, Contenus Numériques et Interactions**),
- le développement d'un « double numérique » par la modélisation et la simulation du monde physique, des objets, des services et des interactions et comportements humains (modélisation, simulation, calcul intensif, production et traitements de données massives ou complexes, réalité virtuelle et visualisation) (**Programme MN, Modèles Numériques**).

Sur le plan européen, l'ANR coordonne l'ERA-NET CHIST-ERA depuis 2009 dont les objectifs sont de développer la coordination et la coopération des agences de financement de la recherche en Europe, avec un appel annuel sur des sujets émergents, à fort potentiel, mais précompétitifs du domaine des STIC.

#### **Programme Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique (INFRA)**

Le programme INFRA a pour objectif de positionner la France dans le groupe de tête des pays actifs dans la recherche sur l'évolution des réseaux de communications et services associés, des infrastructures de calcul de hautes performances et des services de données ainsi que de stimuler les innovations et le transfert de technologies vers l'industrie française dans ces domaines clés pour l'avenir. Le programme couvre l'ensemble des 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

<sup>14</sup> source : Boston Consulting Group (2012) - *The Internet Economy in the G-20*

hétérogènes et massivement parallèles (multi-cœurs) et des grilles de machines à l'échelle d'Internet. Le programme est au cœur de la montée de la société numérique, en particulier sur les thèmes suivants :

- La prise en compte d'une mobilité généralisée
- La gestion et l'optimisation des ressources, dont l'énergie
- Les communications ubiquitaires et les technologies du très haut débit
- L'Internet des objets et le contrôle du monde physique
- Les services omniprésents, convergents et inter opérants
- Les infrastructures pour le calcul haute performance et le stockage de masse
- L'exploitation efficace des nouveaux composants matériels
- Les problématiques de sûreté, fiabilité, résilience, sécurité, performance et qualité de service, liées à ces infrastructures
- Les applications et usages des services numériques liés à ces infrastructures

### **Programme Ingénierie Numérique & Sécurité (INS)**

La pénétration et la croissance exponentielle des sciences et techniques numériques au profit de la société, l'économie (industrie et services) ; 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'invention, la conception et la mise au point de paradigmes, éléments/briques technologiques, méthodes et outils originaux pour les systèmes logiciel et matériel ainsi que leurs intégration et évolution.

Le programme vise l'innovation en matière d'architectures matérielles et logicielles, de systèmes embarqués, de qualité de ces systèmes numériques, de sécurité surtout tant au niveau des parties matérielles que de l'information traitée et stockée (intégrité, confidentialité...), de sûreté de fonctionnement, d'approche système et de passage à l'échelle (systèmes d'information), de facilité d'utilisation via la prise en compte des facteurs humains en amont (exigences) et en aval (utilisabilité) ainsi que l'adaptation et la performance via tout type d'optimisation comme l'économie d'énergie.

### **Programme Contenus Numériques et Interactions (CONTINT)**

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 décroisement entre créateurs et utilisateurs. De nouveaux usages, de nouveaux modèles et de nouveaux acteurs économiques viennent aujourd'hui modifier et élargir considérablement les fondements historiques de l'industrie des contenus. Ainsi, par exemple, l'éducation tout comme la formation en entreprise vivent un véritable bouleversement dû à l'introduction de plus en plus massive des TIC. Le secteur de la culture est aussi fortement concerné avec la numérisation du patrimoine. Les objectifs du programme CONTINT sont de développer les connaissances et favoriser leur diffusion dans le milieu industriel, de susciter des synergies entre des secteurs actuellement distants comme la robotique et les contenus, l'animation et les jeux, d'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.

Le programme rassemble deux domaines entre lesquels il existe de multiples convergences :

- l'ensemble de la filière des contenus numériques : capture, stockage, création, production, édition, traitement, interprétation, interaction, économie et usages ; il recouvre tout type de contenu multimédia, 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 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.

### **Programme Modèles Numériques (MN)**

Le développement et l'utilisation de la modélisation et de la simulation numérique liés au traitement de grandes masses de données et adossés au calcul intensif, jouent un rôle primordial pour comprendre et prédire, concevoir et piloter, décider et agir.

Le programme MN vise à rapprocher la recherche de l'industrie en proposant des partenariats de recherche et de test en vraie grandeur des nouvelles méthodes numériques en favorisant le transfert vers les PME/TPE et les rapports recherche-industrie pour les jeunes chercheurs. Les objectifs scientifiques du programme sont de faire progresser les connaissances scientifiques en mathématiques appliquées et en informatique dans les domaines du calcul intensif, du traitement des grandes masses de données, de l'optimisation et de la conception, du traitement des incertitudes afin de résoudre de grands défis applicatifs scientifiques (combustion, matériaux, sciences de la terre et de l'univers, climat, santé...) ou industriels (ingénierie, gestion du cycle de vie de produits (PLM),... Le programme cherche en particulier à relever les nouveaux défis technologiques de calcul comme celui de l'*exascale computing*.

Le programme MN vise également à pérenniser et approfondir les connaissances développées dans des logiciels de simulation et favoriser leur exploitation et leur valorisation. Il cherche également à contribuer au développement de l'écosystème de la modélisation et de la simulation en France et en Europe en y intégrant les développeurs, les utilisateurs et les industriels de l'informatique, principe de la recherche intégrative ou co-design.

Pour rappel, la composante européenne dans ce secteur est budgétée à 3 M€ dans le cadre du programme ERA-NET CHIST-ERA coordonné par l'ANR. Pour 2013, les deux sujets d'appels à projets sélectionnés sont :

- *User-driven, context- and content-aware communication networks*
- *Intelligent User Interfaces*

## **7.5.2 Nanotechnologies**

Dans le domaine des nanotechnologies, la programmation prend en compte le caractère diffusant et transversal de ce champ scientifique qui apparaît dans plusieurs programmes. Tout d'abord, le programme **Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N)**, orienté vers le développement de technologies génériques ou la démonstration de concepts de composants et de nanosystèmes, et vise à favoriser la diffusion des nanosciences et des nanotechnologies vers les domaines applicatifs (santé, énergie, environnement, etc...). Il s'articule avec les autres programmes thématiques de l'ANR en particulier les programmes

« **Matériaux et Procédés pour des Produits Performants (MatetPro)** », « **Modèles Numériques (MN)** », « **Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique (INFRA)** », « **Production et Gestion de l'Électricité (PROGELEC)** », « **Technologies pour la Santé (TECSAN)** », « **Ecotechnologies et EcoServices (ECO-TS)** ». Enfin sur le plan européen, l'ANR coordonne l'**ERA-NET EuroNanoMed2** traitant des applications en nanomédecine (cf. ci-dessus).

### **Programme Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N)**

Le programme cible plus particulièrement les projets pluridisciplinaires et les projets partenariaux ou à fort potentiel de valorisation. 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 génériques, les nano- et microsystèmes intégrés, (iii) la simulation multi-physique et multi-échelle associée à la caractérisation et en accompagnement du développement des filières technologiques, (iv) l'utilisation des nanotechnologies dans les domaines de la santé, de l'énergie et de l'environnement de façon complémentaire aux autres programmes thématiques de l'Agence et (v) l'intégration matérielle dans le cadre de projets destinés à favoriser un transfert industriel rapide et à créer de la propriété intellectuelle.

Le programme aura également pour objectif de soutenir des recherches pouvant contribuer à trouver des réponses aux problématiques qui apparaissent actuellement dans des sociétés marquées par :

- les nécessaires économies de ressources naturelles et de production d'énergie bas carbone,
- le développement responsable, sûr, maîtrisé et partagé des technologies allant de la recherche aux acteurs industriels,
- le besoin d'innovation et d'intégration technologique dans un objectif de convertir la science en croissance économique,
- les besoins grandissants en santé et le vieillissement de la population,
- 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.

## **7.6 Sécurité globale et recherche duale**

Les programmes ASTRID ("Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense") et CSOSG ("Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale") sont le fruit d'une coopération sur le long terme entre l'ANR et la Direction Générale pour l'Armement (DGA), mais diffèrent tout à la fois sur leur périmètre et leurs objectifs. Ces deux programmes ont cependant en commun, de favoriser, de par leur transversalité, la créativité aux interfaces des disciplines et l'acculturation des acteurs de la recherche à des enjeux de société complexes comme la défense et la sécurité.

### **Programme Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense (ASTRID)**

Le programme ASTRID soutient des projets de recherches duales, c'est-à-dire intéressant à la fois les besoins de la défense et les applications civiles. Sous un financement en provenance de la DGA, 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 autour de 9 domaines scientifiques prioritaires pour la DGA :

- 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.

Les résultats scientifiques et techniques des projets dans la gamme de TRL visés (1 à 3), conservent leur caractère dual avant d'acquérir une trop grande spécificité. Le périmètre et la segmentation de l'appel s'appuient sur les orientations du document de politique et d'objectifs scientifiques de la DGA (POS, disponible et accessible à tous). Cette démarche, très innovante en Europe, a rencontré un grand succès sur ses deux premières éditions, et a déjà confirmé le potentiel de fertilisation croisée, qu'il s'agisse des sujets proposés ou de la sensibilisation d'équipes de recherche publiques ou privées. En effet, on constate d'une part une sensibilisation de certaines équipes de recherche aux enjeux de la dualité et de la défense nationale et, d'autre part, pour d'autres équipes, une familiarisation aux méthodes d'évaluation par les pairs utilisées par la recherche civile en France et en Europe.

### **Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale (CSOSG)**

Le programme CSOSG vise quant à lui des applications exclusivement civiles, selon des orientations thématiques ciblées, issues de priorités interministérielles (sécurité publique et civile, prévention et traitement des catastrophes et des crises ...), sur des enjeux globaux, du local au national, du public au privé. Les projets financés visent à faire émerger des solutions concrètes face aux problématiques de sécurité globale au moyen d'approches systémiques, transverses et pluridisciplinaires, en associant des partenaires industriels, académiques ainsi que les acteurs de la sécurité (prescripteurs et/ou opérateurs).

Le programme CSOSG a également pour objectif de renforcer la compétitivité des équipes de recherche françaises au 7<sup>ème</sup> PCRD, et a contribué à positionner la France au premier rang européen, au moyen d'une programmation dans l'anticipation et articulée avec le programme Sécurité européen. Le partenariat en place depuis 2009 avec le programme équivalent du ministère de la recherche allemand, sera renforcé, et au-delà des 11 projets en cours regroupant quelques 150 équipes franco-allemandes, des initiatives visant à structurer le paysage européen en avance de phase d'Horizon 2020 seront lancées. Les problématiques sur la gestion de crise et la résilience (crises de grande ampleur, crises humanitaires), la protection des infrastructures critiques de transports et d'énergie, la convergence entre sécurité physique et numérique (lutte contre la cybercriminalité) seront abordées.

## 8 Technologies clés pour le redressement productif

Le monde de l'industrie a largement intégré, dans ses stratégies d'innovation et d'investissement, la réalité de certaines contraintes (croissance du coût énergétique, crédits CO<sub>2</sub>, maîtrise des rejets, recyclage, règlement REACH, ...). Un effort considérable de R&D est nécessaire pour trouver des solutions durables. La compétitivité des entreprises implantées en France (et donc des emplois qui y sont associés) dépendra à terme de la pertinence de ces solutions.

On observe à l'échelle globale dans les pays avancés (USA, Japon, UE) un mouvement d'ampleur pour promouvoir un processus de ré-industrialisation au travers de programmes de recherche avec notamment le lancement d'initiatives fortes comme les programmes « *Advanced manufacturing initiative* » aux Etats-Unis et en Grande Bretagne. L'Allemagne et le Japon ont toujours maintenu une stratégie volontariste dans ce domaine, mais renforcent également leurs capacités sur ce thème. Cette thématique sera également très présente dans la programmation d'Horizon 2020 à l'échelle européenne dès 2014 (*Key Enabling Technologies*).

En France, cette thématique transverse et pluridisciplinaire est fragmentée, encore mal structurée. C'est pourquoi, l'ANR a initié en 2012 un Atelier de Réflexion Prospective intitulé « Systèmes de production du futur »<sup>15</sup> (**ARP FuturProd**) visant à renforcer le réseau national de chercheurs et à ouvrir la possibilité d'un axe programmatique étayé dès 2014.

Les programmes mis en œuvre par l'ANR couvrent actuellement cette thématique essentiellement par un corpus de trois programmes « Matériaux et procédés », « Chimie Durable Industries-Innovation » et « Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N) ». D'autres programmes en STIC (INFRA, CONTINT, MN), en énergie et environnement (SEED, PROGELEC, TDM, ECO-TS), en recherche duale (ASTRID) ou sciences humaines et sociales (SOC\_INNOV) abordent également des sujets soutenant cette thématique transversale.

A cela, il convient d'ajouter :

- Le programme Chaire Industrielles, les soutiens aux plateformes de micronanofabrication (RTB) et aux Instituts Carnot.
- Le nouvel instrument (LabCom) de soutien à la création de laboratoires communs entre la recherche publique et des PME ou des ETI vise à créer une centaine de laboratoires dans le cadre d'un système d'appel ouvert au fil de l'eau.
- Le renforcement de la politique de défis technologiques.

Au total ces actions représentent près de 40 % du budget thématique de l'ANR pour 2013, ce qui semble un effort très significatif.

<sup>15</sup> <http://www.cluster-gospi.fr/-ARP-FUTURPROD->



## 9 Tableau de synthèse des appels à projets du cycle 2011-2013

(\*) appels à projets européens et internationaux

Nom du programme	2011	2012	2013
<b>Programmes non thématiques</b>			
Blanc	1	1	1
Blanc international	1	1	
Jeunes chercheurs et jeunes chercheuses	1	1	1
Chaires d'excellence	1	1	
Retour Post-docs	1	1	1
<b>Recherche partenariale et valorisation</b>			
Chaires industrielles		1	1
Emergence de projets à forte valorisation	1	1	
Programme Inter Carnot-Fraunhofer	1		
<b>Les sciences humaines et sociales</b>			
Métamorphoses des sociétés :			
"Inégalité - Inégalités"	1	1	
« Travail, entreprise, organisation »			
« Cultures et phénomènes culturels		1	1
« Globalisation et gouvernance »		1	
Sociétés innovantes. Innovation, nouvelle économie, nouveaux modes de vie	1	1	1
Corpus, données et outils de la recherche en SHS		1	
Emotion(s) - cognition – comportement	1		
Apprentissages			1
*ORA : Espace de recherche ouvert en Europe pour les SHS		1	1
Programme franco-allemand en SHS	1	1	1
Programme franco-japonais en SHS	1	1	
Appel à projets franco-québécois en SHS	1		
<b>Biologie – santé</b>			
DSS : Déterminants sociaux de la santé		1	
SAMENTA : Santé mentale et addictions		1	1
*Assistance à la vie autonome (AAL169/185)	1	1	1
MALZ : Maladie d'Alzheimer	1	1	
JPI Maladies neurodégénératives (JPND)		1	1
* ERA-NET Erare 2	1		1
* Infect-ERA : Maladies infectieuses			1



Nom du programme	2011	2012	2013
* Maladies métaboliques (Allemagne, Canada, Espagne)	1		
* ERA-NET NEURON : Système nerveux central sain et malade	1	1	
PRTS : Recherche translationnelle en santé			1
*Neuro-Compute : Neurosciences computationnelles (NSF)			1
* CIRM : Cellules souches (Californie)		1	
*Epigénomique humaine (Allemagne)			1
*ERA-NET SynBio – Biologie Synthétique			1
*ERA-NET ANIHWA (EMIDA 2) Bien-être, maladies infectieuses et émergentes des animaux	1	1	1
*ERA-NET Euro-nano-Med : Nanomédecine	1		1
CESA : Contaminants et environnements : métrologie, santé, adaptabilité, usages	1		1
*ERA-NET SIINN : Sécurité et toxicologie des nano		1	
TecSan : Technologies pour la santé et l'autonomie	1	1	1
RPIB : Recherches partenariales et innovation biomédicale	1	1	1
<b>Ressources biologiques, surveillance et protection de l'environnement</b>			
SOC&ENV, CEP&S : Sociétés & Changements environnementaux	1	1	1
*IGFA/Belmont Forum - Changements environnementaux + JPI Climate			1
*BIODIVERSA : ERA-NET Biodiversité	1	1	1
*NET-BIOME : Gestion de la biodiversité tropicale et subtropicale dans l'Outre-mer européen en appui au développement durable	1		1
ECO-TS : EcoTechnologies & EcoServices (ex-ECOTECH)	1		1
*ERA-NET ECO-INNOVERA		1	
<b>Développer une agriculture et une alimentation durables</b>			
ALID : Systèmes alimentaires durables	1	1	1
*ICTAGRI : ICT and Automation for a Greener Agriculture		1	
*ARIMNET : Agricultural Research in the Mediterranean Area		1	
*ERA-NET SEAS-ERA : recherche marine		1	
TRANSMED : Recherches transdisciplinaires sur l'avenir de la Méditerranée		1	
Agrobiosphère : Viabilité et adaptation des écosystèmes productifs, territoires et ressources aux changements globaux	1	1	1
BIOADAPT : Génétique et biologie de l'adaptation aux stress et perturbations		1	1

Nom du programme	2011	2012	2013
*PLANT-KBBE : Génomique végétale	1		1
MATetPRO : Matériaux et procédés pour des produits performants	1	1	1
M-ERA.NET : Sciences et ingénierie des matériaux			1
CD2I : Chimie durable – Industries – Innovation		1	1
<b>Le numérique</b>			
INFRA : Infrastructures pour la société numérique	1		1
INS : Ingénierie du numérique et sécurité	1	1	1
CONTINT : Contenus numériques et interactions		1	1
MN : Modèles numériques	1	1	1
*CHIST-ERA : Technologies et sciences de l'information et de la communication : défis à long terme	1	1	1
P2N : Nanotechnologies et Nanosystèmes	1	1	1
<b>Sécurité et recherche duale</b>			
CSOSG : Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale	1	1	1
ASTRID - Accompagnement spécifique de travaux de recherches et d'innovation défense	1	1	1



 **ANNEXE**  
**FICHES PROGRAMMES** 



# **INSTRUMENTS NON-THÉMATIQUES**



## Programme : Blanc

### Résumé :

Le programme blanc couvre l'ensemble des domaines et des disciplines 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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **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.

Dans le cas où l'ANR dispose d'un accord de partenariat avec une agence de financement étrangère, les propositions de projets en partenariat international sont évaluées selon un processus de sélection organisé d'un commun accord entre l'ANR et l'agence étrangère. La sélection relève dans ce cas d'une co-décision entre agences, les équipes françaises étant financées par l'ANR et les équipes étrangères financées par l'agence étrangère. La liste des champs disciplinaires et des pays pour lesquels l'ANR dispose d'un accord de partenariat avec une agence étrangère figure en annexe de l'appel à projets du programme Blanc. Dans le cas où l'ANR ne dispose pas d'un tel accord, des projets en partenariat avec des équipes étrangères sont toujours éligibles, mais sous réserve que celles-ci fassent la preuve de leur financement par une agence ou un organisme national. Dans tous les cas, l'ANR ne finance que les équipes françaises engagées dans le projet.

L'ANR a des accords de coopération spécifiques avec des agences de financement de la recherche de quinze pays : Taïwan, Chine, Japon, Singapour, Inde, Hong Kong, Corée, Canada, Mexique, Autriche, Etats Unis (NSF), Roumanie, Portugal et Brésil. En fonction de la reconduction effective de ces accords pour 2013, l'ensemble de ces pays ou une partie seulement feront l'objet de l'ouverture du programme Blanc. En marge de l'ouverture mutuelle des appels à projets non thématiques, un appel à projets dédié en collaboration avec l'Allemagne (DFG) sera proposé en Mathématiques ou Physique ou Chimie (à confirmer), sur des modalités analogues à celles suivies en 2011 sur la chimie.

- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : le programme Blanc existe depuis la création de l'ANR en 2005.

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

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 problématiques 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 » 2013 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 2013 aux projets réellement interdisciplinaires ou nécessitant une prise de risque scientifique élevée.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

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 bénéficier des recherches menées dans le cadre du programme Blanc.

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

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

- **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.

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

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

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

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Fondamentale ou finalisée, y compris partenariale public/privée - monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

- **Type de partenariat de recherche**

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 lorsque le projet est en partenariat avec une entreprise.

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

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

Tout secteur disciplinaire et interdisciplinaire.



## Programme : Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs

### Résumé :

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

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Le programme « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » existe depuis la 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. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Il s'agit de favoriser la prise de responsabilités scientifiques, de donner à un jeune chercheur la possibilité de mener à bien de façon autonome l'un de ses premiers projets de recherche.

### 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. Contexte et enjeux sociétaux**

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

- **Enjeux relatifs au capital humain**

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

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

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

- **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.

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

- **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 visée dans les appels à projets**

Fondamentale ou finalisée, monodisciplinaire ou interdisciplinaire.

## Programme : Retour Post-Doctorants

### Résumé :

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

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : 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. Objectifs et résultats attendus

#### Objectifs

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 visée dans les appels à projets

Fondamentale ou finalisée.

## Programme : Chaires industrielles

### Résumé :

Le programme « Chaires industrielles » vise à favoriser l'accueil au sein d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche, d'enseignants-chercheurs éminents, français (expatriés ou non) ou étrangers, ou le soutien des meilleurs éléments et des meilleures initiatives développées dans l'enseignement supérieur et la recherche français. Le programme implique une collaboration dans la durée 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 de diffuser les connaissances produites au travers de formations par la recherche.

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

Le programme est ouvert à toutes les thématiques de recherche.

### Mots clés :

Chaires, partenariat public/privé, cofinancement, formation par la recherche

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu :** 2012 - 2013
- **Type de programme :** partenariat public-privé obligatoire
- **Dimension internationale du programme :** programme national
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**  
Le programme Chaires industrielles est ouvert à toutes thématiques. Cet outil spécifique peut bien convenir dans le cadre d'une suite d'un projet ANR, partenarial ou non.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**  
Le programme Chaires industrielles concoure en partie aux mêmes objectifs que des dispositifs du programme des Investissements d'avenir tels les Instituts de Recherche Technologique et les Instituts d'Excellences pour les Energies Décarbonées, même si les modalités de mise en œuvre et les moyens d'intervention sont bien différents. Il conviendra d'éviter les redondances lors des phases de sélection des chaires.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

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

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

Ces chaires poursuivront des programmes de recherche de grande envergure et d'intérêt stratégique pour l'industrie française. Elles visent également à offrir une formation par la recherche d'excellence aux étudiants des cycles supérieurs, afin qu'ils aient l'opportunité de relever des défis en matière de recherche en étroite collaboration avec l'industrie. Ainsi, la formation par la recherche se fera en interaction entre le monde industriel et académique par exemple sous la forme de stages de recherche ou d'encadrements partagés.

### Résultats et impact espéré

Outre les retombées en termes d'image qui résulteront de l'accueil de spécialistes scientifiques de renommée internationale, le programme renforcera le potentiel de recherches novatrices et stratégiques dans des domaines considérés prioritaires par l'industrie française et par des 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, technologies et savoir-faire entre la chaire industrielle et l'(les) entreprise(s). Par ailleurs, le programme donnera lieu à une organisation de la recherche industrielle dans une logique de valorisation économique, via la mise en place d'un accord de partage de la propriété intellectuelle générée par la chaire industrielle.

Le programme Chaires industrielles vise 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 et procédés innovants. Il contribuera 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 public et d'entreprise.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **1.1 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 des entreprises, autour des 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.

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

Le programme offre des opportunités 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 sur ces domaines de pointe mobilisant les industriels permettra l'acquisition par les étudiants de compétences scientifiques et technologiques en adéquation avec les besoins des industriels, et favorisera ainsi leur accès à l'emploi.

## **2. Positionnement stratégique du programme**

L'Agence nationale de la recherche (ANR) 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,
- 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.

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'un développement d'innovations scientifiques et technologiques.

### **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 au travers du programme « Professeurs-Chercheurs Industriels » du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie (CRSNG-NSERC).

- **Caractère international du programme** : le programme est national



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



- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le programme ouvert à toutes les thématiques

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

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

- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme doit promouvoir *in fine* des projets exclusivement partenariaux, même si l'ANR ne voit comme bénéficiaires que des partenaires appartenant à la catégorie organisme de recherche (université, EPST, EPIC, ...).

- **Participation au financement du programme**

La chaire industrielle sera hébergée dans l'établissement d'accueil. Son ancrage 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 venir 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 sera compris entre 0.6M€ et 2 M€ par chaire industrielle, à répartir sur 4 ans.

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

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

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



## Appel à projets Franco-allemand en SHS

### Objectifs

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

### Enjeux

L'ensemble des enjeux que les SHS sont susceptibles d'éclairer est concerné (décision publique, économie, innovation, santé publique, etc.).

### Partenaires internationaux

ANR, DFG

### Contribution prévue de la partie française

L'appel est complètement intégré : les deux agences mènent une procédure commune de réception des projets, d'évaluation et de décision. Elles financent ensuite les dépenses de leurs équipes nationales, respectivement.

### Années pour lesquelles le programme est prévu

Année 2013 et suivantes.

## Espace de recherche ouvert en Europe pour les sciences sociales (ORA) National Science Foundation

### Objectifs

ORA est un accord entre l'ANR pour la France, la DFG en Allemagne, l'ESRC au Royaume-Uni et le NWO aux Pays-Bas. Conscientes que la meilleure recherche peut résulter de collaborations internationales, souhaitant financer des recherches de haute qualité scientifique dans leur propre pays et renforcer la coopération européenne dans le domaine des sciences sociales, les quatre agences lancent un troisième appel à projets commun afin de financer les meilleurs projets de recherche possibles dans le domaine des sciences sociales. Les agences partenaires mènent un processus de dépôt des dossiers en un point unique, une évaluation par les pairs coordonnée et décident en commun de la sélection des meilleurs projets. Chaque agence finance ses équipes de recherche nationales en accord avec ses règles habituelles. L'appel est ouvert à tous les thèmes de recherche dans le champ des sciences sociales.

Dans le cadre de cette édition, l'accord est étendu à la NSF pour les États-Unis, qui financera la participation de chercheurs américains aux projets.

### Enjeux

L'ensemble des enjeux que la recherche en sciences sociales est susceptible d'éclairer est concerné (décision publique, économie, innovation, santé publique, etc.).

### Partenaires internationaux

ANR, DFG, ESRC, NWO, NSF

### Contribution prévue de la partie française

L'appel est entièrement intégré : les agences mènent une procédure commune de réception des projets, d'évaluation et de décision. Elles financent ensuite les dépenses de leurs équipes nationales, respectivement.

### Années pour lesquelles le programme est prévu

Année 2013 et suivantes.



Retour  
SOMMAIRE



## **DES SOCIÉTÉS INNOVANTES, SÛRES ET SOLIDAIRES**



## Programme : Métamorphoses des sociétés : Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels

### Résumé :

Dans un contexte de globalisation des échanges, des modes de vie et de pensée, l'appel à projets « Emergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels » doit inciter à 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 pour mieux appréhender les conditions de leur émergence, de leur diffusion, voire de leur obsolescence et de leur disparition.

Avec une vaste amplitude chronologique et disciplinaire, il appelle à un renouvellement des problématiques et des approches, notamment à travers le dialogue entre les différentes disciplines, les approches critiques et généalogiques des concepts et des outils méthodologiques. Il doit permettre d'approfondir les travaux sur les **origines et évolutions des diversités humaines**, l'hominisation et la différenciation hommes/primates ; de renouveler les études sur les **émergences et évolutions des langages, des modes de représentation et des systèmes symboliques** ; d'apprécier la **pluralité et la variabilité des cultures, mais aussi de leurs modes d'approches** ; enfin d'étudier les **dynamiques d'évolution** en s'intéressant aux conditions et modalités de ces émergences et évolutions, à la diffusion spatiale des cultures et des phénomènes culturels ainsi qu'aux rythmes de ces métamorphoses culturelles.

### Mots clés :

Différenciation hommes/primates ; comportements culturels et symboliques ; représentation et systèmes de communication ; langage et langues ; aires culturelles ; institutions culturelles ; mythes, religions ; systèmes de pensée, de croyances, de valeurs ; systèmes d'organisation des sociétés ; formes d'expression artistique ; organisation des échanges ; transferts culturels.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Seconde édition

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

Sans exclure les disciplines des sciences sociales, l'appel à projets « Emergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels » est principalement dirigé vers les disciplines des Humanités. Il contribue à renforcer et à élargir les champs disciplinaires qui ont trouvé à s'exprimer dans le cadre des Investissements d'avenir. Labex et Equipex du domaine trouvent dans cet appel à projets des orientations complémentaires à leur programme scientifique et l'on attend en 2013 une sollicitation forte de l'appel par les équipes engagées dans les réseaux créés par les Investissements d'avenir.

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

L'appel à projets a pour objectifs prioritaires :

- de développer des approches à diverses échelles et périodes, des études comparées, aussi bien dans l'espace et dans le temps, synchroniques ou diachroniques ;
- de favoriser les approches multidimensionnelles et la confrontation des résultats acquis dans les différents champs disciplinaires ;
- de soutenir l'expérimentation d'outils analytiques, la modélisation, voire l'élaboration de scénarios intégrés, la mise en commun de données pluridisciplinaires ;
- de contribuer à la diffusion du savoir vers la société. Un effort de visibilité dans la diffusion des résultats obtenus par les équipes lauréates est attendu, non seulement en termes de publications universitaires mais également de diffusion des connaissances, de muséographie ou d'œuvres à destination des différents publics.

### **Résultats et impact espérés**

Une première édition du programme en 2012 a d'ores et déjà permis de mobiliser des communautés importantes (en particulier primatologues, préhistoriens, cognitivistes, éthologues, anthropologues, archéologues, linguistes, littéraires, spécialistes de sciences politiques, sociologues) et d'accueillir des projets avec des approches, pour certains, interdisciplinaires novatrices. Une nouvelle édition permettra d'amplifier cette mobilisation, en particulier en promouvant des partenariats public/privé déjà présents dans l'édition 2012 (comme par exemple sur la mutation technique et culturelle suscitée par les technologies numériques).

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

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

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

Les enjeux sociaux et pour la société du programme « Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels » sont particulièrement prévisibles en termes de culture et d'image. Des travaux à échelles différentes temporelles et spatiales sont des contributions particulièrement fécondes pour analyser à diverses époques et dans diverses zones (comparées ou étudiées séparément) les transformations des sociétés confrontées à des crises et les hybridations, ou les refus, des cultures les unes à l'égard des autres, et de mieux comprendre l'appropriation, ou la méfiance, devant les innovations. Dans un contexte

de crise et de défiance devant la globalisation, un tel programme révèle toute sa pertinence et peut réunir des communautés diverses, mais intéresser aussi des institutions et des partenaires privés.

Un tel programme est particulièrement propice à une diffusion, sous diverses formes, du savoir vers la société. C'est pourquoi un effort de visibilité dans la diffusion des résultats obtenus par les équipes lauréates pourra être attendu, non seulement en termes de publications académiques mais également de diffusion des connaissances, de muséographie ou d'œuvres à destination des publics.

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

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

Pour une partie (axes 1 et 2), « Émergences et évolutions des cultures et des phénomènes culturels » amplifie 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, qui avait réuni deux grandes communautés qui ne s'intéressaient pas aux mêmes problèmes et pas aux mêmes échelles. Les travaux conduits dans le cadre de ces deux programmes montrent qu'il est opportun d'élargir l'approche du langage et d'appréhender les compétences cognitives liées au langage et la culture (notamment la langue). Une des questions centrales porte sur les modalités de passage des caractéristiques des hominidés à celles de l'homo sapiens moderne et sur les compétences cognitives qui différencient les australopithèques de l'homme moderne.

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

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Par le large spectre de disciplines auquel il est ouvert et l'amplitude des questions, un tel programme est particulièrement apte à susciter des synergies interdisciplinaires qui ont peu cours ailleurs. Par ailleurs, en appelant à une problématisation et à une historicisation fortes des concepts en jeu, il incite à revoir les questions et théories des études francophones et postcoloniales, ou des *cultural studies*. Des synthèses et des systématisations, à dimension transnationale et dans une perspective d'appréhension globale, des récentes études de la genèse et de la transformation des disciplines de SHS trouveront un cadre favorable dans ce programme.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Essentiellement fondamentale ; monodisciplinaire ou interdisciplinaire

- **Type de partenariat de recherche**

Cet appel à projets concerne particulièrement des partenariats au sein de la recherche publique. Des partenariats avec des institutions territoriales ou culturelles ou des entreprises peuvent également être envisagés.

- **Participation au financement du programme**

Des partenaires tels que le ministère de la Culture et de la Communication peuvent participer au financement des projets.

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

### **Axes et thèmes des recherches**

#### **1. Origines et évolutions des diversités humaines**

Des projets permettraient d'explorer dans quelles conditions on peut parler de culture chez l'animal et si l'on trouve des phénomènes qu'il est possible de qualifier de culturels hors les primates. Par ailleurs, les modes d'alimentation, de préhension, de locomotion peuvent être envisagés 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 sur lesquelles doit reposer l'explication de l'émergence des comportements socioculturels requiert de nouvelles perspectives. 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, les caractéristiques du processus d'évolution sont autant de questions à aborder dans des perspectives culturelles, cognitives, biologiques et environnementales. La génétique des populations et l'histoire des gènes ouvrent, elles aussi, des perspectives pour comprendre la distribution des variations humaines biologiques et culturelles 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, linguistiques ou culturels 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.

#### **2. Émergences et évolutions des langages, des modes de représentation et des systèmes symboliques**

- Langage

Des travaux sont envisageables sur la question du langage avec de nouvelles collaborations entre linguistes, primatologues, ornithologues, psychologues, neurologues, anthropologues et philosophes. Parmi les travaux possibles, on peut citer les différents modèles d'interprétation phylogénétique et historique, les facteurs déterminants d'émergence du langage, ses étapes biologiques et culturelles. Concernant 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 justifieraient de nouvelles explorations. Les études des rapports entre langage, règles sociales et pratiques culturelles pourront être renouvelées. Un approfondissement de la dimension sociale permettrait de comprendre de manière diachronique l'évolution du langage notamment à travers la complexité de l'organisation des sociétés. L'observation de phénomènes modernes pourrait informer sur les mécanismes d'évolution du langage notamment en prenant appui sur la diversité et la vitalité des langues, également les langages artificiels. Enfin, le langage, écrit ou oral, peut servir de lieu d'observation des émergences et des évolutions culturelles dans une tension féconde entre respect de la norme et innovation du néologisme.



- **Écritures et expressions graphiques**

La question des émergences et des évolutions de l'écriture porte à des développements originaux. Outre celles qui concernent son invention, de multiples questions se posent encore à son sujet : la ou les définitions auxquelles elle répond, mais aussi son histoire, qui s'inscrit résolument à distance de l'ancienne vision téléologique et linéaire ; sa sociologie ; ou encore les problèmes de classification et les rapports à l'oralité. Des études importantes pourraient porter sur les multiples usages de l'écriture dans les langues du monde ou encore sur les transcriptions phonétiques, les types d'écritures et les difficultés qu'elles génèrent.

**Images – Dessins – Notations – Signes**

Des questionnements sur le temps long seront mis à profit pour saisir des permanences et des mutations, par exemple, dans les gestes professionnels ou artisanaux, ou pour retracer la diffusion d'images (pictogrammes, logos) qui, nées dans un contexte particulier, sont devenues de compréhension universelle.

**Techniques, supports et mémoire**

L'apparition de nouvelles techniques, de l'imprimerie à l'ordinateur, est un objet d'interrogation afin d'analyser les *révolutions* qu'elles ont suscitées et, tout particulièrement, les modifications des pratiques. De nouveaux travaux sur l'imprimé, sur son évolution, sur les pratiques savantes et les pratiques orales, mais aussi sur les gestes, leur émergence, leur transformation, voire leur oubli sont possibles et souhaitables. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication pourront aussi donner lieu à de nouvelles réflexions. Dans le domaine plus spécifiquement littéraire, le développement d'internet ou des nouveaux vecteurs de diffusion de la littérature offre la possibilité d'étudier, avec précision, l'émergence d'une nouvelle littérature : des études sont attendues afin de mesurer l'effet des nouvelles technologies sur la vie littéraire contemporaine.

**Textes**

Les textes sont à la fois fenêtres sur des phénomènes culturels datés et artefacts eux-mêmes inscrits dans une culture dont ils sont l'une des composantes essentielles. Une analyse des conditions de rédaction, de production et de diffusion (puis de circulation et de perpétuation) des textes – qu'il s'agisse d'écrits de vulgarisation, comme les textes à visée pédagogique, lieux de réception et d'aménagement des évolutions culturelles, ou d'écrits jugés savants ou à fonction exclusivement esthétique –, couplée à une analyse combinée du statut et du fonctionnement même de ces textes, pourra produire un renouvellement particulièrement fécond.

- **Religions et systèmes mythiques**

Anthropologues et archéologues, historiens et géographes spécialistes des différentes cultures anciennes ou contemporaines, philosophes et sociologues peuvent renouveler la réflexion sur la naissance du sacré et sur la façon de l'identifier notamment par des gestes, des pratiques ou l'écriture, dans les différents horizons géographiques et historiques. Il pourrait ainsi s'agir de savoir si l'apparition du *religieux* est liée au développement du langage, rentrant dans un système classificatoire « primitif » et de suivre le déploiement du jugement téléologique qui lui est associé. Il est également important de susciter des recherches sur le vocabulaire du sacré et sur ce qu'il recouvre par rapport à d'autres phénomènes comme la magie, selon les aires culturelles. On pourra analyser aussi la définition de l'orthodoxie, par laquelle une culture définit à la fois ses limites et les déviances qui, parallèlement, aux marges ou au cœur du système, se développent et où s'organise la contestation. Le vocabulaire du sacré recouvre des réalités différentes ; il pourra être l'objet de nouvelles recherches.

Il serait également intéressant de développer des projets sur les transferts de religion et leurs conséquences chez les colonisateurs et chez les colonisés. Quels sont les processus de rejet et d'adaptation et que fait-on de l'ancienne religion, de ses lieux sacrés et de ses objets ? Un autre type de transfert nécessite de nouvelles études : celui d'une religion dans un autre environnement.

### 3. Pluralité et variabilité des cultures

- Invariants

Il est également important de saisir si, à travers la diversité des cultures, on peut déceler, inventorier et caractériser des invariants pour différents aspects (langues, règles sociales, mythes, religions) et si tel est le cas, comment ils sont actualisés d'une région à l'autre et d'une époque à l'autre. On pourra reposer aussi la question du rôle de la norme, de sa connaissance et de sa transgression dans l'évolution de la culture. L'historiographie de la construction scientifique des invariants gagnerait aussi à être objet de nouvelles études.

- Les différences entre les cultures et leurs modes d'approche

C'est aujourd'hui une évidence d'observer que l'évolution des cultures et des sociétés procède de leurs interactions permanentes et que la pluralité empirique des faits socioculturels doit être appréhendée comme le produit transhistorique des emprunts, transferts et échanges, qui opèrent constamment entre elles. C'est de ce donné que tente de rendre compte une série de notions en perpétuel processus d'affinage et par conséquent non encore stabilisées telles que « métissage », « créolisation », « hybridation », « branchement », « indigénisation ». L'analyse des littératures et des cultures émergentes, laboratoires ouverts où se constituent des micro-espaces littéraires et linguistiques, pourra être renouvelée.

Un enjeu sera de construire les objets d'étude à l'horizon de la globalisation. Des recherches pourraient ainsi porter sur des politiques ou des phénomènes de patrimonialisation ; sur l'apparition de nouveaux lieux symboliques ou de nouvelles instances légitimant les phénomènes émergents ; sur des démarches d'écriture de l'histoire induisant des transformations culturelles ; sur des pratiques artistiques saisies à travers l'étude de communautés, de supports de diffusion ou de transmission, de modalités de formation ou d'apprentissage ; sur les déplacements et conflits entre enjeux locaux et déterritorialisation des pratiques culturelles ; ou encore sur l'étude méthodologique des échelles appropriées pour saisir et analyser les mutations culturelles dans un monde globalisé.

Il est également pertinent de s'interroger aujourd'hui sur les facteurs sociaux, politiques, économiques ou religieux rendant compte de la variabilité des attitudes possibles vis-à-vis de la différence culturelle (valorisation des spécificités identitaires, droit à la différence, rejet ou acceptation du communautarisme, revendication d'une exception culturelle...). Il est également particulièrement important de comprendre comment les phénomènes culturels en viennent à constituer des enjeux de pouvoir ; comment, par exemple, des conceptions différentes et conflictuelles de la « culture » se trouvent mobilisées, voire instrumentalisées, dans les débats sociétaux.

#### 4. Les dynamiques d'évolution

- Conditions et modalités

Les conditions – notamment économiques, politiques, environnementales – d'émergence et d'évolution devront être étudiées dans des perspectives comparatistes. 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. De telles approches interdisciplinaires offrent également l'opportunité d'explorer les processus de co-évolution entre gènes et cultures. Il serait par ailleurs opportun de renouveler l'analyse du rôle de l'environnement dans le façonnement des processus culturels et de la démographie dans la dynamique de l'évolution culturelle.

La question se pose aussi de la constitution historique et de la transmission des systèmes culturels, ainsi que de leur obsolescence, des détournements et des réappropriations dont ils sont en permanence l'objet. De tels agencements sont à la fois historiques et culturels et n'existent que si les membres d'un groupe y croient et y adhèrent. L'étude des modalités du croire peut être poursuivie et renouvelée.

La question des conditions économiques propices à l'émergence et au développement des cultures pourra également être envisagée grâce à ce programme. On pourra notamment étudier les liens possibles entre les caractéristiques des créations culturelles et la nature de la production économique de la société en question et prendre en compte les rapports entre techniques, supports et formes des phénomènes culturels. Il serait intéressant d'approfondir la question des liens entre changements techniques et changements culturels.

On pourra également s'intéresser aux dynamiques de concurrence, de compétition, d'émulation ou de transfert (unilatéral ou partagé) entre les différentes forces sociales et culturelles, en plaçant l'accent sur l'apport des différentes sciences humaines et sociales afin de mieux comprendre les processus à l'œuvre. La question de l'innovation culturelle, de sa valorisation ou de sa condamnation, des conditions de son succès, de son évaluation rétrospective pourra être posée à nouveaux frais. Une attention particulière devrait être portée aux facteurs et aux acteurs du changement. Quels processus président à l'adoption d'une innovation ? Quel est le rôle de la mémoire, de l'imitation, de l'éducation, du don, des routines ?

- Espaces - centres - périphéries

L'intensification des circulations (de personnes, de services, de marchandises, d'idées, d'informations, de manières de faire ou d'être) et le développement de l'interconnexion à travers le monde ont donné lieu à des changements sociaux à la fois multidimensionnels, voire systémiques, et compactés dans le temps. La capacité des technologies actuelles à déterritorialiser les réseaux sociaux génère une multiplication des niveaux et des modes de constitution du lien social dans de nouveaux environnements eux-mêmes souvent multiples, spatialisés ou non, de sorte que l'internationalisation des cultures pourrait amener à concevoir une autre forme d'universalité.

La question des hybridations, mais aussi celle de l'affirmation progressive de systèmes culturels autoréférentiels dans des espaces émergents, jadis considérés comme périphériques, permettent d'envisager la notion de déplacement comme un facteur déterminant. Dans le monde contemporain, en même temps qu'une certaine uniformisation, la globalisation suscite une rétraction sur des entités régionales étroitement localisées. L'exacerbation des conflits entre les sociétés peut ainsi conduire à durcir ou à substantialiser la notion de culture comme l'illustre le cas de minorités autochtones interdisant aux puissances dominantes de s'appropriier tout élément culturel — fût-il immatériel — tenu pour leur propriété exclusive. Pourrait être explorée l'affirmation

identitaire de communautés nouvelles fondées sur des considérations d'origine, de genre ou d'appartenance associées à des comportements, normes ou savoirs à valeur démarcative. Le rôle des nouveaux médias et de leurs usages mériterait également d'être analysé dans le cadre de l'étude de ces affirmations identitaires de communautés nouvelles. Quelle que soit l'échelle, il semble que différentes strates de culture coexistent toujours et que chaque individu possède en lui-même une diversité culturelle. La tension entre local et global s'exprime en particulier à travers les enjeux patrimoniaux enracinés dans des groupes sociaux dont les cadres varient selon une double dialectique entre des politiques culturelles institutionnelles et des émergences plus spontanées. Si l'on s'est déjà intéressé au rôle de la littérature dans la construction de nations ou de communautés imaginées, certaines époques pourraient être encore étudiées afin d'y repérer les facteurs conduisant à identifier l'apparition puis le déploiement d'une langue et d'une culture « nationales ». Des projets interdisciplinaires (littéraires, sociologues, historiens, historiens de l'art) entre autres permettront de remettre en perspective les processus et les enjeux.

On pourra également saisir l'occasion de ce programme pour tirer un bilan des acquis des approches « genrées » et post-coloniales, pour s'intéresser à ce qui distingue les méthodologies anglo-saxonnes de leurs équivalents français et de favoriser des convergences permettant de renouveler ces champs d'étude.

Enfin, si les sociétés sont ouvertes aux emprunts et aux incorporations, elles le sont aussi aux rejets. Il serait donc opportun de s'interroger sur ce qui se transmet d'une société à une autre et sur ce qui résiste au contraire à la circulation.

- Transferts culturels

Il est possible grâce à ce programme d'approfondir les travaux portant sur les transferts culturels, en étudiant les intermédiaires (notamment les traducteurs et l'importance et les modalités des traductions), les biens transférés (et ceux qui dans une relation interculturelle donnée ne le sont pas) et les modifications qu'opèrent le passage et l'insertion dans une autre culture.

- Rythmes

Les émergences et les évolutions des phénomènes culturels présentent des disparités dans leurs rythmes, entre métamorphoses à court terme et modèles plus durablement intériorisés et transmis. Le rythme actuel d'invention ou d'émergence de ces phénomènes apparaît aujourd'hui très rapide. En a-t-il toujours été ainsi ? À quel moment et comment un élément « hybride » fait-il oublier son « hybridité » ? L'étude des dynamiques d'émergences et d'évolutions incite aussi à penser dans des temporalités pertinentes : celle de l'éventuel passage d'un seuil pour considérer qu'il y a émergence ; celle qui est nécessaire à la perception des continuités, des résurgences, des influences, mais aussi de l'imprévisibilité, des ruptures, des sauts, des stagnations, du déclin, de la disparition, voire de la déculturation. Il serait intéressant de savoir si l'on peut considérer des seuils ou des refus d'évolution dans le développement des cultures et quel sens leur donner.

## **Programme : 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 des innovations technologiques et sociales en appréhendant simultanément leurs aspects scientifiques, techniques, économiques, anthropologiques et sociologiques. Les consortia porteurs de projets devront obligatoirement comporter des chercheurs des sciences humaines et sociales et des autres sciences concernées par le projet. Il est ouvert au partenariat avec les entreprises et organismes.

Les innovations 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 mutations de la production agricole et industrielle ; la protection de l'environnement et l'adaptation aux changements environnementaux ; les changements de paradigmes énergétiques et des systèmes de transport ; la production et la gestion durable du cadre de vie ; l'innovation dans le domaine des matériaux, nanomatériaux et nanotechnologies ; les sciences et technologies de l'information et de la communication ; les innovations dans les réseaux, le lien social et les modèles économiques et de gestion.

### **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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu :** 2011 – 2012 –2013
- **Type de programme :** ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme :** Programme national ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR**  
Programme transversal aux départements de l'ANR, seconde édition

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR**

Le programme « Sociétés innovantes » est par définition ouvert à l'ensemble des disciplines scientifiques et donc en interface avec l'ensemble des programmes ouverts par l'Agence.

- **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. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

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 ;
- Favoriser des projets émergents de recherche associant, notamment, les équipes SHS avec des entreprises et des collectivités.

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 sciences. 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.

## Résultats et impact espérés

Les 60 projets soumis dans le cadre des éditions 2011 et 2012 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 locales, 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 de santé et médical 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 nouveaux modèles économiques 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. 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 produits, 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.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques et sociaux

Les innovations du XXème siècle ont transformé les modes de vie, de travail et de penser et entraîné des changements profonds dans les manières de produire, la structuration des espaces, les systèmes d'acquisition des connaissances, les modes de gouvernement des institutions comme des entreprises. Le XXIème siècle poursuit cette tendance. La numérisation, définie comme la codification numérique de l'information permettant son traitement et sa transmission par des machines, possède à la fois des dimensions technique, économique, sociale et culturelle. Les ressources en matériaux d'origine naturelle se réduisent (au moins relativement aux besoins) ce qui conduit à des innovations continues dans des matériaux de substitution. Les nanotechnologies impactent les capacités des systèmes de communication, les connaissances et les techniques dans le domaine de la biologie/santé, ou dans celui de la récupération, conversion ou stockage de l'énergie ou encore dans le domaine 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 pour les 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. Il convient de réexaminer les critères de la qualité de vie à l'aune de ce changement de perception des enjeux globaux environnementaux. Le 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 existantes dans un contexte de crise budgétaire et financière, 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 propre aux dynamiques des populations, avec, d'un côté, le vieillissement démographique 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.

## **2.2 - Enjeux écologiques et environnementaux**

La raréfaction des ressources naturelles combinée aux effets des changements globaux induisent des prises de conscience aiguës 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**

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les recherches aux frontières des différents domaines scientifiques peuvent permettre l'émergence de nouveaux cadres théoriques ou méthodologiques. Elles sont également susceptibles de produire des approches intégrées des applications des technologies comme des formes sociales de leurs usages.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**  
Recherche fondamentale et appliquée, interdisciplinaire.

- **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.

- **Participation au financement du programme**  
Les partenariats financiers peuvent être envisagés.

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

### **Axes et thèmes des recherches**

- **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, des facteurs culturels et des systèmes de valeurs.

- **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.

- **Innovation et modèles économiques**

L'innovation est aussi celle du modèle économique dans lequel la valeur ajoutée repose majoritairement sur les services et les relations clients, suscitant une reconfiguration de la chaîne de valeur.

- **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.

## Programme : Apprentissages

### Résumé :

L'accélération du progrès des connaissances a des conséquences concernant leur acquisition. Depuis les débuts de l'automatisation, les machines et dispositifs techniques évoluent vers une capacité à remplir des tâches assurées par l'homme. Les processus d'apprentissage sont devenus l'un des enjeux de l'innovation en matière de robotique notamment et posent des questions sur les rapports entre apprentissages humains et apprentissage automatique. Plus généralement, les progrès scientifiques et technologiques entraînent de profonds changements dans le système éducatif et de formation, qui doit concilier l'acquisition des compétences de base avec des objectifs de spécialisation et de formation professionnelle. L'allongement de la durée de la vie fait émerger de nouvelles questions portant sur la capacité pour apprendre tout au long de la vie.

Ce programme a pour objectif le développement de connaissances non seulement sur les représentations et les mécanismes impliqués dans toutes les formes de l'apprentissage mais aussi sur les méthodes destinées à les favoriser. La meilleure compréhension des apprentissages implique également des progrès dans le domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), ainsi que dans le domaine de la Biologie et de la Santé et dans d'autres domaines. Les projets devront donc associer les SHS à un ou plusieurs autres champs disciplinaires.

### Mots clés :

Apprentissage; éducation ; didactique ; processus cognitifs ; développement de l'enfant ; vieillissement ; socialisation ; troubles de l'apprentissage ; handicap ; apprentissage professionnel ; neurosciences cognitives; e-learning ; construction de la représentation de soi et d'autrui ; acquisition des comportements sociaux et culturels ; anthropologie de l'éducation ; apprentissage automatique ; intelligence artificielle ; robotique ; systèmes intelligents ; technologies de l'informatique et de la communication expérimentation;

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : affichant des axes ouverts ou partenariaux
- **Dimension internationale du programme** : Programme national ouvert aux coopérations internationales
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Le programme « Apprentissages » a été précédé par un programme thématique « Apprentissages, connaissances et société » (2006 ; plus de 80 propositions). Dans le

domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), le programme ERA-NET « Long-term challenges in information and communication sciences and technologies » (CHIST-ERA) a proposé un volet d'études des apprentissages en robotique, centré sur la capacité d'apprentissage à long-terme, en particulier pour des robots opérant hors de situations de laboratoire. Le Secteur Biologie Santé a développé un programme « Technologies pour la Santé et l'Autonomie » (TecSan) dont l'un des axes considèrerait le développement des technologies innovantes pour la rééducation. Le nouveau programme transdisciplinaire « Apprentissage » prend acte de l'intérêt provenant de multiples communautés pour ce thème et propose que les recherches ayant pour thème central l'apprentissage (individuel ou collectif, par l'être humain ou par un système artificiel) soit étudié en tant que tel, avec des domaines d'application variables, mais dans l'optique d'une meilleure compréhension des mécanismes sociaux, cognitifs, biologiques et informationnels qui sous-tendent l'apprentissage.

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

Les questions posées par l'apprentissage peuvent apparaître dans certains Labex, mais sous forme secondaire. Elles apparaissent dans le programme « Initiatives d'excellence en formations innovantes » (IDEFI), mais sous forme d'expérimentation et d'applications qui pourront servir de terrain aux recherches entreprises dans le cadre de cet appel.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

- Susciter des recherches sur les questions d'apprentissage dans leur caractère fondamental et transversal, en mobilisant les différents champs disciplinaires des sciences humaines et sociales et des autres sciences ;
- Favoriser les collaborations des sciences humaines et sociales avec les sciences et les technologies de l'information et de la communication, les neurosciences cognitives, les disciplines de la santé et les sciences de l'ingénieur ;
- Favoriser les approches longitudinales, empiriques, théoriques et expérimentales et prendre en compte la multi-dimensionnalité des phénomènes d'apprentissage ;
- Développer des méthodes et des outils validés scientifiquement destinés à favoriser des modes d'apprentissages innovants.

### Résultats et impact espérés

Cet appel à projets doit permettre de mieux comprendre les différents processus d'apprentissage et de formation des personnes tout au long de la vie, qu'ils concernent les apprentissages fondamentaux élémentaires (lire, écrire, compter, ...), transversaux (sélectionner et trier des informations, contrôler son attention, ...), dirigés vers l'action (robots) ou vers la connaissance, ou encore spécifiques à un travail, individuel ou collectif, en intégrant les nouvelles technologies de l'information. Les travaux engagés devraient conduire à dépasser une approche fragmentée et favoriser l'émergence d'approches globales et intégrées..

Les recherches dans ce domaine peuvent contribuer à la réflexion collective pour la prise en charge des différents problèmes liés aux difficultés d'apprentissage et de formation tout au long de la vie dans les différents domaines de notre société (école, santé, travail, technologies). Elles doivent également favoriser l'émergence de méthodes et d'outils innovants (validés scientifiquement) adaptés aux différentes formes d'apprentissages.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

Les apprentissages sont au cœur des dynamiques culturelle, économique, politique et technologique de nos sociétés. Ils concernent bien sûr en premier lieu les enfants. Dans le cas des apprentissages scolaires, l'acquisition des compétences « de base » (lire, écrire, compter) demeure un objectif essentiel et les évaluations internationales (PISA) incitent à développer des programmes, des méthodes et des outils éducatifs plus ambitieux, validés scientifiquement, tenant compte des difficultés spécifiques liées aux facteurs sociaux. Il convient aussi que les handicaps soient pris en compte pour ajuster les pratiques éducatives sans effet de stigmatisation. Mais l'accélération des progrès techniques implique aussi que les adultes puissent apprendre tout au long de leur vie. Les emplois proposés exigent des niveaux de qualification croissants. L'allongement de la durée de la vie active oblige à repenser le problème des capacités d'apprentissage, en tenant compte des effets du vieillissement cognitif.

Les politiques éducatives des institutions scolaires, professionnelles ou associatives sont confrontées à de profondes remises en cause qui portent sur leurs finalités ou leur mise en œuvre et sur l'évaluation de leurs résultats. L'étude du rapport entre l'individu et son environnement social et culturel est une question centrale, de même que celle de l'articulation de ce rapport avec les fonctionnements cognitifs. L'organisation des activités et l'accessibilité aux emplois sont déterminées par la maîtrise des connaissances et le renouvellement des compétences. Les pratiques culturelles ou consuméristes portent la marque du processus de formation. Ainsi, l'ensemble des normes et des rapports sociaux peut être interrogé comme produit des acquisitions et de socialisation. Le rôle de la représentation de soi et d'autrui dans l'apprentissage doit donc être pris en compte tant au niveau des motivations pour apprendre, qu'au niveau des méthodes d'apprentissage.

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

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

Depuis 2000, plusieurs actions de soutien à la recherche dans le domaine de l'éducation et de la formation ont été proposées : « Ecole et sciences cognitives », ACI du Ministère de la recherche (financement Fond National de la Science – 2000/2004), « Traitement des connaissances, apprentissage et nouvelles technologies de l'information », programme interdisciplinaire conduit par le CNRS (2003-2004), « Programme incitatif de recherche en éducation et formation », placé sous la double tutelle des ministères chargés de l'Education Nationale et de la Recherche (2002-2005) et enfin le programme « Apprentissage, connaissances et société » du département SHS de l'ANR (2006). Durant ces années 2000-2008, ces différentes actions ont permis une certaine mobilisation des disciplines en sciences cognitives, des sciences du langage, des sciences de l'information et de la communication, des sciences sociales et de l'éducation.

Actuellement, la recherche française est à la fois marquée par une faiblesse des études dans le domaine des sciences de l'éducation et par l'émergence de nouvelles approches sur la question des apprentissages, grâce notamment au développement sans précédent au niveau international des sciences cognitives des apprentissages (OCDE). Il convient de souligner que le National Research Council du Canada a lui aussi proposé récemment un vaste programme de recherche pour augmenter la capacité d'acquisition, de partage et d'utilisation des connaissances (Learning and Collaborative Technologies) tant au niveau des individus qu'au niveau des organisations.

## 3.2- Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques du programme**

La recherche française dispose d'un fort potentiel de recherche dans différentes disciplines, qui mérite d'être mobilisé et renforcé, notamment dans le domaine des sciences cognitives de l'apprentissage et de la formation. Les sciences de l'éducation et les sciences et technologies de l'informatique et de la communication peuvent apporter des contributions importantes pour concrétiser les apports des sciences cognitives.

L'étude des apprentissages a donné lieu à des avancées majeures au cours des dernières décennies. Les travaux sur le développement de l'enfant ont permis de mettre à jour des compétences précoces, y compris concernant des opérations (imitation) pouvant servir de base à des apprentissages ultérieurs. Une dimension sociale a été progressivement intégrée en examinant comment les enfants se représentent l'esprit et le point de vue d'autrui.

Le domaine de la cognition sociale est à l'heure actuelle en plein essor et les recherches vont au-delà de la seule capacité pour inférer l'état mental d'un autre individu d'après certains indices de son comportement. Des travaux évaluant les effets des représentations sociales Des travaux évaluant les effets de ces représentations lors des apprentissages sont attendus. Ils devraient amener un progrès en assurant le passage entre les études de laboratoire et les études sur le terrain.

Il est à noter que notre pays a pris un certain retard dans la mise au point de programmes d'apprentissage adaptés pour les personnes souffrant de certains handicaps. Il faut donc enrichir le domaine des recherches sur les apprentissages des individus avec ou sans troubles du développement. De ce point de vue, les recherches récentes sur les interfaces homme-machine et les capacités d'apprentissage implicite / explicite qu'elles impliquent sont en plein développement, des projets portant sur l'analyse des capacités cognitives impliquées par ces interfaces, mais aussi sur les effets de l'usage de ces interfaces sur la représentation de soi sont en développement.

L'apprentissage concerne aussi l'adulte, qui doit continuer à apprendre même à un âge avancé. Dans ce domaine, les travaux sur l'expertise et son développement ont connu de réels progrès en montrant le rôle crucial joué par l'organisation des connaissances en mémoire. En revanche, les processus exacts impliqués dans l'apprentissage de l'expertise demeurent mal connus. On en reste au constat d'une expérience accumulée sur un temps long et de manière continue. Les études sur les capacités de « lifelong learning » des robots vont aussi dans cette direction. Une véritable pédagogie de l'expertise est à construire.

Les travaux de neurosciences récents ont mis en évidence des circuits impliqués dans les apprentissages, en distinguant différents systèmes de mémoire et différents modes d'accès. Les circuits neuronaux impliqués dans la récompense, les émotions et la prise de décision ont pu être mis à jour. En outre, l'étude des apprentissages des animaux, y compris pour des compétences a priori spécifiques des humains, a contribué en partie à naturaliser l'esprit.

Pour poursuivre les progrès, il est aujourd'hui requis d'aborder l'apprentissage en intégrant différentes perspectives susceptibles d'améliorer les méthodes d'apprentissage, l'évaluation des apprentissages, et leur intégration aux domaines de l'éducation de l'enfant, de la formation des adultes, de la robotique comportementale et sociale.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme « Apprentissages » se prête notamment à des collaborations interdisciplinaires, émanant des différentes disciplines des sciences humaines et sociales, mais aussi des domaines des STIC (apprentissage par des robots ou des systèmes intelligents, simulations, logiciels), et des Neurosciences, dans la mesure où ces travaux contribuent à une meilleure compréhension des mécanismes d'apprentissage et au développement de méthodes et outils associés. La Biologie et la Santé sont aussi concernées par les apprentissages en cas de troubles cognitifs ou moteurs. L'Ergonomie et la Santé sont aussi appelées à proposer des projets pour étudier les apprentissages dans des environnements spécifiques.

Le programme peut être traité en ayant recours à des méthodologies diverses (expérimentations sur des petits et grands échantillons, analyses secondaires de données, enquêtes sur de grands échantillons, enquêtes par entretien auprès de groupes de taille réduite, observations de processus, études de textes). Les projets pourront mobiliser des approches empiriques, mettant à l'épreuve les cadres théoriques existants et leur élargissement. Les comparaisons internationales et les études de terrain sur des zones géographiques diversifiées sont particulièrement attendues.

- **Type de partenariat de recherche**

Des partenariats sont envisageables avec des institutions publiques, des entreprises, des organismes ou associations.

- **Participation au financement du programme**

La DGESCO du Ministère de l'éducation nationale est susceptible de participer au financement de certains projets et à la mise à disposition de certains personnels (par exemple des conseillers pédagogiques pour les recherches dans l'enseignement primaire). Les modalités de collaboration avec la DGESCO seront précisées ultérieurement.

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

Ce programme concerne l'étude des apprentissages dans leurs dimensions individuelle et collective, et dans divers contextes (scolaire, travail, etc.). Chaque axe proposé ci-dessous permet l'élaboration de projets pluridisciplinaires impliquant les sciences humaines et sociales, les STIC, la biologie, la santé et les sciences de l'ingénieur. Si les projets à l'interface sont encouragés, il convient que ces projets articulent de manière claire les apports des différentes disciplines en soulignant en quoi l'aboutissement du projet permettra de mieux comprendre les mécanismes fondamentaux de l'apprentissage.

### **Axes et thèmes des recherches**

#### **Axe 1 : Evaluation des apprentissages et des effets de nouvelles méthodes**

Ce premier axe concerne l'évaluation des apprentissages, notamment scolaires, dont on connaît l'enjeu tant pour les familles que pour la société. Des recherches pourront examiner des contextes différents allant du savoir-faire en situation naturelle aux situations de réflexion métacognitive et aux situations expérimentales. L'évaluation des apprentissages peut être conduite à partir de plusieurs perspectives : la nature des critères d'évaluation utilisés, des types de connaissances produites par ces évaluations sur les acquisitions (y compris, celles de l'autonomie, du civisme, de l'estime de soi), l'apport des enquêtes internationales pour estimer de l'efficacité des différents systèmes d'enseignement, et leur capacité à réduire les inégalités initiales entre les groupes.

Ce premier axe concerne aussi la compréhension des différents modes d'apprentissage, ainsi que la possibilité de remédier à l'absence d'une compétence ou à une évolution atypique dans l'acquisition des connaissances. Une évaluation des différentes méthodes d'intervention permettra de déterminer celles qui donnent les meilleurs résultats, et si ces effets diffèrent selon l'individu ou les moments de son évolution.

### **Axe 2 : Nouvelles méthodes et nouveaux outils d'apprentissages**

Cet axe est ouvert à toutes les études proposant des innovations pour faciliter des apprentissages, que ces innovations concernent la pédagogie en tant que telle (e.g., rythme et forme des sessions d'apprentissage et/ou d'évaluation) ou les outils et techniques impliqués dans l'apprentissage. Une attention particulière sera portée aux projets qui proposeront de développer des outils adaptés à des modes d'apprentissages innovants. Cet axe est par exemple ouvert aux recherches et développements portant sur de nouveaux outils d'apprentissage (e-learning notamment) ou d'amélioration de l'efficacité cognitive (neuro-feedback, prothèses cognitives) dans la mesure où les recherches seront centrées sur les contraintes que ces outils créent pour l'apprentissage de leur utilisation. L'approche ergonomique sera bienvenue pour évaluer et mettre au point des outils aisément utilisables.

### **Axe 3 : Processus cognitifs généraux et contextes du développement**

Les apprentissages impliquent différentes capacités fondamentales : mémoire, perception, attention, etc. Ces capacités seront abordées notamment dans les contextes sociaux et culturels dans lesquels elles s'insèrent, ainsi qu'à travers l'étude du développement global de l'individu. Elles ne seront donc pas seulement étudiées pour elles-mêmes, mais aussi en relation avec les variables liées à la dimension sociale et culturelle du sujet humain. Des recherches sur les fondements neurobiologiques des apprentissages pourront être proposées si elles contribuent à éclaircir les aspects comportementaux.

Des projets de recherches systématiques et contrôlées, en milieu naturel ou expérimental, pouvant conduire à des résultats stables et reproductibles sont particulièrement attendus. Les apprentissages dans différents domaines peuvent être explorés : l'espace, le temps, le nombre, le langage oral et écrit, mais aussi, par exemple, la musique, le mouvement et la danse... Ces travaux peuvent s'appliquer au sujet humain, jeune ou âgé, sain ou malade, ainsi qu'à l'étude comparative de populations différentes, dans le contexte du laboratoire comme dans les différentes situations de la vie sociale et professionnelle (école, dispositif de formation continue, centre spécialisé, hôpital, entreprise, famille, crèche, groupes sociaux divers). Ils peuvent également s'appliquer aux dispositifs technologiques susceptibles d'apprentissages.

### **Axe 4 : Les nouveaux enjeux de la formation et de l'éducation**

La production massive de connaissances sur le monde physique et social ne facilite guère le travail de sélection de celles qu'il apparaît utile de diffuser dans les institutions de formation. Un travail d'analyse est nécessaire sur les connaissances effectives dont auront besoin les individus et les sociétés à court et à moyen terme, ce qui suppose une réflexion économique, sociale, philosophique et politique.

La distribution inégalitaire des connaissances entre les groupes sociaux (filles et garçons, catégories sociales, « autochtones » et minorités ethniques, urbains et ruraux) pose plusieurs questions : la conciliation entre efficacité économique et cohésion et justice sociale, la définition et la transmission d'un « socle commun » des savoirs et des compétences indispensables à tous, et sa place dans le système de formation par rapport à des mécanismes de diversification et de spécialisation. Il s'agit en particulier d'examiner les orientations et les dispositifs qui favorisent soit l'accroissement, soit la diminution d'inégalités qui sont la conséquence de mécanismes proprement scolaires.

L'examen des différents types de formateurs est important dans la compréhension des processus d'apprentissage. Les études sur la profession enseignante pourraient être



enrichies par la prise en compte des transformations introduites par le renouvellement générationnel en cours, mais aussi par les changements du public scolaire, du statut de la connaissance et de l'autorité.

Le rôle de différents types de médiation pourra faire l'objet de recherches : livres, arts, contes, mythes, savoirs oraux et empiriques. On peut également s'intéresser à la littérature comme modalité spécifique d'apprentissage et de connaissance, mais aussi aux modèles littéraires et artistiques susceptibles de fournir des idéaux de comportements – ou de repoussoirs – dans la vie sociale. Le rôle des humanités dans la constitution d'une représentation de soi et d'autrui lors des apprentissages devrait être analysé. Le rôle des nouvelles technologies de l'information, des types de culture qu'elles transmettent, la spécificité des modes d'apprentissage qu'elles suscitent, et leur réception par les jeunes pourraient faire l'objet d'études spécifiques.

La question de la « formation tout au long de la vie » et de l'augmentation du nombre d'individus qui connaissent et vont connaître des transitions professionnelles au cours de leur existence conduit à s'interroger sur les possibilités d'apprentissage des individus au sein des institutions de formation continue et des entreprises, mais aussi sur leurs articulations ou leurs discontinuités ainsi que sur la reconnaissance et la valorisation des acquis. De ce point de vue, les travaux examinant les apprentissages du point de vue du vieillissement sont encouragés, tout comme les travaux évaluant la possibilité de transfert d'apprentissage.

#### **Axe 5 : La production des connaissances et les apprentissages collectifs**

La construction et la mise en circulation des connaissances mobilisées par les individus et les institutions pourront faire l'objet d'analyses spécifiques. Dans le processus d'élaboration et de mise en œuvre des politiques, les mécanismes à travers lesquels se combinent apprentissage de nouvelles normes de conduites sociales et de nouvelles connaissances dans l'espace public sont fondamentaux. La question de l'apprentissage est en particulier posée dans les situations de changement, lorsque se mettent en place de nouveaux cadres normatifs et cognitifs qui modifient à la fois les croyances, les valeurs et les normes qui structurent les politiques (« ce que l'on croit juste ») et les systèmes causaux qui fondent les matrices cognitives sur lesquelles reposent les programmes d'action publique (« ce que l'on croit vrai »).

La connaissance scientifique occupe une place centrale dans les sociétés postindustrielles et mérite une attention spécifique. Des recherches historiques ou sociologiques pourront étudier les transformations des modes de production des connaissances dans le secteur public ou privé, et leurs déterminants en termes de modes de régulation, d'organisation. Ces transformations soulèvent des questions concernant l'autonomie de la production scientifique et les liens qu'elle entretient avec la demande sociale et économique ; elles sont particulièrement importantes dans les domaines technoscientifiques (e.g. nanotechnologies, biotechnologies, ...). Il importe de resituer ces transformations des modes de production de la science dans une vision historique, politique, économique plus vaste mettant en évidence les ruptures et les continuités. Le statut de l'expertise, les conditions de sa mise en œuvre, les types de connaissances produites et leurs usages à court et à moyen terme s'inscrivent dans cette perspective. Des projets pourraient également explorer les effets de l'utilisation de la connaissance en sciences sociales comme outil de gestion et de contrôle de l'activité des agents, dans le secteur public ou les entreprises, et les résistances qui peuvent émerger vis-à-vis des usages de ce savoir expert.

 **SANTÉ ET  
ALLONGEMENT DE LA VIE** 

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

### Résumé :

Le développement des technologies pour la santé et l'autonomie est associé à un besoin sociétal fort et à des contraintes grandissantes qui comprennent :

- le vieillissement de la population dans les pays développés ;
- l'évolution vers une prévention accrue de la maladie et de la dépendance, un raccourcissement du cycle diagnostic – thérapie et des outils thérapeutiques innovants ;
- une demande sociétale accrue de prise en charge de la santé et de la perte de l'autonomie dans les pays développés ;
- un besoin de maîtrise des coûts de santé ;
- l'évolution de la démographie médicale.

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

- au service de l'acte médical ou chirurgical, pour le rendre plus sûr, plus précis, moins invasif, plus efficace et plus accessible en situation d'urgence et d'isolement ;
- au service de l'information médicale, pour optimiser la gestion des données et améliorer la prévention, les l'accès aux soins et les politiques de santé publique ;
- au service des personnes malades, fragiles, handicapées et/ou âgées en perte d'autonomie, pour leur permettre une plus grande autonomie tout en garantissant un niveau élevé de sécurité et d'assistance.

Les recherches et développements menés dans ce domaine ont un caractère multidisciplinaire et associent généralement des laboratoires de recherche, des professionnels de santé et/ou du secteur médico-social et les industriels du domaine.

Cet appel à projets est proposé par l'ANR, en partenariat avec la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) et la Direction Générale de l'Armement (DGA).

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

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011-2013
- **Type de programme** : partenariat public-privé obligatoire
- **Dimension internationale du programme** : Programme national / ouvert à l'international

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

Cet AAP s'inscrit dans la continuité des appels à projets sur les technologies pour la Santé et l'Autonomie lancés en 2007- 2011, en particulier des AAP RNTS 2005, TecSan 2005 à 2012. Ce programme s'articule également avec tous les programmes thématiques du département biologie santé de l'ANR et les programmes STIC et P2N.

En particulier, ce programme est en relation avec l'appel à projets international AAL 169 puis AAL 185 Ambient Assisted living 2008 à 2012.

- **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 :

- Dans le domaine de la chirurgie assistée, des implants et prothèses technologiques :

Equipex FIGURES chirurgie assistés

Labex CAMI gestes médico- chirurgicaux assistés par ordinateur, NUMEV TIC, neuro-prothèses, capteurs embarqués, robotique médicale, NANO SACLAY Nanosciences et nanotechnologies, PRIMES Physique, radiobiologie, Imagerie Médicale et simulation

Nanobiotechnologies : IBCF piles à Carburant Bioimplantables

IHU MiX-SURG chirurgie mini-invasive Guidée, LYIRCS Rythmologie Cardiaque, projet Prometteur HandiMedEx accompagnement du handicap moteur et neurologique,

Projet Structurant INTENSE dispositifs électroniques implantables et neurostimulation

IDEFI TIL métiers de la longévité et de l'autonomie

- Dans le domaine de l'imagerie médicale pour le diagnostic ou le traitement, et le ciblage de traceurs ou de composés thérapeutiques, 9 Equipex, 3 infrastructures, 6 Labex, 2 projets de bioinformatique, 2 de Nanotechnologies sont impliqués, parmi lesquels sont particulièrement concernés,

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.

# **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 en particulier 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, essentiellement des 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 est en synergie avec les actions visant le développement des dispositifs médicaux et des entreprises du domaine.

# **2. Contexte et enjeux sociétaux**

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 autres répondre aux évolutions suivantes :

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

Outre les développements spécifiques liés aux dispositifs embarqués (contraintes technologiques spécifiques, télécommunication, stockage,...), les recherches doivent de plus en plus présenter une approche intégrée prenant en compte à la fois les méthodologies d'acquisition, de traitement et de prise de décision, l'implémentation de ces méthodologies de façon distribuée.

De vrais défis scientifiques et technologiques voient ainsi le jour avec d'un côté le fort développement des outils informatiques et de communication et 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'usage, 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.

Ce programme comporte donc des enjeux importants :

- Au niveau économique du point de vue des coûts associés aux maladies et à la perte d'autonomie et à leur prise en charge,
- Au niveau industriel en favorisant le développement de projets associant les entreprises françaises du domaine avec des équipes académiques pour des programmes à forte valeur ajoutée, de manière à soutenir la compétitivité dans ce secteur de pointe, pour répondre à un besoin qui est commun à tous les pays développés. Ces projets et leurs développements devraient également s'avérer créateurs d'emploi à terme.
- Au niveau sociétal pour une meilleure prise en charge des patients et une meilleure gestion des actions et dépenses de Santé.

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

Les actions promues par OSEO-ANVAR ou de type FUI sont quant à elle souvent placées plus en aval, ou avec des modes de financement différents. L'aide aux projets collaboratifs des pôles de compétitivité (FUI-OSEO) finance des projets plus « aval » que ceux du programme TecSan 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 TecSan (10 M€ de montant maximum d'aide, alors que les projets TecSan 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 tous ces pays. En Europe, la majorité de ces programmes en faveur des biotechnologies sont focalisés sur les PME sans obligation de partenariat.

- **Caractère international du programme**

TECSAN est ouvert depuis 2009 à la participation de partenaires de Taïwan et s'articule avec l'article 185 « AAL185 ». Il est envisagé une ouverture avec l'Allemagne et le Canada.

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

Le programme vise à renforcer l'expertise et la compétitivité des laboratoires de recherche et des entreprises (PME) du domaine.

Plusieurs documents peuvent aider à mieux comprendre les enjeux autour de ce domaine des technologies pour la Santé, dont un formalisé pour la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie et pour l'ANR dans le cadre de ce programme TecSan en 2007 [http://www.cnsa.fr/IMG/pdf/Rapport\\_final\\_ALCIMED\\_ANR\\_CNSA\\_VF2.pdf](http://www.cnsa.fr/IMG/pdf/Rapport_final_ALCIMED_ANR_CNSA_VF2.pdf) et d'autres formalisés par l'ITMO Technologies pour la Santé <http://www.inserm.fr/thematiques/technologies-pour-la-sante/enjeux> et le Ministère de l'Industrie [http://www.industrie.gouv.fr/techno\\_cles\\_2010/html/viv.html](http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/html/viv.html).

Les points suivant sont extraits du rapport CNSA/ ANR 2007 :

- Le secteur des technologies pour la santé est le 1<sup>er</sup> secteur créateur de valeur ajoutée (en pourcentage de valeur produite – 45 %) devant la pharmacie. Le marché annuel global est de 185 milliards d'euros, et sa croissance annuelle est de 6 à 7 % en moyenne. Avec environ 50 % du marché, les Etats-Unis devancent de loin l'Europe de l'Ouest (environ 25 %), et l'Asie (16 %) ;
- Le marché français est estimé en 2005 à 6,7 milliards d'euros (source SNITEM). Il se répartit comme suit :
  - les dispositifs médicaux (DMs) à usage individuel : 5,07 milliards d'€
  - les DM dits d'équipements : 1,64 milliards d'€

Afin d'être le plus exhaustif possible; il convient d'ajouter les prestations diverses et services associés : 1,62 milliards d'€, les DM de diagnostic in vitro (DMDIV) : 1,5 milliards d'€, les DM d'optique : 4,24 milliards d'€, les DM dentaires : 2,18 milliards d'€, les équipements de protection individuelle : 0,75 milliards d'€, soit un total pour le marché global (technologies et dispositifs médicaux) de 16,99 milliards d'€ ;

- L'industrie française des dispositifs médicaux compte environ 300 sociétés et emploie plus de 40 000 personnes. Le secteur des équipements électromédicaux et de radiologie réunit 12 fabricants actifs, et la filiale de GE Medical Systems affiche plus de 75 % de l'activité totale et réalise plus de 80 % du chiffre d'affaires du secteur (sources : Médistat, Eucomed, Snitem - Janvier 2006). En complément de ce marché des Dispositifs Médicaux, il convient d'ajouter le marché de la prestation médicale et sociale à domicile (SSIAD, infirmières libérales, services médicaux d'Hospitalisation à Domicile), qui comprend les soins prodigués par des médecins, infirmières, aides soignantes, kinésithérapeutes, diététiciens, etc., dans le cadre de leur activité libérale ou d'une structure publique ou associative, qui est estimé en 2004 entre 1,4 et 1,9 milliards d'€, pour 25 à 30 000 emplois.  
L'essentiel des forces industrielles tenant le marché des technologies pour la santé sont positionnées aux Etats-Unis et dans une moindre mesure en Allemagne et sont incarnées par des sociétés multinationales, de grande taille, aux capacités financières, de recherche et de distribution très développées. Sur cette scène industrielle, peu d'acteurs industriels français sont présents comparativement aux deux pays leaders. Le tissu industriel est composé de TPE – PME, positionnées sur des niches voire des microniches, certes très innovantes mais aux situations financières souvent fragiles et qui ont une réelle difficulté à atteindre une masse critique. Ce tissu n'est pas (ou peu) relayé par des leaders, quasi-absents du territoire. Ainsi, le marché français est importateur net de dispositifs médicaux avec une balance commerciale négative, les exportations (1 530M€) ne couvrant que 40 % des importations (3 788M€) (sources : EUCOMED 2004).



- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les spécificités du champ des technologies de la santé sont le très large spectre technologique qu'elles représentent, son positionnement à l'interface de toutes les sciences et la transversalité des applications.

Les tendances sociétales à long terme identifiées sont :

- Le vieillissement de la population et l'essor des pathologies associées ainsi que celui du diabète ;
- Le comportement du patient de plus en plus « consommateur », son besoin d'autonomie et de se positionner en tant qu' « acteur » de sa prise en charge
  - La volonté d'améliorer de façon continue la qualité des soins
  - La nécessité de maîtrise des dépenses publiques

Parallèlement, cinq tendances technologiques actuelles innovantes ont été identifiées pour ces technologies : les nanotechnologies en particulier mais aussi l'interopérabilité, la multi - modalité, la miniaturisation et la numérisation.

Huit groupes technologiques se dégagent donc en particulier :

Dispositifs Médicaux Implantables intelligents, Imagerie moléculaire, Ingénierie tissulaire, Technologies interventionnelles avec un focus sur la GMCAO , les Systèmes Embarqués Communicants, le diagnostic in vitro (regroupant puces et automates), les technologies TIC santé et les technologies de la Santé à domicile.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

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.

- **Type de partenariat de recherche** : partenarial (public-privé)

- **Participation au financement du programme**

ANR, CNSA et DGA sont co-financeurs de ce programme

## 4. Stratégies de recherche scientifique et techniques

### Axes et thèmes

Trois axes principaux sont proposés :

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

- Instrumentation et biocapteurs
- Imagerie médicale (traceurs, recherche pré-clinique...)
- Gestes médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur
- Biomatériaux et ingénierie tissulaire
- Dispositifs médicaux

2. ***E-santé 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.

Dans le cadre de cet axe, sont attendus des projets « **phares** » particulièrement ambitieux et pluridisciplinaires qui intègrent forcément des approches biomédicales (biologie, épidémiologie, clinique,...), des sciences et techniques de l'information et des sciences humaines et sociales.

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

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



## Programme : Recherches Partenariales et Innovation Biomédicale (RPIB)

### Résumé :

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

- pour soutenir et renforcer les communautés scientifiques et industrielles (biotechnologies pour la santé, pharmaceutique, ...) 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

ARNs, biomarqueurs, biologie synthétique, bioproduction, biotechnologies, cancer, cellules souches, 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.

- **Années pour lesquelles le programme est prévu** : 2011 – 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 RIB 2005 à 2007, BioTechS 2008 à 2010, Biotechnologies 2010

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Le programme se situe clairement en aval du programme Emergence. Environ la moitié des projets soumis en 2012 à Emergence sont dans le périmètre thématique de RPIB (thérapeutique, diagnostic, outils de recherche ...) et les projets « suite » de ceux qui conduiront à la création d'une « start-up » auront naturellement vocation à être soumis dans RPIB.

Le programme est complémentaire du programme TECSAN (technologies pour la santé) qui, dans le domaine de la santé, finance tout le reste de la recherche partenariale (instrumentation, imagerie, dispositifs médicaux, e-santé ...).

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

Les appels à projets Biotechnologies et Bioressources et Démonstrateurs pré-industriels sont, parmi les instruments des Investissements d'avenir, ceux qui se rapprochent le plus du programme RPIB. Cependant, Biotechnologie et Bioressources en reste 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 RPIB en a financé 23 en 2011 (125 projets soumis).

Parmi les 4 Démonstrateurs pré- industriels, 3 – PGT : Consortium préindustriel des vecteurs de thérapie génique, CIMTECH Plateforme d'immunotechnologie au CIML : maladies inflammatoires et cancers, Metagénopolis Flore microbienne Intestinale et Santé - recouvrent des thématiques fréquemment observées dans RPIB et pourront favoriser le développement de programmes soumis à cet AAP, le 4<sup>e</sup> TWB : Centre de Biotechnologies Blanches de Toulouse, biologie Synthétique a des axes thématique un peu éloignés de la Santé sans s'interdire cette discipline.

Des deux projets structurants de Pôles de compétitivité, C4C, Industrialisation des thérapies cellulaires s'affiche clairement dans une thématique souvent soumise à RPIB, l'autre INTENSE Dispositifs électronique implantables de neurostimulation est plus proche de l'AAP TecSan.

Enfin, parmi les LABEX, certains sont ouverts à la découverte de nouvelles molécules thérapeutiques comme Océanomics, Arcane, Synorg, CheMliSyst, LipSTIC, ou complètement orientés vers celle-ci et le développement vers des applications médicamenteuses de comme LERMIT et MEDALIS poru la partie petites molécules, Mab Improve et IGO pour l'immunothérapie.

On peut s'attendre à ce que les actions des IA, qui visent à stimuler les partenariats public-privé dans le domaine biomédical (IHUs, IRTs, cohortes... par exemple), conduisent à une augmentation du nombre des projets soumis à RPIB.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs


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. 92 projets (tous en partenariat public-privé), comprenant 110 partenaires industriels (dont 97 TPE/PME), ont été soumis à l'édition 2012 du programme qui est donc devenu un outil incontournable de financement des recherches partenariales dans le domaine biomédical.

## Résultats et impact espérés


- Augmentation du nombre de produits thérapeutiques (classiques ou issus des biotechnologies) 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 tant dans le domaine des maladies communes que des maladies rares. En 2011, par exemple, sur les 23 projets financés, 12 concernaient des produits thérapeutiques (maladies inflammatoires, maladies infectieuses, cancer, maladies rétinienne, thérapies cellulaires...) et 2 des vaccins.
- Développement d'outils technologiques pour faciliter, accélérer, améliorer et augmenter l'efficacité et la productivité de la recherche dans le domaine des biotechnologies pour la santé. En 2011, 3 projets concernaient des plate-formes (haut débit ou système miniaturisés) pour la découverte de médicaments ou de biomarqueurs.
- Valorisation de la recherche académique avec une augmentation de la propriété intellectuelle et du transfert vers le secteur industriel. 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 et mettre la France dans une position de leader sur ce marché en plein essor.
- Développement et renforcement de la compétitivité du secteur industriel français en biotechnologies pour la santé (pérennisation des acteurs industriels).

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 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. 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'emplois 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 autre), les biotechnologies vont jouer un rôle prépondérant au bénéfice de la santé humaine et du bien-être sociétal.

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

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

## 3. Positionnement stratégique du programme

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

L'aide aux projets collaboratifs des pôles de compétitivité (FUI-OSEO) finance des projets plus « aval » que ceux du programme RPIB puisqu'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 tous ces pays. En Europe, la majorité de ces programmes en faveur des biotechnologies sont focalisés sur les PME sans obligation de partenariat.

- **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 visée dans les appels à projets**

Recherche industrielle et développement expérimental. TRL 2 à 6.

- **Type de partenariat de recherche**

public-privé exclusivement

- **Participation au financement du programme : ANR**

## 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, comme en 2012 :

#### **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 bio-médicaments (par exemple les approches faisant appel à la biologie synthétique).

## Programme : Programme de Recherche Translationnelle en Santé (PRTS)

### Résumé :

Le Programme de Recherche Translationnelle est co-financé à égalité par le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) du Ministère de la Santé et par l'ANR. Il est destiné à soutenir les travaux nécessaires pour le transfert de résultats prometteurs de la recherche exploratoire en regard de possibles applications médicales vers une étape d'évaluation clinique. Il s'adresse à des regroupements d'équipes appartenant à des institutions de recherche et à des établissements de soin, auxquels peuvent se joindre des entreprises. Les projets soutenus concerneront toutes les disciplines médicales, à l'exception du cancer et des infections par le VIH ou les virus des hépatites couverts respectivement par l'ANRS et l'INCA. Ils reposeront sur la démonstration préalable d'un concept potentiellement valorisable pour le diagnostique, le pronostique, le suivi ou le traitement de maladies humaines. Les études seront pilotées par les investigateurs et destinées à documenter la faisabilité, la sécurité, l'opportunité et les bénéfices attendus d'une approche innovante afin de définir les conditions et les modalités d'une étude clinique ultérieure. L'ambition de ce programme est d'amplifier et d'accélérer la valorisation de la recherche biomédicale en France. Celle-ci repose en grande partie sur la constitution d'équipes puissantes, associant intimement médecins et chercheurs, et disposant de moyens importants pour évaluer la pertinence clinique de nouvelles approches pour la prise en charge des patients.

### Mots clés :

Etude pré-clinique, recherche clinique, recherche pilotée par les investigateurs, phase précoce d'étude clinique, valorisation de la recherche biomédicale, études ancillaires, amplification et accélération du transfert « bench to bed », modèle chez le gros animal, étude épidémiologique, bonnes pratiques de laboratoire, bonnes pratiques de manufacture

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu :** 2013
- **Type de programme :** ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé, mais partenariat exigé avec une ou plusieurs équipes hospitalières
- **Dimension internationale du programme :** Programme national en collaboration avec le Programme National de Recherche Clinique (PHRC).



- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR.** Il s'agit d'un programme nouveau destiné à compléter les instruments proposés par l'ANR s'adressant à la valorisation de la recherche. Les instruments existant à l'ANR sont les programmes partenariaux RPIB et TecSan, dans lesquels des laboratoires publics et industriels s'associent pour transformer une preuve de concept en un produit susceptible d'une mise sur le marché. Le programme PRTS se propose de soutenir des démarches similaires portées par des partenariats entre des équipes de cliniciens hospitaliers et des chercheurs afin de faciliter la mise en œuvre d'études cliniques conduites par les investigateurs.
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :** des projets de recherche translationnelle conduisant possiblement à des essais cliniques dont le promoteur est une entreprise sont soutenus dans les programmes RPIB et TecSan. Des programmes thématiques tels que SAMENTA en psychiatrie, ou CESA sur les contaminants environnementaux peuvent soutenir des études cliniques pilotées par les investigateurs. Ces soutiens sont toutefois limités en nombre et en ampleur et ne constituent pas la raison d'être de ces programmes.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :** Les financements accordés dans le cadre du programme Investissement d'avenir permettront de renforcer de manière notable les infrastructures susceptibles de mettre en œuvre des programmes de recherche médicale conduite par les investigateurs en milieu hospitalier. C'est le cas des programmes Biobanques, F-CRIN, Biolumaging, France Génomique, Hidden, NeuATRIS, IDMIT, FLI, CIMTECH, MetaGenopolis, des dix financements de cohortes, et des six IHU. L'objectif de ces initiatives était de stimuler la créativité et l'inventivité des investigateurs dans le domaine de la recherche clinique et de la recherche clinique translationnelle en mettant à leur disposition des outils performants et variés. On peut donc raisonnablement anticiper un accroissement des demandes de financement dans ce domaine. Le programme PRTS est conçu comme un complément des programmes d'Investissement d'avenir permettant de répondre à cette demande attendue.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

La recherche clinique translationnelle assure un continuum entre recherche exploratoire et recherche clinique. En associant intimement des équipes de chercheurs et des équipes médicales, elle assure un transfert optimal des connaissances nouvelles vers la pratique médicale. Les échanges bidirectionnels entre ces équipes constituent le mode de validation nécessaire de la faisabilité et de la pertinence de nouvelles stratégies préventives, diagnostiques, pronostiques ou thérapeutiques.

La démonstration qu'un concept issu de recherches exploratoires peut être pertinent pour une application clinique est une étape particulièrement délicate dans la vie d'un projet car située à l'interface entre deux activités de recherche dont les logiques, les valeurs et les pratiques sont profondément différentes. Elle requiert en outre les efforts conjoints de deux communautés dont les cultures respectives ne facilitent pas naturellement le dialogue.

L'objectif du programme PRTS est d'aider au franchissement de cette étape décisive pour la valorisation de la recherche biomédicale.

## Résultats et impact espérés

Les résultats attendus du programme PRTS sont i) une augmentation de l'activité de recherche se donnant pour objectif la valorisation clinique d'un résultat issu de la recherche, ii) une accélération du processus de transfert dit « bench to bed », iii) une prise en compte d'exigences de qualité au plus haut niveau dès les étapes précoces du processus de transfert afin de diminuer les risques d'échec aux étapes ultérieures.

Ces résultats supposent l'accès possible des équipes à des financements adaptés dès l'initiation du processus de valorisation. La possibilité de financements conséquents détermine la conception et l'ambition des projets. Bien qu'elle nécessite des investissements qui peuvent dépasser les budgets habituels des projets de recherche exploratoire, l'étape translationnelle est l'étape la moins coûteuse du développement d'une nouvelle approche clinique. C'est malgré cela le plus souvent à ce niveau que des moyens insuffisants vont entraver le processus de valorisation d'une approche potentiellement prometteuse, ou à l'inverse conduire, faute d'étude suffisamment poussées, à la validation d'une approche qui devra être abandonnée à un stade ultérieur de son développement.

En proposant un soutien spécifique pour des études précliniques ou cliniques à une phase précoce, le programme PRTS facilitera la constitution de *consortia* associant des équipes de chercheurs et des équipes médicales hospitalières. On peut en attendre un enrichissement mutuel conduisant à terme à l'amélioration de la qualité et du professionnalisme des démarches communes visant à une valorisation de la recherche biomédicale. Le dialogue avec les entreprises nécessairement impliquées dans le processus de valorisation deviendra plus aisé, plus direct et d'autant plus efficace que celles-ci auront été associées au processus de valorisation à une étape précoce. L'aide apportée à ce stade directement aux investigateurs porteurs d'un projet de valorisation devrait permettre la valorisation de projets qui seraient sinon négligés, car apparaissant trop peu attractifs aux industriels pour justifier un investissement à haut risque.

L'intégration de la dimension de valorisation dans la formation des jeunes chercheurs et des jeunes médecins devrait avoir à terme un impact positif sur la qualité de la recherche exploratoire aussi bien que sur la pratique médicale. Elle contribuera directement par la validation d'approches innovantes et indirectement par l'éducation des différents partenaires impliqués dans ces approches à l'amélioration de la prise en charge médicale des patients ou des populations.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques

L'enjeu économique du programme PRTS est l'amplification et l'accélération du transfert des résultats de la recherche biomédicale vers des applications cliniques.

On peut espérer divers bénéfices directs d'une amplification et d'une accélération des processus de validation des approches biomédicales innovantes. Les bénéfices pour le système de soin sont la mise à disposition de ces acteurs de techniques, méthodes, matériels ou produits plus performants et moins coûteux que ceux qu'ils remplaceront. Des bénéfices sont également attendus pour les entreprises qui devront prendre le relais d'un processus de développement au décours des phases précoces de validation assurées par les investigateurs avec l'aide institutionnelle du PRTS. L'association précoce d'entreprises françaises à un processus de valorisation clinique serait une garantie que la valeur créée au cours des études de recherche translationnelle profite au redéploiement de l'industrie biomédicale française. Le soutien institutionnel apporté aux phases précoces à haut risque d'un projet de valorisation devrait faciliter l'implication des entreprises. La qualité des

investigations pratiquées à ce stade en accord avec les requis réglementaires pour une application clinique favoriserait également l'implication des entreprises. Des dossiers fortement consolidés à une étape précoce diminueront le risque d'un « no go » ultérieur très coûteux pour une entreprise, et inciteront à raccourcir le temps de prise de décision pour une prise de licence et une exploitation éventuelle.

Dans un contexte où le positionnement de la France dans le domaine de la recherche clinique est en recul régulier, où les industriels utilisent de moins en moins souvent les structures nationales pour des essais de nouvelles thérapeutiques, il est attendu qu'un appel à projets dédié à la recherche clinique translationnelle permettra de démontrer les capacités des équipes françaises, de renforcer leur professionnalisme, et de les rendre plus attractives vis-à-vis de la compétition internationale.

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

De même que la formation par la recherche est une pierre angulaire de l'enseignement des écoles de médecine, la formation à l'application médicale et aux contraintes qu'elle impose a un impact décisif sur la recherche biomédicale. Le rapprochement des deux communautés de médecins et de chercheurs, et leur fusion à la frontière que représente la recherche clinique translationnelle au sein d'équipes possédant la double compétence est un enjeu de poids pour les deux disciplines.

C'est également un enjeu pour l'hôpital public dont la place et l'image spécifiques dans le système de soin sont associées à ses capacités de participer à l'innovation et d'en mettre rapidement les avancées à la disposition de la population. C'est enfin un enjeu sociétal en ce que les malades sont en droit d'attendre que les progrès médicaux soient mis à leur service, systématiquement et au plus vite.

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

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

Le soutien à la recherche clinique translationnelle est un goulot d'étranglement pour la valorisation des projets de recherche biomédicale.

L'implication d'une entreprise reste le plus souvent nécessaire dès les premières étapes. Celle-ci est d'autant plus difficile à obtenir que la recherche en amont s'est déroulée dans un contexte purement académique, avec des objectifs et des standards de qualité rarement en accord avec ceux du monde industriel, et que l'implication de l'entreprise doit intervenir à un stade précoce où la prise de risque est élevée. Les programmes de l'ANR TecSan, RPIB, et les Instituts Carnot se proposent de faciliter le transfert du milieu académique vers les entreprises.

La valorisation pilotée par les investigateurs (investigator driven clinical research) ne bénéficie que de peu de soutien institutionnel au stade de la recherche translationnelle sur projets en France. Un programme commun entre l'INSERM et le PHRC a été mis en place avec cet objectif en 2009. Il accorde un soutien partiel aux phases précoces de valorisation, lequel doit être complété par d'autres sources de financements. Les financements importants proposés par le PHRC s'adressent à des projets plus proches d'une application clinique, tel que les projets cliniques translationnels souvent considérés trop en amont pour justifier un soutien par le PHRC. Le programme PRTS proposé par le PHRC en association avec l'ANR entend précisément répondre aux besoins de financement en amont du PHRC et en aval des projets exploratoires naturellement soutenus par l'ANR.

Les financements accordés par le 7<sup>ème</sup> PCRD sont en mesure de soutenir des projets de recherche clinique translationnelle. Ils ne sont toutefois proposés que dans certaines disciplines très spécifiques chaque année et ne sont donc pas conçus pour répondre à un besoin global de favoriser les projets de recherche de ce type. L'initiative du 7<sup>ème</sup> PCRD pour l'innovation médicale (IMI) s'adresse aux collaborations entre l'industrie du médicament et le secteur académique. Elle est pilotée par des grands groupes pharmaceutiques et ne couvre pas le champ de la recherche clinique pilotée par les investigateurs.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Le programme PRTS entend aider à corriger les insuffisances du système de financement de la recherche en France dans le domaine de la recherche clinique translationnelle. L'insuffisance des financements se traduit par un manque de leadership des équipes françaises dans ce domaine. L'acquisition et la création d'un savoir-faire adapté est la condition d'une valorisation efficace de la recherche biomédicale en France. Elle repose en partie sur la constitution d'équipes puissantes, associant médecins et chercheurs, et disposant de moyens importants pour évaluer la pertinence clinique de démarches innovantes.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Par analogie avec les programmes de recherche technologique, les recherches concernées par le programme PRTS pourraient être considérées de niveau TLR 3 à 6. L'analogie a toutefois une valeur limitée s'agissant de la recherche clinique.

- **Type de partenariat de recherche**

La participation d'au moins deux équipes, dont l'une est localisée dans un établissement de soin et l'autre dans une institution de recherche publique, est obligatoire. Le programme PRTS est ouvert à la participation des entreprises, celle-ci étant souhaitée, mais pas requise.

- **Participation au financement du programme**

Le financement du programme PRTS sera équitablement partagé entre l'ANR et le PHRC.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Le programme s'adresse à tous les domaines de la biologie et de la santé, à l'exception du cancer et des infections par le Virus de l'Immunodéficience Humaine et les virus des hépatites dont les financements sont assurés par l'ANRS et l'INCA. Il ne comporte pas d'axe spécifique.

La décision d'engager des études de valorisation pour une approche biomédicale repose sur la démonstration dans un système expérimental d'un effet biologique possédant un potentiel d'application humaine. De multiples étapes doivent être franchies avant qu'un essai clinique puisse être mis en œuvre afin de valider ou d'invalider l'intérêt et la faisabilité d'une application chez l'homme. Ces étapes sont l'objet du présent programme. Leur nature peut varier d'un projet à l'autre.

- Il peut s'agir de la poursuite d'investigations expérimentales dans un modèle de la maladie considérée, en particulier d'études dans un modèle animal différent de celui dans lequel la preuve de concept a été produite, qui s'avère souvent être un modèle chez un gros animal (primate non-humain, chien, porc, etc...).

- Il peut également s'agir de développements technologiques nécessaires pour pouvoir répéter, dans des conditions compatibles avec la réglementation en vigueur pour les interventions chez l'homme, des études préalablement réalisées dans des conditions et avec du matériel de laboratoire.

- Des études cliniques peuvent également être nécessaires comme un préalable à un essai clinique futur. On pense en particulier à des études destinées à préciser des données épidémiologiques ou des mesures biologiques dont la connaissance modifiera la conception, et quelques fois la perception de l'opportunité ou de la faisabilité de l'étude clinique en perspective. Il pourra également s'agir d'études de phase I ou I/II de tailles limitées destinées à apprécier la tolérance vis-à-vis d'un produit candidat pour une étude plus large.

- Plus généralement, toute autre investigation animale ou humaine dont la mise en œuvre est supposée apporter des informations décisives quant à l'opportunité, la faisabilité, la sécurité, l'acceptabilité, et l'efficacité attendue d'un essai clinique est considérée comme une démarche clinique translationnelle et donc *a priori* éligible pour un soutien par le programme PRTS.

Le PRTS ne s'adressera pas aux projets reposant uniquement sur la constitution de cohorte ou de collection biologique. Ces approches seront prises en considération seulement quand elles sont susceptibles d'apporter une réponse à des questions scientifiques bien spécifiées.

## Programme : 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 et 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, efficacité 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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu : 2012 - 2013**
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme national avec un axe multilatéral dans le cadre de l'Era-net NEURON2
- **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 non-thématique comité d'évaluation SVSE4.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** : Des projets de recherche sur les maladies mentales sont soutenus dans le programme non-thématique. La compétition au sein du comité SVSE4 avec les projets de recherche en neurosciences représente un handicap pour la recherche en psychiatrie, où les questions biologiques sont plus difficilement formalisables. Cette situation justifie un programme spécifique de soutien des recherches sur les maladies mentales. L'appel à projets publié en 2013 par l'ERA-Net NEURON2 portera sur les maladies mentales. Le précédent appel à projets de l'ERA-Net NEURON1 en 2010 portant sur les maladies mentales avait connu un succès important et permis le soutien d'équipes françaises présentant des projets de grande qualité. Afin de ne pas dupliquer les appels à projets sur les maladies mentales en 2013, et en tenant compte de la complémentarité entre appels à projets nationaux et internationaux, l'ANR propose pour 2013 de réunir dans un seul appel à projets sur les maladies mentales l'axe national de SAMENTA et l'axe international de NEURON2.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** : Les financements accordés dans le cadre des actions du programme Investissement d'avenir permettront de renforcer de manière notable les infrastructures susceptibles de mettre en œuvre des programmes de recherche médicale. Les actions pouvant bénéficier au domaine de la neurologie et de la psychiatrie sont les suivantes (22 projets pour un budget de 229 M€) :
  - 3 Equipex     OPTHOPATH, modèle Psychopathol. Rongeurs Bordeaux  
                  PHENOVIRT Neuropsychopharma, attention, fatigue Bordeaux  
                  ULTRABRAIN : Ultrasons neuro/onco Paris
  - 9 Labex        BIOPSY Psychiatrie Biologique Paris, Créteil  
                  BLRI Cerveau et langage (SHS)  
                  BRAIN Neurosciences Bordeaux  
                  CORTEX : Construction, Cognition et Réhabilitation Lyon  
                  DISTALZ Maladie d'Alzheimer Lille, Orsay, Sophia Antipolis  
                  LIFESENSES Vision, audition – Voir et entendre, Paris  
                  IEC Cognition ENS Paris  
                  MemoLife les mémoires du vivant ENS Paris  
                  WHO AM I déterminants de l'identité
  - 2 Bio Informatique  
                  BRAINOMICS Neuroimagerie/ génomique  
                  NiConnect Cartographie de la connectivité cérébrale fonctionnelle  
                  PHEROTAXIS odeurs
  - 1 IHU            AC-ICM Paris
  - 1 Infrastructure  
                  NeuATRIS neuro-imagerie, pharmacol préclin., biothérapie CEA
  - 2 Projets prometteurs  
                  CESAME cerveau et Santé mentale Lyon  
                  HandiMedEx accompagnement du handicap moteur et neurologique
  - 2 Cohortes     OFSEP sclérose en Plaque  
                  Psy- COH maladies Psychiatriques
  - 2 Instituts Carnot     ICM Cerveau et Moelle  
                  Voir et Entendre

L'objectif de ces actions est de stimuler la créativité et l'inventivité des investigateurs dans le domaine de la neurologie et de la psychiatrie en mettant à leur disposition des outils performants et variés. L'importance de ces actions suggère un accroissement possible des demandes de financement dans ces domaines. Le programme SAMENTA est conçu comme un complément des programmes d'Investissement d'Avenir permettant de répondre à la demande attendue dans le domaine des maladies mentales.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

- 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 et impact espérés

- 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.
- Renforcer les équipes de recherche multidisciplinaires associant médecins, épidémiologistes, biologistes et chercheurs en sciences humaines 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. Contexte et enjeux sociétaux

### 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

Pour cerner l'impact des maladies mentales et psychiatriques sur la population, les constats suivants sont issus du rapport suivant : **Santé Canada, Rapport sur les maladies mentales au Canada, Ottawa, Canada, 2002.**

- Suite à l'atteinte d'un membre de la famille, d'un ami ou d'un collègue, les maladies mentales touchent indirectement tous les Canadiens et Canadiennes.
- Vingt pour cent des Canadiens et Canadiennes seront personnellement atteints d'une maladie mentale au cours de leur vie.
- Les maladies mentales touchent des personnes de tous âges, niveaux d'instruction, niveaux de revenu et cultures.
- Une interaction complexe de facteurs génétiques, biologiques, de personnalité et d'environnement cause les maladies mentales.
- Les maladies mentales sont coûteuses pour la personne, la famille, le système de soins de santé et la collectivité : en 1993, on a estimé à au moins 7,331 milliards de dollars le coût des maladies mentales au Canada.
- Quatre-vingt-six pour cent des hospitalisations pour maladie mentale au Canada sont dans les hôpitaux généraux ; en 1999, 3,8 % de toutes les admissions dans les hôpitaux généraux (1,5 million de jours d'hôpital) étaient attribuables à des troubles anxieux, des troubles bipolaires, la schizophrénie, la dépression majeure, des troubles de la personnalité, des troubles de l'alimentation et un comportement suicidaire.
- La stigmatisation rattachée aux maladies mentales présente un obstacle sérieux, non seulement pour le diagnostic et le traitement, mais également pour l'acceptation dans la collectivité.
- Les troubles de l'humeur comprennent la dépression majeure, le trouble bipolaire (maniaque et déprimé) et la dysthymie ; environ 8 % des adultes souffriront d'une dépression majeure dans leur vie. Environ 1 % des adultes souffriront d'un trouble bipolaire.
- À l'échelle mondiale, la dépression majeure est la principale cause des années vécues avec invalidité et la quatrième cause des années de vie sans invalidité.
- Les troubles de l'humeur ont un important impact économique associé aux coûts des soins de santé et à la perte de productivité.
- Les personnes souffrant de troubles de l'humeur sont à risque élevé de suicide.
- La schizophrénie affecte 1 % de la population canadienne, elle peut être traitée efficacement par une combinaison de médication, d'éducation, de services de soins primaires, de services hospitaliers et de soutien communautaire, tels logement et emploi.
- Les troubles anxieux affectent 12 % de la population, causant un handicap léger à grave.
- Pour diverses raisons, de nombreuses personnes peuvent ne pas demander un traitement pour leur anxiété; elles peuvent considérer les symptômes légers ou normaux, ou les symptômes eux-mêmes peuvent faire obstacle à une demande d'aide.
- D'après des données américaines, de 6 % à 9 % de la population souffre d'un trouble de la personnalité.
- Environ 3 % des femmes seront affectées par un trouble de l'alimentation au cours de leur vie.

- Depuis 1987, les hospitalisations pour les troubles de l'alimentation dans les hôpitaux généraux ont augmenté de 34 % chez les jeunes femmes de moins de 15 ans et de 29 % chez les jeunes femmes de 15 à 24 ans.
- En 1998, 3 699 Canadiens et Canadiennes sont morts en se suicidant ; le suicide représente 24 % de tous les décès de personnes âgées de 15 à 24 ans et 16 % chez les 25 à 44 ans.

Le programme SAMENTA entend aider à l'amélioration de la qualité de vie des patients et des familles en prévenant les complications graves des maladies mentales grâce à un diagnostic et une prise en charge dès les phases précoces des troubles psychiatriques. Il entend également contribuer à l'amélioration de la prise en charge des addictions grâce à une meilleure connaissance de leur contexte socio-environnemental. Les enjeux pour la société sont :

- une diminution du nombre des suicides (depuis l'adolescent jusqu'au sujet âgé) grâce à une meilleure connaissance des facteurs de risque ;
- une meilleure prise en charge des maladies mentales et des addictions en milieu carcéral ;
- une 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, Europe ou dans le monde**

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), ERANET NEURON 1 (2008-2010) et ERANET 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 est 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 publiée en 2011 et financée en 2012 (78 projets recevables et éligibles), lequel garantit un niveau de compétition compatible avec la sélection de projets de très haut niveau.

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

- 2007 : - 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 (schizophrénie) ;  
- HEALTH-2008-A-2.2.1-4 : désordres de la parole ;  
- HEALTH-2008-A-2.2.1-5 : 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: 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'a été publié.

Enfin et pour mémoire, le département Santé mentale et Addiction de l'OMS a financé un grand projet Atlas pour récolter, colliger et disséminer les données sur la Santé mentale et l'addiction [http://www.who.int/mental\\_health/evidence/atlas/en/#](http://www.who.int/mental_health/evidence/atlas/en/#).

- **Caractère international du programme : Eranet NEURON2, étude du système nerveux central sain et malade**

L'édition 2013 de SAMENTA comprendra un axe transnational dans le cadre de l'ERA-Net NEURON2 soutenu par la Commission Européenne, lequel associe 13 pays de l'Union (AT, CA, DE, ES, FI, FR, IT, LU, PL, RO, SW, QC, UK). L'ANR en tant qu'agence de financement est impliquée dans plusieurs tâches concernant les appels à projets : gouvernance, sélection, suivi. L'Inserm et le CNRS sont leader du workpackage concernant l'organisation des séminaires et ateliers destinés à définir les contours des futurs AAP. Ce programme a pour objectifs d'augmenter le partage des ressources de chaque pays européen, pour fédérer les recherches dans le domaine des neurosciences. Les AAP des années précédentes ont soutenu des cohortes, des ressources biologiques et des projets dans le cadre général des recherches en neurosciences.

## 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques 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, 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 visée dans les appels à projets**

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

- **Type de partenariat de recherche**

Partenariat public/public, public/privé.

- **Participation au financement du programme**

Les partenaires français participant à des projets retenus dans l'axe international associé à l'Era-Net NEURON2 seront financés par l'ANR, et les partenaires étrangers par les agences respectives de leur pays d'origine.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

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).

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.

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 susceptibles d'en modifier le cours ainsi que les trajectoires évolutives des troubles de l'enfance.

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

Cet axe est en premier lieu clinique et épidémiologique. Il peut toutefois 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

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.

## Programme : Contaminants et Environnements : 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 leurs impacts sur les écosystèmes et sur la santé animale et humaine.

Le but de ce programme est d'apporter **une meilleure connaissance fondamentale sur les contaminants, sur leurs cycles et transferts entre les différents compartiments des écosystèmes, sur leurs effets sur les écosystèmes et sur la santé humaine et animale**. Sont au cœur de ce programme les recherches sur des techniques innovantes de détection des **contaminants** et de leurs produits de transformation, sur le développement de nouveaux outils d'**écotoxicologie** et de **toxicologie** et dans le cas des **effets sur la santé**, sur des études de **physiopathologie**, de biologie fonctionnelle et moléculaire, d'épigénomique, et d'**épidémiologie**, que ce soit dans des environnements naturels, urbains ou industriels. Seront aussi privilégiées, les recherches concernant les capacités d'adaptation et/ou de régénération et de défense des écosystèmes (résilience) et des organismes (évolution des seuils d'adaptation et de réponses aux contaminations) exposés à divers contaminants isolés ou en mélanges (multi-contaminations), en prenant en compte les questions d'expositions et de comportements (incluant l'évaluation des risques) face aux contaminations. Les recherches sur des méthodes innovantes de **biodépollution**, biotransformations ou biodégradations des contaminants sont aussi intégrées dans ce programme.

### Mots clés :

Agents toxinogènes, Allergies, Biodiversité, Biocides, Biomarqueurs, Comportements, Contaminants, Ecosystèmes, Ecotoxicologie, Environnement, Epidémiologie, Epigénétique, Maladies métaboliques, Maladies neuro-dégénératives, Maladies physiopathologiques, Médicaments, Métaux, Nanomatériaux, Nanoparticules, Ondes, Organométalliques, Perturbateurs endocriniens, Pesticides, Polluants minéraux, Polluants organiques persistants, Populations à risques, Prévention et substitution, Production propre, Rayonnements, Réduction des expositions, Remédiation, Risques, Santé animale, Santé humaine, Santé végétale, Toxicologie, Toxines, Troubles neurologiques, Troubles reproductifs, Tumeurs, Usages

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme fait suite aux programmes ANR SEST2005 à 2007, CES 2008 à 2010, et CESA 2011 auxquels ont été alloués de l'ordre de 10 M€ / an.

Ce programme contribue aux volets recherche du Plan National Santé Environnement (PNSE 2), des Plans de santé environnementale « chlอร์ดécone 2011-2013 » et « Résidus des médicaments dans les eaux 2010-2013 » et du Plan National de Réduction des Pesticides (Ecophyto 2018).

Il est en synergie avec de nouveaux règlements nationaux et européens, (tels que la Directive Cadre sur l'Eau), le règlement « REACH » (*Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals*), et la Directive Cosmétiques.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

Les thèmes de recherche abordés dans cet AAP sont complémentaires de ceux figurant dans les éditions 2012 de plusieurs AAP de l'ANR :

- « Systèmes alimentaires durables (ALID) », pour la toxicité d'origine alimentaire ;
- « Nanosystèmes et nanotechnologies (P2N) » et ERA-Net SIINN, pour l'étude de la toxicité des nanomatériaux ;
- « Chimie durable, Industries, Innovation (CD2I) » et « Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale (CSOSG) » pour la toxicologie des molécules chimiques et pour la protection et la sécurité des personnes vis-à-vis de contaminants ;
- « Sociétés, Changement Climatique et Environnement (SOC&ENV) », pour les effets des changements climatiques sur le devenir des contaminants et les effets sur la santé ;
- « Adaptation : des gènes aux populations (BIOADAPT) » pour l'adaptation aux stress et aux perturbations ;
- « Ecotechnologies et EcoServices (ECO-TS) » pour les technologies de métrologie et de remédiation de l'environnement ;

- CESA 2012 est également articulé avec les programmes de l'ANSES (PNR EST), du ministère de l'écologie (PNRPE, RiskOGM, pesticides, PRIMEQUAL) et de l'ITMO Cancer (Cancer environnement) et sur le thème environnement et santé, CNRS/INSU ECCO.

Ce programme a pour but :

- de poursuivre la majorité des lignes de recherche des programmes « Santé-Environnement, Santé-travail, SEST » terminé en 2007 et « Contaminants, Ecosystèmes et Santé » terminé en 2010,
- de relayer certains aspects innovants du programme « Biodiversité ».

### Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :

Au sein des Investissements d'avenir, il n'y a pas de programme spécifiquement dédié couvrant l'ensemble des thématiques de CESA ; cependant, certains mots- clés présents dans CESA peuvent être retrouvés dans les programmes suivants en particulier :

- Démonstrateur préindustriel Toulouse White Technologies,
- Equipements d'Excellence NanoID Identification des nanoparticules dans les milieux complexes,
- Infrastructure ANAEES Ecologie et Sciences du Vivant,
- Labex ARBRE (recherches avancées sur les arbres et les systèmes forestiers), BASC (Biodiversité, Agroécosystèmes, Société, Climat Sciences du système Terre-Ecologie-Environnement) ; NUMEV (Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant),
- Projet Bioinformatique IBC institut de Biologie Computationnelle,

Et les projets Bioressources centrés sur de meilleures productions d'espèces végétales d'importance économique comportent souvent un aspect environnement et réduction des intrants.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

- Contribuer à la production de connaissances scientifiques fondamentales sur les domaines liés aux contaminants, aux écosystèmes, à l'environnement et à la santé humaine et animale, en favorisant les **approches interdisciplinaires intégratives** et la mobilisation des différentes disciplines scientifiques concernées par le sujet ;
- Mettre au point de **nouveaux outils et méthodes de mesure et de modélisation** (notamment prédictives) qui permettent de prendre en compte les **expositions chroniques à faibles doses** et les **multi-expositions** dans les différents milieux de vie, de mesurer les phénomènes sur des échelles à court, moyen et long termes, d'identifier les populations à risques. Ces nouveaux modèles expérimentaux et outils méthodologiques seront particulièrement utiles dans les approches **écotoxicologiques et toxicologiques** ;
- Caractériser les modes de **transferts** des contaminants physiques, chimiques et biologiques dans l'environnement et leurs **transformations** et **biotransformations** ou **biodégradations** dans les écosystèmes, incluant les biodécontaminations ;
- Caractériser les **interactions contaminants-écosystèmes** pour mettre en évidence les facteurs de risque ;
- Appuyer le développement de la **toxicologie et de l'écotoxicologie** ;



- Développer les connaissances sur la caractérisation des **expositions environnementales** (nature, sources), **leurs effets sur la santé**, les maladies associées aux contaminations et les méthodes pour les détecter et les prévenir ; développer l'exploitation et le couplage de **bases de données environnementales et de santé**, à partir de systèmes d'information existants ou à construire ; favoriser les méthodes destinées à renforcer les capacités de veille sanitaire ;
- Développer des recherches sur les capacités de régénération des écosystèmes exposés (**résilience**) et sur l'évolution des **seuils d'adaptation et de réponses** aux contaminants chez des organismes exposés à différentes sources de contamination, incluant les modes de contamination et les usages de contaminants.

### Résultats et impacts espérés

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

Le programme CESA devrait avoir les impacts suivants :

- 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.
- Favoriser des projets ayant un impact à terme sur les coûts de santé publique.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 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, 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 de métrologie, notamment dans la mise au point de méthodes innovantes de détection des contaminants ou de détection de leurs effets sur la santé devraient 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

Le poids des facteurs environnementaux sur la santé est estimé selon l'INVS de 5 à 10 % en approche restreinte et de 20 % si l'on inclut les risques alimentaires. Selon l'OMS il est de 16 % dans les pays développés.

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

Parmi les multiples facteurs qui jouent un rôle fondamental sur la santé humaine et le développement des pathologies, on peut citer la qualité des milieux (air, eau, sols...), les nuisances (bruit, insalubrité...), ainsi que les changements environnementaux (variation climatique, biodiversité...). En effet, il est avéré que certaines pathologies sont aggravées, voire déterminées, par l'environnement. Toutefois, de nombreuses incertitudes demeurent.

La Commission Européenne statuait en 2002 : « *Les maladies qui affectent le plus communément les Européens aujourd'hui sont la résultante de différents facteurs qui se produisent sur des durées et des périodes variables selon les individus. Leur vulnérabilité est déterminée par leurs caractéristiques génétiques, leur âge, leur état de santé, leur alimentation et leur degré de bien être* ». Il est donc difficile de déterminer avec précision les causes exactes des maladies.

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, ainsi que vers la notion de sécurité sanitaire et de lutte contre les maladies environnementales. Le PNSE fournit les éléments d'appréciation suivants :

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

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

- **Enjeux relatifs au capital humain**

Le règlement REACH oblige au renforcement des capacités d'analyse et des capacités d'élaboration de méthodes et outils pour explorer systématiquement et de manière très élargie, la toxicité et l'écotoxicité des anciens et nouveaux contaminants dans l'environnement.

- **Enjeux en termes de 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. Les éléments de Santé environnementale sont maintenant indissociables de toute approche visant à accroître ou améliorer les dispositifs de production ou d'exploitation des ressources naturelles.

- **Ecosystèmes**

Le programme considère tous les types d'écosystèmes soumis à la diffusion, la circulation et la transformation de substances contaminantes, d'agents pathogènes et de vecteurs divers. Comme l'entend le *Millenium Ecosystem Assessment*, il s'agit de comprendre les interrelations entre les écosystèmes et les contaminants : impacts des contaminants sur les écosystèmes et réponses des écosystèmes aux contaminants, en vu de leur protection ou de leur réhabilitation.

- **Pollutions**

Le programme aboutit à donner des bases à la connaissance, la mesure et la prédiction des pollutions dans les divers types d'environnements aquatiques, terrestres, urbains et industriels.

- **Risques naturels et risques industriels**

Le programme aboutit à fournir 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 du programme par rapport à d'autres programmes en France, Europe ou dans le monde

- Les communautés scientifiques concernées sont de taille sous-critique pour faire face aux besoins. Or, les mêmes besoins se manifestent en Europe. L'échelle européenne apparaît donc comme l'échelle normale de traitement des questions scientifiques de ce programme. Il devrait donc viser à chercher ses correspondants européens. Des programmes sur les contaminants et leurs effets sur la santé existent dans différents pays en Europe et dans le monde, mais ces programmes sont généralement partiels sur certains contaminants (perturbateurs endocriniens, nanoparticules, ...) et n'envisagent leurs effets qu'au niveau écosystémique (écotoxicologie) ou au niveau de la santé (toxicologie), rarement les deux à la fois. Un ERA-Net SIINN (toxicité des nanomatériaux) a été ouvert en 2011.
- Possibilité d'ouvrir un appel à projets spécifique sur l'étude des épigénomes humain dans le domaine des pathologies humaines associées aux contaminants. Cet appel à projets serait ouvert dans le cadre de la participation de la France dans le

« consortium international sur l'épigénome humain » (International Human Epigenome Consortium). Une action bilatérale avec l'Allemagne dans ce contexte est envisagée.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **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 toxicologie et de l'écotoxicologie, disciplines numériquement insuffisamment représentées face aux besoins.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Exploratoire et fondamentale

Recherche finalisée et appliquée, interdisciplinaire

Développements technologiques éventuels

- **Type de partenariat de recherche**

Recherche publique

Partenariat privé souhaité mais non obligatoire

#### Positionnement international

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

Ce programme contribue aux volets recherche du Plan National Santé Environnement (PNSE 2), des Plans de santé environnementale « chlordécone 2011-2013 » et « Résidus des médicaments dans les eaux 2010-2013 » et du Plan National de Réduction des Pesticides (Ecophyto 2018).

CESA 2012 est également complémentaire des programmes de l'ANSES (PNR EST), du ministère de l'écologie (PNRPE, RiskOGM, pesticides, PRIMEQUAL) et de l'ITMO Cancer (Cancer environnement) sur le thème environnement et santé, INSU ECCO.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

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

#### 1 Détection et caractérisation des contaminants en vue de l'identification du caractère toxique

- Caractérisation et biodisponibilité des contaminants physiques (rayonnements ionisants et non ionisants, ondes sonores, champs magnétiques, radio-fréquences), particulaires (nanomatériaux), organiques (phytosanitaires, polluants organiques persistants, hydrocarbures, biocides, médicaments,...), métalliques (mercure, plomb, cadmium, cuivre...), biologiques (matières organiques fermentescibles, toxines, génomes d'OGM) ;
- développement de nouvelles méthodologies expérimentales pour la détection, la mesure des contaminants (technologie analytique, capteurs), la modélisation de l'évolution des substances, de leur spéciation et leur état ;
- méthodes innovantes pour la caractérisation des produits en traces et des mélanges de contaminants) ;
- 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.

#### 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, organisme :
  - maladies métaboliques et cardio-vasculaires,
  - neurotoxicité et maladies neurodégénératives (Parkinson, Alzheimer,...)
  - lésions pré-tumorales et tumorales,
  - allergies et affections respiratoires,
  - maladies liées à des intoxications,
  - anomalies du développement ou perturbations des systèmes immunitaires, endocriniens (reproductifs : baisse de fertilité, thyroïdien,...)...
  - pathologies végétales, ....
  - lésion d'organes détoxifiants – rein, foie,
  - génotoxicité et épigénomique,
  - pathologies végétales, ....
  -
- 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.

## **2.2. Capacités adaptatives des organismes et des populations à des contaminants**

- Compréhension des mécanismes impliqués dans les premiers effets des contaminants sur des organismes et des populations ;
- Nature de ces phénomènes (adaptation métabolique, d'ordre toxicocinétique ou d'ordre épigénétique et/ou génétique ;
- Etude des effets secondaires pouvant expliquer une toxicité à long terme (intermédiaires toxiques,...) ;
- Analyse des phénomènes adaptatifs pouvant évoluer en fonction du temps, de l'état initial du système (mémoire), des conditions de l'exposition, et de la dose ;
- Identification de biomarqueurs biologiques reflétant ces phénomènes adaptatifs.

## **2.3. Protection des populations**

- démonstration des effets bénéfiques des mesures de protection des environnements sur la santé des populations ;
- mise au point d'outils méthodologiques utiles pour réduire les expositions ou les impacts sur les organismes ou les populations humaines, animales ou végétales ;

## **3 Contaminants et écosystèmes :**

### **3.1. 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.

### **3.2. Capacités adaptatives des communautés et des écosystèmes à des contaminants**

- Evolution des écosystèmes exposés à des contaminants : évolution des effets ; capacités de régénération des écosystèmes ; compréhension de la capacité de récupération, résilience des écosystèmes ; étude du coût à long terme de ces phénomènes adaptatifs ;
- Adaptation de la biodiversité à des niveaux de contaminations variables.

### 3.3. Restauration d'environnements contaminés

- Mise au point d'outils méthodologiques utiles pour réduire les expositions (en réduisant la disponibilité du contaminant...) ou réduire les impacts sur les écosystèmes et sur la santé des populations ;
- Identification au sein de communautés adaptées à la présence de contaminants d'organismes susceptibles de présenter un intérêt pour des applications en termes de remédiation de sites contaminés (par exemple, micro-organismes présentant des voies de métabolisation originales de biodégradation ou de biotransformation de contaminants).

### 4. Usages et comportements ; évaluation des risques :

- Evaluation des risques à travers le recueil des données d'exposition des écosystèmes et des populations aux substances ou aux facteurs environnementaux ;
- Identification des biotopes ou des populations à risque ;
- Etude des risques de santé liés à des expositions chroniques à de faibles doses, à des multi-expositions chroniques ;
- Développement de méthodes d'évaluation des risques probabilistes en situation de multi-contamination et des instruments économiques de régulation associés.

### 5. Modélisation, Prédiction :

- mise au point de modèles prédictifs de l'évolution des contaminations, de la modélisation de l'évolution des contaminants dans l'environnement, de leur spéciation ;
- modélisation des effets biologiques et pathologiques chez l'homme et au niveau des écosystèmes ;
- développement d'outils de fouille de données et de modélisation des effets toxiques à partir des bases de données ;
- 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. Ces recherches pourront inclure le développement de méthodes alternatives à l'essai sur l'animal, pour étudier tant les dangers liés aux substances chimiques que les risques liés à leurs usages.

## **Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net Infect-ERA sur les maladies infectieuses**

### **Objectifs**

Le but de ce programme est de financer des projets de recherche interdisciplinaires et transnationaux s'intéressant aux aspects fondamentaux de la biologie des maladies infectieuses humaines dues aux bactéries, champignons, virus et protozoaires. Un effort concerté de coordination est nécessaire dans ce domaine pour limiter une potentielle duplication des efforts, partager les savoir-faire, les données et le matériel, ainsi qu'identifier et répondre aux éventuels besoins en terme de recherche.

### **Enjeux**

Les maladies infectieuses, ou maladies transmissibles, sont une des causes majeures de décès dans le monde. Elles ont un impact négatif sur l'économie par le coût des traitements, la diminution du nombre de jours travaillés et la baisse de la productivité. Pour répondre aux enjeux des maladies infectieuses et produire des traitements adaptés, ainsi que des outils de prévention et de diagnostic, les agences de financement participant à Infect-ERA ont pour objectif de soutenir la recherche s'intéressant aux interactions hôtes/pathogènes, ainsi qu'aux relations existantes entre l'environnement des microbes et l'infection.

### **Partenaires internationaux**

AT, BE, DE, DK, ES, FR, HU, IL, PL, PT, RO

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

L'ANR est coordinatrice de cet ERA-Net. Elle est impliquée dans la gouvernance des AAP et dans le choix des sujets. L'ANR finance la recherche réalisée par les équipes françaises sélectionnées et s'occupe du suivi des projets.

### **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2013**

Ce programme prend la suite de l'ERA-Net Pathogenomics, programme au sein duquel 3 AAP ont été organisés (2006, 2008, 2010)



## Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net E-Rare-2 sur les 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 constitue un des principaux goulots d'étranglement pour l'avancement de la recherche.

### 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, dont la plupart sont des maladies génétiques ; elles sont souvent graves et chroniques, sans traitement et outils diagnostiques 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 millions de 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
- constituer des registres de patients et des collections de matériel biologique,
- identifier des biomarqueurs,
- développer de nouveaux diagnostics
- 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 prenant en charge la gestion des 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. L'ANR est également co-workpackage leader de "Assessment of achievements of E-Rare funding program". Le GIS Maladies Rares (Inserm) est le coordinateur de l'ERA-Net.

### Années pour lesquelles le programme est prévu : 2011-2013.

Suite de l'ERA-Net E-RARE dans lequel il y a eu deux AAP (2007 et 2009). Dans le cadre de l'ERA-Net E-Rare-2 il y a eu deux AAP (2011 et 2012).

## JPI - Maladies neurodégénératives (JPND)

### Résumé :

La population Européenne voit son âge moyen augmenter rapidement. La proportion de personnes de plus de 65 ans est actuellement de 16 % et devrait atteindre 25 % en 2030. Les maladies neurodégénératives sont fortement liées au vieillissement. Elles représentent un coût estimé en 2006 à hauteur de 72 M€. L'efficacité des traitements actuels est très limitée. Ils ciblent principalement les symptômes et non les causes étiologiques des maladies neurodégénératives.

Le programme thématique trans-national JPND est soutenu par la Commission Européenne et associe 18 pays de l'Union. Il est destiné à coordonner les recherches sur les maladies neurodégénératives en Europe afin d'améliorer les connaissances sur les causes de ces maladies, les outils pour leur diagnostic, et la prise en charge des patients. Les maladies concernées 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 progressive. Après un recensement des équipes et thématiques de recherche dans les états membres, la formation de réseaux d'excellences, puis un appel à projets très focalisé en 2011 sur les biomarqueurs, le comité de pilotage du JPND a décidé d'ouvrir en 2013 un appel à projets plus large et de plus grande ampleur réunissant les financements des diverses agences partenaires dans le domaine des maladies neurodégénératives. Cet appel à projets englobera le domaine du programme ouvert par l'ANR en 2010, 2011 et 2012 sur la maladie d'Alzheimer (MALZ), et prendra la place de ce programme pour contribuer au volet recherche du prochain plan national sur la maladie d'Alzheimer.

L'appel à projets 2013 du JPND soutiendra des projets collaboratifs multinationaux dans le domaine des maladies neurodégénératives mentionnées ci-dessus. Les contours de l'appel seront définis en fonction de l'agenda stratégique commun du JPND.

### Mots clés :

Maladie d'Alzheimer et démences apparentées, maladie de Parkinson et troubles associés ; maladies à Prion, troubles neuromoteurs, maladies d'Huntington, ataxie spinocérébelleuse, amyotrophie spinale, neurodégénérescence, diagnostique, processus physiopathologiques, modèles expérimentaux, prévention, thérapeutique, soins et prise en charge des patients.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme multilatéral  
Pays participants : AL, BE, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, NL, NO, PL, PT, SK, SI, SE, TR

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*.

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

L'appel à projets JPND 2013 fera suite à l'AAP JPND 2011 sur les biomarqueurs, et sera suivi d'autres AAP selon les thématiques qui seront précisées par le Management Board.

Cet AAP complète l'axe neurosciences du programme non-thématique (comité de sélection SVSE4), l'ERA-Net Neuron II sur les neurosciences, en sanctuarisant le domaine précis des maladies neurodégénératives compte tenu de leur impact présent et futur et du challenge social qu'elles représentent.

Cet appel d'offres prendra la suite des AAP nationaux MALZ ouverts en 2010, 2011 et 2012.

• **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Le programme JPND complète le volet biologie des programmes AAL et TecSan qui soutiennent des projets d'assistance et de promotion de l'autonomie et du soin aux personnes âgées.

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

Les financements accordés dans le cadre du programme Investissement d'avenir permettront de renforcer de manière notable les infrastructures susceptibles de mettre en œuvre des programmes de recherche médicale. Vingt-deux actions financées par le programme Investissements d'avenir concernent les neurosciences. Les actions relatives à la génomique ou la biologie cellulaire sont également pertinentes en regard du programme JPND, car elles permettront de renforcer le potentiel de recherche autour des maladies neurodégénératives.

- Labex :
  - BRAIN : neurosciences, Bordeaux,
  - CORTEX : construction, cognition et réhabilitation, Lyon
  - DISTALZ maladie d'Alzheimer, Lille
- BioInformatique :
  - BRAINOMICS Neuroimageire et génomique
  - NiConnect : cartographie de la connectivité Cérébrale fonctionnelle
- IHU et supports précliniques
  - AC- ICM Institut de Neurosciences Translationnelles de Paris
  - Plateforme NEuraTRIS (Infrastructure) pour le renforcement préclinique de cet IHU : Neuro-imagerie, pharmacologie préclinique, biothérapies
  - Projets prometteurs CESAME cerveau et santé mentale à Lyon,
  - HandimedEx accompagnement du handicap moteur et neurologique
  - 4 Cohortes en suivi longitudinal ouvert
- Institut Carnot Cerveau et Moelle à l'ICM
- De manière générique, France- Biolmaging, Morphoscope, France Génomique, LIGAN, GenMed, Mapping, les plateformes d'imagerie clinique, 7T AMI, LiLi, AMAPPI, France Life Imaging.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

La programmation conjointe européenne sur les maladies neurodégénérative (Joint Programming on Neurodegenerative Disease, JPND) est une initiative collaborative de recherche innovante développée entre 23 pays de l'Union Européenne afin de s'attaquer conjointement et de manière coordonnée au défi croissant posé par les maladies neurodégénératives (MND). Elle a pour but de mettre en commun de manière plus efficace les recherches et leurs financements afin d'améliorer notre compréhension des causes de ces maladies, développer des outils de diagnostic précoce et une meilleure prévention, et trouver des traitements.

Le programme JPND concerne 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, et l'atrophie musculaire spinale.

### Résultats et impact espérés

#### Priorités scientifiques

Le programme JPND entend favoriser les approches innovantes et multi-disciplinaires et renforcer les ressources existantes pour la recherche en biologie fondamentale, clinique, et translationnelle, et pour la recherche en sciences humaines et sociales. Plusieurs priorités thématiques pour de futurs programmes de recherche ont été retenues par le JPND :

- **Les origines des maladies neurodégénératives:** des connaissances approfondies sont nécessaires sur les causes spécifiques des MND, leurs facteurs de risque et leurs facteurs protecteurs, ainsi que sur les événements initiaux conduisant à la maladie.
- **Les mécanismes des maladies et les modèles:** une compréhension plus complète des mécanismes moléculaires est nécessaire. Elle permettra de promouvoir le développement de nouvelles approches diagnostiques et thérapeutiques, ainsi que la caractérisation des moments d'intervention les plus appropriés.
- **Les définitions des maladies et les diagnostics :** Un affinement et une mise à jour des critères diagnostiques et nosologiques est souhaitable afin de distinguer les multiples formes cliniques et sous-types de MND, et leurs phases pré-symptomatiques. Des outils diagnostiques nouveaux plus performants sont nécessaires pour permettre une détection précoce et précise.
- **Les traitements et la prévention :** Les progrès dans l'identification de nouvelles cibles thérapeutiques et le développement de médicaments spécifiques seront renforcés par un va-et-vient permanent entre les modèles animaux ou cellulaire, et les études cliniques.
- **L'offre de soins et la prise en charge sociale :** La coordination entre les systèmes de santé des pays membres de l'Union est quasiment inexistante, et la prise en charge sociale est relativement inefficace. Le JPND souhaite favoriser l'équité dans l'accès aux soins, l'efficacité et l'efficience des procédures de diagnostic, de traitement, de prise en charge et de soutien des patients atteints de MND en Europe.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

Les MND sont des affections invalidantes en progression, étroitement liées au vieillissement, et pour la plupart dépourvues de traitement curatif. Parmi ces maladies, celles touchant les fonctions cognitives expliquent la plus grande partie de leur progression. Au premier rang de ces atteintes, la maladie d'Alzheimer et les affections apparentées touchent plus de 7 millions de personnes en Europe, ce chiffre devant doubler tous les 20 ans avec le vieillissement croissant de la population. La prise en charge annuelle des patients atteints de troubles des fonctions cognitives en Europe est estimée à 130 milliards d'euros. Les maladies neurodégénératives liées à l'âge sont donc un des défis médicaux et sociétaux majeurs auquel notre société doit faire face.

Les traitements disponibles améliorent parfois les manifestations de la maladie mais ne s'adressent pas à la cause de la maladie, qui reste incomprise. La compréhension des causes des MND est une priorité pour la santé.

Le JPND a pour ambition d'accroître l'impact de la recherche européenne en mettant en cohérence les actions engagées par différents pays, en développant les programmes de chaque pays, et en identifiant des objectifs communs pour des actions communes. Cette stratégie définit un cadre pour les investissements futurs, afin d'améliorer

- la compréhension des MND,
- les outils disponibles pour leur diagnostic et leur traitement,
- les soins sociaux et les structures capables d'aider les patients, leurs familles et les services de santé en charge de leur accueil.

### Enjeux économiques, sociaux et pour la société

Les MND sont fortement liées au vieillissement, et la population européenne vieillit (16 % de plus de 65 ans aujourd'hui, 25 % en 2030). Le coût des MND était estimé en 2000 à hauteur de 72 M€.

## 3. Positionnement stratégique du programme

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

#### Caractère international du programme

L'enjeu de la **lutte contre la maladie d'Alzheimer et les MND** est une préoccupation qui touche **tous les pays européens**. Seule une mobilisation massive et coordonnée des chercheurs de différents pays permettra d'accélérer significativement la découverte de nouveaux traitements et de nouvelles prises en charge.

Une initiative originale a été lancée lors de la Présidence Française de l'Union Européenne au 2<sup>ème</sup> semestre 2008, pour « **faciliter les collaborations entre pays européens, réduire la fragmentation des financements et mettre en commun des fonds nationaux de recherche** orientés vers un même objectif à l'échelon européen.

Présidée par la France, cette initiative s'est appelée JPND pour *Joint Programming to combat neurodegenerative diseases and Alzheimer's in particular*, ou *programmation conjointe pour combattre les maladies neurodégénératives et en particulier la maladie d'Alzheimer*. Elle regroupe aujourd'hui 23 pays (AL, BE, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, NL, NO, PL, PT, SK, SI, SE, TR). Les représentants de la France à cette initiative sont AVIESAN (ITMO Neurosciences) et l'Agence nationale pour la recherche (ANR).

### 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.

## 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

### • Enjeux scientifiques et technologiques du programme

Un certain nombre d'activités transversales seront nécessaires pour faire progresser les priorités scientifiques décrites ci-dessus:

- **Connaître nos capacités de recherche :** L'activité de recherche nationale et européenne sur les MND a été cartographiée par le JPND afin d'identifier les lacunes et les opportunités de recherche qui peuvent être abordées par une meilleure coordination et une meilleure stratégie d'investissement. Ces informations sont rassemblées dans une base de données publique.
- **Une infrastructure de soutien et des plates-formes :** afin de créer un environnement propice à la recherche sur les MND, le JPND encourage l'intégration et l'harmonisation des données et des matériels biologiques, et recommande leur usage en libre accès. La standardisation des recommandations, des méthodes et des outils de collecte de données et d'analyse sera développée afin de répondre aux besoins des plates-formes technologiques à haut débit et des biobanques, et mieux exploiter les cohortes. Le JPND propose que les cadres réglementaires soient revus afin de faciliter la recherche dans les structures de soins, qu'il s'agisse d'hôpitaux ou de services de soins primaires et en ville.
- **Travailler en partenariat avec l'industrie :** l'industrie pharmaceutique s'est engagée depuis de nombreuses années dans la recherche sur les MND. L'interaction entre les secteurs académiques et privés est essentielle pour fournir de nouvelles approches de traitement et de prise en charge. L'échange de données et de ressources entre industries et universités est encouragé par le JPND.
- **Travailler avec les organismes de réglementation :** La promotion de la valorisation de la recherche au profit des patients nécessite l'engagement et la coopération des principales agences nationales et européennes, afin de s'assurer que les réglementations soient aisément compréhensibles pour les chercheurs et proportionnées aux risques. Des réseaux de soutien en matière de réglementation sont encouragés par le JPND, afin de faciliter l'accès aux bonnes pratiques pour la conception des études et aborder de manière précoce les goulots d'étranglement potentiels.
- **Renforcement des ressources disponibles :** Des réseaux doivent être établis entre les disciplines et entre les chercheurs. Un effort particulier est nécessaire pour promouvoir la recherche clinique translationnelle. Il nécessite d'augmenter le nombre de chercheurs travaillant sur les MND ayant une expertise dans le domaine de l'économie de la santé, des statistiques, de la biologie systémique ou de la bioinformatique. Afin de s'assurer que l'excellence dans le domaine des soins et des sciences humaines et sociales est plus largement répandue en Europe, des centres méthodologiques pourraient être créés pour soutenir le développement d'études et l'évaluation des interventions, des services et des parcours de soins.

- **Éducation et formation:** Les conseils donnés aux patients atteints de MND par les professionnels de santé et les acteurs sociaux doivent être fondés sur une bonne compréhension de la maladie. Le patient a besoin d'être informé sur les caractéristiques de son affection, et sur les différents traitements possibles existants fondés sur des preuves cliniques. L'enseignement dans les domaines clinique et de la recherche, ainsi que les programmes de formation devront tenir compte de ce besoin, et devront faire en sorte que la culture « recherche » fasse partie intégrante de l'approche de soins et de la prise en charge sociale. En parallèle, il est nécessaire de diffuser des messages de santé publique permettant à terme de lutter contre les facteurs de risques des MND associés à une mauvaise hygiène de vie. La diffusion de ces messages devra s'appuyer sur des études s'intéressant aux moyens les plus adaptés pour obtenir des changements de comportement à l'échelle des populations.
- **Liens avec les décideurs politiques:** le JPND fournit un cadre permettant de mettre en évidence les questions importantes devant être traitées par les programmes nationaux, ce qui devrait permettre d'harmoniser les approches politiques des différents pays.

- **Mise en œuvre de la stratégie de recherche**

Cette stratégie de recherche fournit un cadre d'opportunités pour les pays impliqués dans le JPND et décidés à participer à des actions conjointes. Ces actions seront mises en œuvre par des activités de coopération visant à réallouer ou à coordonner les financements nationaux afin d'en obtenir un impact accru, ainsi que par la mise à disposition de nouveaux fonds. Un des critères fondamentaux de cette mise en œuvre sera que la recherche ainsi soutenue se devra d'être de la plus haute qualité scientifique.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Recherche exploratoire fondamentale et interdisciplinaire pour élucider la physiopathologie des maladies, recherche clinique, amélioration du soin et de la prise en charge des patients, expérimentation et développement de modèles expérimentaux.

- **Type de partenariat de recherche**

Ouvert, la participation industrielle sera encouragée.

- **Participation au financement du programme**

Ouvert : l'ANR financera les équipes françaises, les autres agences européennes leurs ressortissants, le programme est ouvert à des participations industrielles.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### **Axes et thèmes des recherches**

Le JPND entend favoriser les approches innovantes et multi-disciplinaires, renforcer et étendre les ressources existantes dans l'ensemble des domaines de la recherche fondamentale, clinique, translationnelle et de la recherche en sciences humaines et sociales. Plusieurs priorités thématiques pour de futurs programmes de recherche ont été identifiées :

**Les origines des maladies neurodégénératives :** Le JPND soutiendra l'étude des causes des MND, de leurs facteurs de risque et de leurs facteurs protecteurs, ainsi que des événements initiaux conduisant à la maladie. Un objectif important est la caractérisation des populations à risque. Celle-ci suppose l'identification des facteurs de risque génétiques, épigénétiques et environnementaux, et l'analyse de leurs interactions. L'étude des mécanismes du vieillissement normal, et de leurs liens avec le développement et la progression des MND, est indissociable de celle des mécanismes responsables de la neurodégénérescence. La caractérisation des facteurs environnementaux et comportementaux influençant ces mécanismes apportera possiblement des éclairages sur les moyens susceptibles de protéger et de corriger ces affections.

**Les mécanismes des maladies et les modèles :** Le JPND soutiendra les recherches visant à une compréhension plus complète des mécanismes, afin de promouvoir le développement de nouvelles approches diagnostiques et thérapeutiques. Les projets pourront concerner l'établissement de nouveaux modèles cellulaires ou animaux prenant en compte le caractère progressif des MND, les co-morbidités, les effets du sexe et du vieillissement. Des efforts seront également nécessaires afin d'élucider les bases biologiques et environnementales des symptômes comportementaux et psychologiques des MND.

**Les définitions des maladies et les diagnostics :** Des outils diagnostiques nouveaux et plus performants sont nécessaires pour permettre une détection plus précoce et plus précise des MND. L'identification de nouveaux biomarqueurs sera soutenue afin de permettre d'établir des liens entre les études cliniques et les modèles animaux, et fournir des indicateurs de la progression, du pronostic et des effets des traitements. La standardisation et l'harmonisation de ces outils et des méthodes d'examen sont essentielles pour garantir la comparabilité des résultats et pour assurer des études multi-centriques de qualité.

**Les traitements et la prévention :** Le JPND soutiendra les projets visant à l'identification de nouvelles cibles thérapeutiques et le développement de médicaments spécifiques de ces cibles, les procédures destinées à améliorer la sélection (ou la stratification) des sujets entrant dans les essais cliniques, et la mise en place de cohortes de patients. Le programme considérera également les projets de médecine régénérative et le développement de nouveaux systèmes pour l'administration et le ciblage de médicaments et composés biologiques vers des sites spécifiques du système nerveux.



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

### **Objectifs**

La NSF opère depuis 2002 un programme pluridisciplinaire « 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. Depuis deux ans, l'Allemagne, par le BMBF, est associée à ce programme. L'Institut National de la Santé américain (NIH) participe également à ce programme. La NSF a proposé en 2012 à l'ANR d'être partenaire, afin que des équipes françaises (de biologie-santé et de STIC) puissent collaborer avec les chercheurs américains.

Un colloque réunissant à Paris des scientifiques des deux communautés, américaine et française, a permis de préciser les contours du programme et de planifier un appel à projets pour une ouverture au début de l'année 2013.

### **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 (i) mieux diagnostiquer et traiter ; 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 les partenaires internationaux renommés que sont la NSF et le NIH.

### **Partenaire international**

NSF (USA)

### **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 (entre 5 et 10) avec participation d'équipes de recherches françaises.

**Années pour lesquelles le programme est prévu : 2012 et 2013**

## **Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net EraSynBio sur la biologie synthétique**

### **Objectifs**

Ce programme a pour but de faciliter et promouvoir le développement de la recherche et 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 bénéficie à l'économie et à la société en général. 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 transnational contribuera à:

- Renforcer l'interdisciplinarité en transférant les principes d'ingénierie à la biologie ,
- Développer des projets originaux et sources d'innovation ;
- Renforcer la production industrielle durable ;
- Surmonter la dépendance aux produits dérivés du pétrole ;
- Développer de nouveaux produits.

### **Partenaires internationaux**

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

### **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 deputy work package leader du work package 1 « Mapping and Strategy ».

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

## Programme bilatéral de recherche en épigénomique humaine avec l'Allemagne (BMBF)

### Objectifs

L'objectif principal de ce programme est de motiver et d'accélérer la recherche en épigénomique humaine. Il s'agit également d'ouvrir la communauté scientifique des deux pays aux expertises et technologies nécessaires à la mise en place de projets de cartographie de référence des épigénomes et des études fonctionnelles qui y sont liées. Ce programme est une action pilote, en préparation de l'éventuelle participation de la France au consortium international de recherche sur l'épigénome humain (IHEC), dont l'ANR est actuellement membre observateur, et qui a pour but de coordonner au niveau international la cartographie des épigénomes et leur caractérisation pour limiter la redondance des efforts de recherche.

L'objectif est de participer à un premier appel à projets sur le thème de l'épigénomique. Les contours de cet AAP seront définis grâce à un groupe de travail composé de scientifiques des deux pays qui s'est déjà réuni en Juin 2012 (Saarbrücken).

### Enjeux

La santé des individus dépend en partie de déterminants inscrits au niveau du génome qui sont hérités, mais aussi de l'épigénome et du métagénome (flore commensale) qui, eux, sont acquis. La compréhension des marques épigénétiques qui spécifient l'expression des gènes dans un type cellulaire donné, et l'étude de leur variation en fonction du contexte environnemental et de l'état pathologique, ouvrent de nouvelles dimensions pour des interventions thérapeutiques. Les recherches aujourd'hui très exploratoires dans ce domaine sont porteuses à terme d'un fort potentiel de valorisation.

Ce programme bilatéral contribuera à:

- Coordonner la production de cartes de référence des épigénomes humains de grande qualité, disponibles pour toute la communauté scientifique.
- 
- Permettre aux équipes de recherche françaises de participer à l'effort international de IHEC en profitant de l'expérience acquise par les équipes de recherche allemandes.
- 
- Générer de nouvelles connaissances sur le rôle des marques épigénétiques dans la santé et les maladies.
- 

L'enjeu est aussi de réussir une première collaboration sur ce sujet avec l'Allemagne qui finance déjà au niveau national des projets en épigénomique dans le cadre du consortium IHEC. Des discussions sont par ailleurs en cours pour une collaboration bilatérale avec le Canada en 2014.



**Partenaires internationaux : BMBF (Allemagne)**

**Contribution prévue de la partie française :**

L'ANR participe à l'élaboration des procédures de sélection et évaluation des projets ; elle finance et prend en charge le suivi des partenaires français impliqués dans les projets sélectionnés.

**Années pour lesquelles le programme est prévu : 2013**



## **Programme transnational dans le cadre de l'ERA-Net EuroNanoMed II sur la Nanomédecine**

### **Objectifs**

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

### **Enjeux**

La nanomédecine, l'application des nanotechnologies à la médecine et la santé, est l'un des domaines émergents de la recherche en santé dont on attend un impact majeur dans le développement de diagnostics individuels, de thérapies ciblées et un meilleur suivi des traitements. Les domaines médicaux qui devraient bénéficier le plus de la nanomédecine sont le cancer, les maladies cardio-vasculaires, des maladies neurologiques (notamment neuro-dégénératives), le diabète, les maladies inflammatoires ainsi que orthopédiques et d'autres conditions médicales qui ont besoin de médecine régénérative. L'AAP EuroNanoMed II en 2013 vise à financer des projets de recherche transnationaux et pluridisciplinaires sur les trois priorités de recherche stratégiques de l'ETP nanomédecine : les systèmes de délivrance ciblée de médicaments, le diagnostic et la médecine régénérative. Les projets doivent viser à développer une application, soit clinique, soit industrielle, et, en tant que tel, doivent inclure des équipes provenant d'au moins deux des domaines suivants: la recherche universitaire, la recherche clinique ou la recherche industrielle (petite entreprise, moyenne ou grande).

### **Partenaires internationaux**

BE, DE, CH, ES, FR, IL, IT, IS, LI, LV, NO, RO, PL, PT, SE.

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

L'ANR est coordinatrice de cet ERA-NET. Elle est impliquée dans la gouvernance des AAP et dans le choix des sujets. L'ANR finance la recherche réalisée par les équipes françaises sélectionnées et s'occupe du suivi des projets.

### **Années pour lesquelles le programme est prévu : 2013.**

Ce programme prend la suite de l'ERA-NET EuroNanoMed, programme au sein duquel trois AAP ont été organisés (2009, 2010 and 2011)

## **ERA-Net ANIHWA (EMIDA 2)**

### **Bien-être et les maladies infectieuses et maladies émergentes des animaux**

#### **Objectifs**

Ce programme a pour objectif de renforcer la coopération et la coordination des programmes de recherche nationaux et le financement de projets de recherche transnationaux dans les domaines de:

- La santé animale, y compris les nouvelles et les grandes maladies animales infectieuses, les zoonoses, la résistance aux antimicrobiens, les maladies affectant la production et la résistance aux maladies ;
- Le bien-être animal, non seulement lié à la maladie, mais aussi à des mesures de bien-être ; les défis du logement, d'élevage et de l'environnement ; les influences des événements précoces de la vie, les caractéristiques de production ; la gestion des animaux de la ferme à l'abattoir;
- Intégration de la recherche liée à la santé animale et les questions de bien-être animal.

#### **Enjeux**

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 posent des problèmes de santé publique car elles sont fréquemment associées à des maladies émergentes humaines. Elles représentent de véritables enjeux économiques pour l'élevage des animaux de rente. L'intégration des enjeux de santé et du bien-être animal est importante pour maintenir la production. Les zoonoses ont des implications fortes sur la société : agriculture durable, alimentation humaine, environnement, économie des filières de production des animaux de rente, 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 maladie de la « vache folle », « tremblante du mouton »,... ;
- Améliorer le diagnostic précoce pour protéger le consommateur ;
- Anticiper et 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 de l'élevage en regard de l'environnement, la gestion des animaux depuis la ferme jusqu'aux lieux 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. L'ANR est co-workpackage leader de « sustainability including funding structures and policy development ». L'INRA est coordinateur de l'ERANET.

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

Ce programme est la suite de l'ERA-Net EMIDA dans lequel il y a eu deux AAP (2010 et 2011).



## **Programme conjoint dans le cadre de l'Art. 185 sur l'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. Les projections actuelles prévoient 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 pour 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

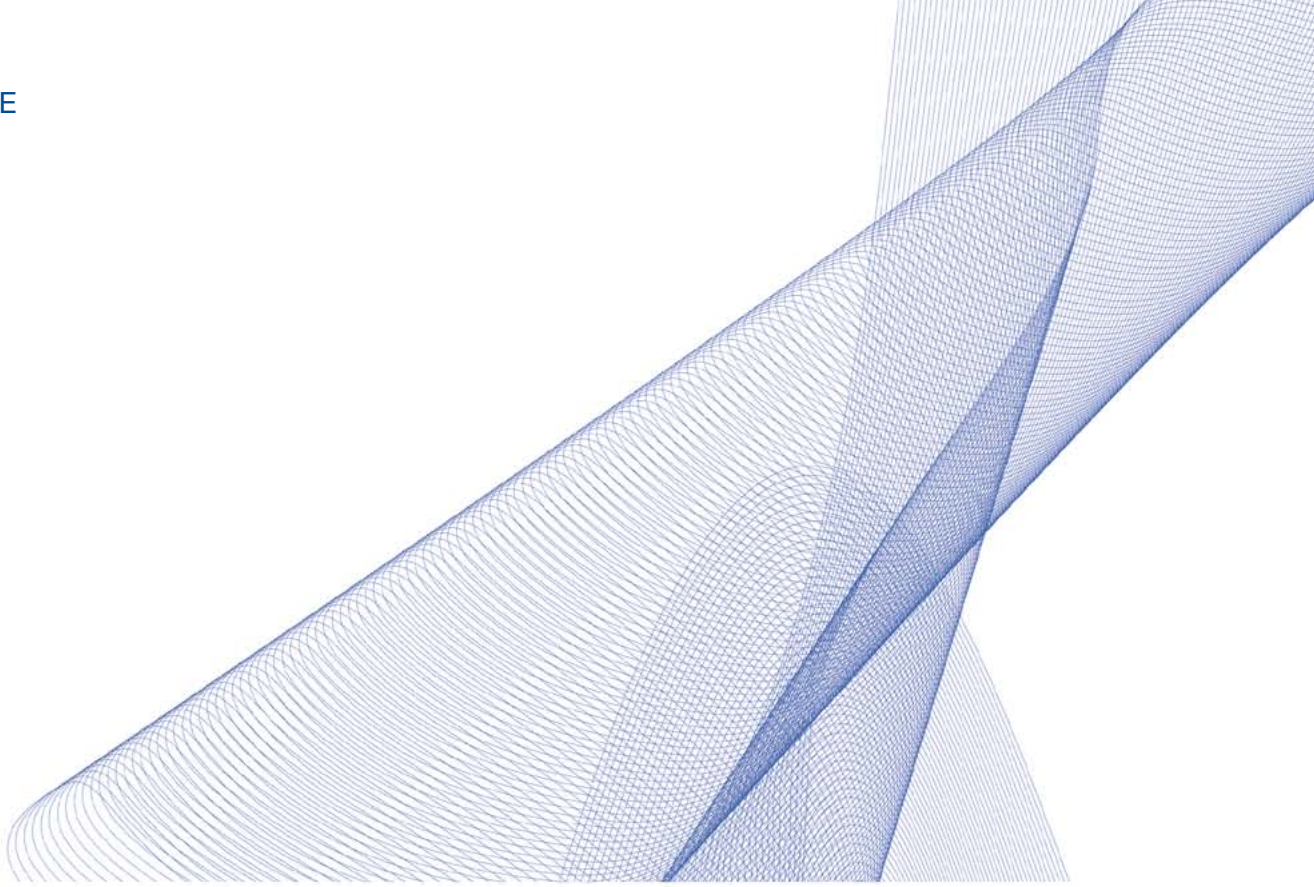
### **Contribution prévue de la partie française**

L'ANR, en partenariat avec la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (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.

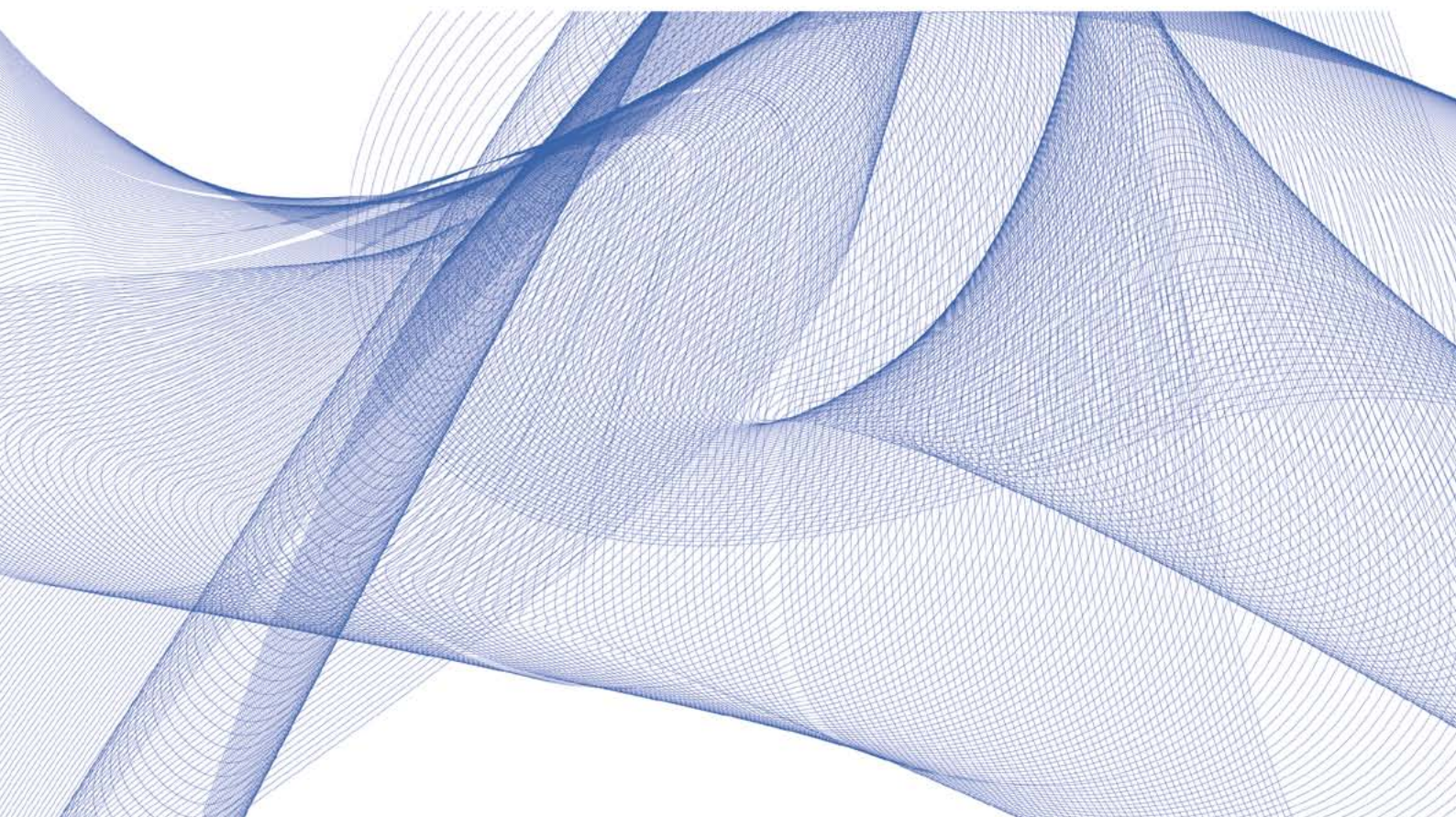
**Années pour lesquelles le programme est prévu :** 2008-2013. Dans le cadre de l'Art. 185 AAL il y a eu précédemment cinq AAP (2008, 2009, 2010, 2011 et 2012).



 **LES RESSOURCES BIOLOGIQUES,  
SURVEILLANCE ET PROTECTION  
DE L'ENVIRONNEMENT** 



**COMPRENDRE, SURVEILLER  
ET SE PRÉMUNIR DES IMPACTS  
DES CHANGEMENTS GLOBAUX**



## Programme : SOciétés, changements Climatiques et ENVironnementaux : Vers des approches scientifiques intégrées des défis (SOC&ENV)

### Résumé :

Ce programme transverse est dédié à des approches intégrées en Sciences du Système Terre pour un développement soutenable, interconnectant recherche sur les changements climatiques et environnementaux 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 de la nature (climat inclus), et entre les sciences de la nature (climat inclus) et les SHS. Les questionnements associés à la dynamique des sociétés humaines face aux contraintes climatiques et 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. SOCENV repose aussi sur une solide base disciplinaire, ainsi les trois axes complémentaires 2013 sont : 1) Verrous de connaissances environnementales (climat et grands cycles, ressources en sols), 2) Connaissances sociales et économiques (facteurs historiques, évolutions des cohésions sociales, conditions du changement vers une économie verte), 3) Recherche intégrée vers des solutions plus efficaces.

### Mots clés :

Adaptation et mitigation ; analyses rétrospectives et prospectives ; approches multifactorielles et multisectorielles ; atténuation des gaz à effet de serre ; changement climatique ; changements des sols ; crises environnementales ; croissance et économie vertes ; modes de vie ; données et analyses historiques ; droit, normes et réglementations ; échelles régionales et décennales ; écosystèmes marins et continentaux ; changements globaux ; évaluation des politiques environnementales ; équité ; solidarité et cohésion sociale ; géopolitique ; gouvernance et institutions ; indicateurs environnementaux ; inégalités et migration ; interactions d'échelles ; interdisciplinarité et transdisciplinarité ; opportunités et risques ; perceptions, valeurs et comportements ; ressources en eau ; systèmes d'information environnementale ; systèmes socio-économiques ; transition socio-écologique ; urbanisation et gestion de l'espace ; variabilité et prévisibilité du climat ; vulnérabilité et résilience.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 - 2013 - 2014
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé

- **Dimension internationale du programme** ; Programme national destiné à un fort ancrage dans le cadre de l'initiative internationale « Future Earth : research for global sustainability ». Il est complété par des actions multilatérales au sein du JPI « Climat » (13 pays européens) et au sein de l'IGFA/Belmont Forum (pays post-industriels et pays émergents du BRICS).
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :  
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 comité scientifique sectoriel et international de l'ANR « Sciences du Système Terre ».
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :  
Ce programme est transversal aux domaines couverts par les trois secteurs « Energies Durables », « Ecosystèmes et Ressources Biologiques », et « Sciences Humaines et Sociales ». Il se situe à l'interface avec les programmes non thématiques et les programmes thématiques comme « Villes et Bâtiments Durables », « Services et Technologies pour l'Environnement », « Contaminants et Environnements », « Alimentation Durable », « Agrobiosphère ».
- **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, DRIIHM/IRDHEI), les sciences de l'environnement (CEBA, CeMEB, CLERVOLC, CORAIL, COTE, L-IPSL, MER, OSUG@2020, VOLTAIRE) et les sciences du numérique (NUMEV, AMIES). 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. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

La prise en compte des divers changements environnementaux, 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 transdisciplinaire connectant les différentes composantes systémiques, allant de la Terre fluide, vivante et solide aux mondes sociétaux et technologiques. Ce programme est destiné à faire émerger et consolider un leadership français dans ce domaine stratégique.

## Résultats et impact espérés

Le programme vise à faire émerger des projets de recherche systémique autour du questionnement sur les adaptations des sociétés pour faire face aux changements climatiques et environnementaux régionaux ou globaux. Les résultats attendus portent sur :

- la réduction de verrous de connaissances environnementales à des échelles régionales, dans les domaines du climat, de l'eau et les sols ;
- la conception et l'interconnexion de systèmes d'information narratifs et/ou spatialisés, dédiés aux interactions et adaptations société-environnement ;
- l'élaboration d'outils de modélisation multi-agents en SHS pour appréhender des dynamiques économiques, sociales et comportementales face aux changements climatiques et environnementaux, et leurs interconnexions avec les modèles d'évolution des environnements ;
- l'analyse des adaptations, historiques et récentes, du couple société-environnement ;
- le développement d'indicateurs et de scénarios d'évolutions conjointes société-environnement, 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 nécessaires pour faire face à des changements climatiques et environnementaux à grandes échelles.

Les impacts espérés sont de :

1. Mobiliser les compétences françaises sur l'analyse des dimensions humaines et sociales au sein des enjeux environnementaux à grandes échelles ;
2. Développer les compétences françaises en recherche systémique sur la thématique émergente des Sciences du Système Terre pour un développement soutenable ;
3. Renforcer le leadership français dans les programmes internationaux et européens ;
4. Renforcer le dialogue avec les décideurs et les acteurs sur des scénarios ou des tendances société-environnement, en décrivant en termes accessibles les opportunités, les risques, les controverses 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 climatiques et environnementaux<sup>1</sup> pourrait dépasser 5 % du PIB si des politiques d'adaptation et de remédiation 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 partie-prenante et à la pointe de la production des savoirs<sup>2</sup> qui influent sur les négociations politiques et in fine sur les normes environnementales.

---

<sup>1</sup> climat inclus

<sup>2</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)

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

Nombre d'enjeux sociaux interagissent fortement avec 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 changements climatiques et environnementaux. 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 7<sup>e</sup> PCRD sur le Thème 6/Environnement et Climat<sup>3</sup>. De plus, SOC&ENV correspond à l'implémentation de défis mis en exergue par des récentes prospectives européennes<sup>4</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>5</sup>.

Le programme SOC&ENV s'est appuyé dès sa conception sur les réflexions des communautés scientifiques internationales<sup>6</sup>. Il sert aussi d'outil programmatique innovant au sein de l'IGFA/Belmont Forum<sup>7</sup>, dont l'ANR est membre, et contribue à la nouvelle initiative internationale lancée lors de la conférence des Nations Unis Rio+20 : Future Earth, research for global sustainability<sup>8</sup>. D'une manière générale, le programme SOC&ENV est destiné à

<sup>3</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>4</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>5</sup> Pour lequel l'ANR est membre du «Governing Board» depuis mai 2011, et ce en lien avec AllEnvi et le MESR

<sup>6</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>7</sup> [www.belmontforum.org](http://www.belmontforum.org)

<sup>8</sup> <http://www.icsu.org/future-earth>

renforcer i) la coordination avec les pays post-industriels et pays émergents du BRICS, ii) les collaborations impliquant les régions du Sud, notamment en Outre-Mer et en Afrique.

### 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 société-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 visée dans les appels à projets**

- 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 connaissance, 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/Belmont Forum. (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, revisité à Rio+20). 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 soutenable (ESRGS). Cinq « Grands Défis » ont été identifiés dans ce cadre ; ils élargissent et approfondissent le domaine de la recherche sur le Système Terre pour y englober l'intersection des changements environnementaux mondiaux avec un développement équitable et 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 transformations institutionnelles, économiques et comportementales 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). Il donne 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. 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, fondées 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 2013, trois axes complémentaires ont été retenus et sont présentés succinctement ci-dessous.



## Axes et thèmes des recherches

### • **Axe 1 – Verrous de connaissances environnementales**

Un défi pour la recherche environnementale est de fournir des informations adaptées aux besoins des décideurs et acteurs de la société, afin de limiter les risques associés aux changements climatiques et environnementaux. Concernant les changements globaux, ceci nécessite d'avoir la capacité de fournir des informations à l'échelle régionale et sur des échelles de temps allant de la saison à plusieurs décennies. Cette information doit aussi inclure la connaissance des incertitudes associées pour établir les risques et opportunités associés. Deux grands domaines sont identifiés :

*Climat et grands cycles* : La capacité à prévoir le climat futur à l'échelle régionale et sur des échelles de temps de quelques années à des décennies est une question de recherche fondamentale particulièrement pertinente qui impose de documenter et d'analyser les tendances de la variabilité naturelle présente et passée, jusqu'à quelques millénaires. Elle dépend aussi de l'évolution des grands cycles des composés affectant le climat (gaz et aérosols) ainsi que du cycle de l'eau, dont les ressources sont vitales pour les sociétés.

*Ressources en sols* : Les activités humaines (agriculture, sylviculture, pâturage du bétail, déforestation, construction d'infrastructure ...) ont induit une forte perturbation des sols par des processus tels que l'érosion, la contamination, l'acidification, la salinisation, la désertification... Dans ce contexte, l'évaluation de la dégradation des sols et des changements du paysage, à l'échelle régionale au cours des décennies, doit être appréhendée, ainsi que les rôles respectifs de la pression anthropique et des changements environnementaux (par exemple le climat) et de leurs interactions.

### • **Axe 2 – Connaissances sociales et économiques**

L'objectif général de cet axe thématique est de renforcer et construire la base de connaissances propres aux sciences sociales et humaines, en mobilisant des approches tant théoriques qu'empiriques, tant qualitatives que quantitatives, pour s'attaquer aux enjeux induits par les changements climatiques et environnementaux à grande échelle. Trois grands domaines complémentaires sont identifiés :

*Facteurs historiques* : les analyses des réponses passées des différentes sociétés humaines face à des changements climatiques et environnementaux sont sollicitées, ainsi que des approches rétrospectives pour tenter d'identifier des prédicteurs d'évolution et de modes de prise en charge des problèmes liés aux changements environnementaux globaux.

*Evolutions des cohésions sociales* : Des travaux sont sollicités sur les conséquences et le déroulement des processus, associés aux changements climatiques et environnementaux à grande échelle, sur l'évolution des cohésions sociales et des formes de solidarité, tant aux échelles macro que micro au sein des sociétés.

#### *Conditions du changement vers une économie "verte"*

Des approches novatrices vers une économie « verte », réduisant les inégalités tout en préservant les services environnementaux, sont souhaitées, en particulier dans le cadre de l'évolution des mécanismes du marché, l'identification de métriques et indicateurs sociaux et environnementaux, l'analyse des obstacles et opportunités pour les acteurs du changement (publique, civile, privée).

- **Axe 3 – Recherche intégrée vers des solutions plus efficaces**

Cet axe vise à des recherches interdisciplinaires et/ou transdisciplinaires sur des problématiques associées au vaste domaine de la soutenabilité globale et conjointe des sociétés humaines et de l'environnement. Dans cette ligne thématique très ouverte, les problématiques suivantes sont considérées comme importantes à approfondir, mais pas exclusivement : l'évaluation environnementale sur le long-terme des croissances dites « vertes » dont le premier objectif est souvent local et associé à la réduction des inégalités ; les tendances générales de l'urbanisation et ses interactions avec les environnements régionaux ou mondiaux ; et les zones vulnérables particulièrement exposées aux changements environnementaux globaux mais ayant une faible capacité pour s'adapter (Pays du Sud, insulaires, polaires, ...).



## 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,
- GT4) les outils d'aide à la décision.

### 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 fondées 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.

### Partenaires internationaux

Allemagne (BMBF, président), Norvège (MRC, vice-président), France (ANR & AllEnvi, sous l'égide du MESR), Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, Irlande, Italie, Slovaquie, Suède, Pays-Bas, Royaume-Uni, Commission Européenne

Observateurs : Slovaquie, Espagne, Turquie, NordForsk, EEA, ERA-Net CIRCLE-2, ECRA.

Voir : <http://www.jpi-climate.eu>

### Contribution prévue de la partie française

L'ANR est membre du CA et joue un rôle clé au sein du CSA JPI Climate 2012-2015, en étant en charge de la mise en place d'appels conjoints annuels. Le premier appel est prévu à l'automne 2012, en coopération étroite avec ALLENI.

**Années pour lesquelles le programme est prévu : 2013**

### 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.

**Années pour lesquelles le programme est prévu : 2012 – 2013 - 2014**

## IGFA/Belmont Forum

### Changements environnementaux

#### Objectifs

L'IGFA / Belmont Forum ([belmontforum.org](http://belmontforum.org)), 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 ». Le Belmont Forum encourage la recherche internationale, interdisciplinaire et transdisciplinaire ; il joue un rôle clé dans la nouvelle plate-forme mondiale pour la recherche sur la durabilité lancé à Rio+20 : Future Earth ([www.icsu.org/future-earth](http://www.icsu.org/future-earth)).

#### 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 à relever les 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 au travers de 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. Pour soutenir les actions de recherche en collaboration (CRA), un protocole d'accord (MoU) a été signé en Mars 2012 avec les principales agences pour lancer un International Opportunity Fund (IOF) innovant, où les agences adoptent une procédure commune pour la co-conception, l'ouverture et la sélection d'appels annuels, mais sans les contraintes d'un pot commun financier.

#### Partenaires internationaux

A ce jour, le Belmont Forum est constitué par : NSF (USA, co-présidence), ANR (France, co-présidence), NERC (Royaume-Uni), CSIRO (Australie), CRSNG (Canada), DFG et BMBF (Allemagne), CE / DG XII / Env. (UE), MEXT (Japon), FAPESP (Brésil), NRF (Afrique du Sud), MoES (Inde), NSFC (Chine), BMWF (Autriche), RCN (Norvège), ICSU (International Council for Science) et ISSC (International Social Science Council).

#### Contribution prévue de la partie française

L'ANR joue un rôle clé en tant que co-président du Belmont Forum pour 2012-2014, avec la NRF (Afrique du Sud) suite à la fin du mandat de la NSF à l'été 2012. Après le lancement de deux appels thématiques (CRA) en Avril 2012, conjointement avec le G8HORCs, sur la « Sécurité des ressources en eau » et la « Vulnérabilité des zones côtières », il est prévu pour 2013 et 2014 de participer aux appels sur la Sécurité alimentaire (en collaboration avec le JPI FACCE), l'économie verte, les services éco systémiques et climatiques, et la vulnérabilité en zone Africaine.

**Années pour lesquelles le programme est prévu : 2013**

## Programme : ERANET 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 troisième appel d'offres... Au regard du succès du premier appel à projets de l'ERA-Net Biodiversa2 en 2011 sur les services écosystémiques, et en 2012 sur la modélisation de l'évolution de la biodiversité sous contrainte des scénarios du changement global (IPBES), il apparaît nécessaire de financer une troisième édition en 2013 sur les espèces invasives, leur dynamique et leur contrôle.

### Mots clés :

fonctionnement des écosystèmes, dynamique de la biodiversité, espèces invasives, dynamique, régulation

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 - 2013
- **Type de programme** : affichant des axes ouverts ou partenariaux
- **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 du programme « 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 européen Biodiversa contribue à maintenir cette priorité scientifique. 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 thématiques 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 écologues qui travaillent sur les modes d'introduction, sur la dynamique des espèces invasives ainsi que sur les modifications entraînées dans le fonctionnement des réseaux trophiques
- Création d'une masse critique suffisante à l'échelle européenne (n'existant 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 en fonction de l'importance des introductions des espèces invasives;
- 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 ou dans des écosystèmes fortement perturbé par l'explosion d'espèces invasives.

## 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, soumise au forçage de l'explosion des espèces invasives

Cet ERA-Net est le seul grand programme dédié à la Biodiversité, l'ANR est associée au Ministère de l'Environnement pour l'appel 2013, 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 les espèces invasives et leur impact.

### 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 des espèces invasives à des échelles de temps de plusieurs décennies ;
- la mise en évidence de déséquilibres qui induisent des pertes importantes et rapides des fonctionnalités des écosystèmes ;
- L'impact du changement global sur l'expansion ou la réduction des espèces invasives ;
- Le développement de mesures de gestion et de gouvernance qui permettent d'infléchir les tendances des expansions.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**



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 2013. 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 terrestres et marins.

- Meilleure compréhension des mécanismes d'introduction des espèces invasives. Une attention particulière sera portée sur les conditions qui favorisent une explosion rapide de ces introductions...
- Dynamique de ces espèces non indigènes et perturbations engendrées dans le fonctionnement des écosystèmes, impact sur la biodiversité et la résilience des écosystèmes aux changements globaux.
- Développement de mesures juridiques, de gestion et de gouvernance qui permettent d'infléchir les tendances des expansions.

## **Programme : 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 associés aux changements globaux. L'adaptation aux changements globaux se décline aux grandes échelles du niveau planétaire (SOC&ENV), aux échelles moyennes des territoires et des écosystèmes (AGROBIOSPHERE) ainsi qu'au niveau de l'individu, des populations et des espèces, traité 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 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 mettre en œuvre ces connaissances, le programme appuie également les recherches sur les méthodes et outils qui permettent de favoriser les capacités d'adaptation et de résilience écologique des espèces et des communautés et d'améliorer les variétés et les races en réponse aux changements globaux. L'intégration et la modélisation des différents niveaux de complexité (du gène aux espèces) seront des approches déterminantes pour contribuer à cette mise en œuvre opérationnelle. Le programme BIOADAPT vise par ailleurs à contribuer à la conservation et à la valorisation des ressources biologiques *in situ* et *ex situ*.

### **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

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 - 2013 -2014
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé (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.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

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 sont pas éligibles dans BIOADAPT.

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

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 sur l'adaptation des individus, des populations et des communautés aux stress et aux perturbations ;
- de développer la mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus.

### **Résultats et impact espérés**

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. Ils permettront d'anticiper et d'accompagner les évolutions indispensables pour s'adapter aux changements globaux : adaptation à la sécheresse, à des températures plus élevées, adaptation à la limitation des intrants pour des raisons sanitaires, environnementales ou de prix...

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

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

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 leur évolution. 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. Contexte et enjeux sociétaux**

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 déterminants.

### **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 d'une alimentation, à la fois respectueuse de l'environnement et accessible économiquement, 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 et de compétitivité**

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 génotypes, populations ou territoire 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 permettra de soutenir des emplois nouveaux indispensables à la gestion durable des écosystèmes et à l'ingénierie nécessaire au maintien et à la valorisation de la diversité. Il permettra aussi de maintenir et de faire évoluer des emplois dans les domaines fragilisés que sont 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 et la gestion durable des ressources assureront une sécurité pour l'avenir de la conservation de ressources vivantes et des écosystèmes. Ces connaissances limiteront les risques potentiels auxquels sont exposées nos sociétés (insécurité alimentaire, maladies émergentes, instabilité économique...).

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

L'évolution vers une société de gestion durable de nos ressources est une révolution en soi, à laquelle le programme contribuera directement aussi bien 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'adaptation au changement.

- **Ecosystèmes**

La compréhension de la biologie de l'adaptation et le développement des méthodes de gestion et d'adaptation des écosystèmes sont 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 biotique et abiotique).

## 3. Positionnement stratégique du programme

### 3.1 Positionnement du programme par rapport à d'autres programmes en France, 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 (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Plan-national-d-adaptation,22978.html>) et permet de soutenir des recherches nécessaires dans le domaine du vivant.

Pour la majeure partie du programme BIOADAPT, les thématiques sont complémentaires aux actions du 7<sup>e</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 sont pas éligibles dans BIOADAPT.

- **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 (ERA-CAPS, Plant KBBE) en génomique est 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 doivent être développées afin de les renouveler.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Exploratoire – fondamentale - appliquée – finalisée – expérimentation - développement technologique - investissement dans les 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 dans le domaine de l'adaptation des productions (dont la génomique, en relation avec les GIS Biotechnologies Vertes et Agenae) et de l'ingénierie de l'adaptation (PME, Centres techniques,...).

- **Participation au financement du programme**

En raison des enjeux associés aux 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 elles 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.

### **Axes et thèmes des recherches**

- 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 en élaborant des 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 pas 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** s'articule autour de deux axes thématiques :

- fournir un socle de connaissances permettant de mieux comprendre, à différents niveaux d'analyse, les mécanismes adaptatifs et évolutifs ;
- développer des recherches tant conceptuelles que méthodologiques permettant de développer ou favoriser l'adaptabilité du vivant.

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 sont donc appréciées. Par ailleurs, 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 aux niveaux 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 s'agit 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'agit également de considérer l'impact des solutions et méthodes proposées.

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

Le premier axe thématique de l'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'appel à projets 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. L'objectif de cet axe est 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.



## Programme : **PLANT-KBBE : Génomique végétale**

### **Objectifs**

Le programme a été développé pour promouvoir des systèmes de production végétale innovants et compétitifs ainsi qu'une agriculture durable. Les objectifs consistent à développer 1) la coopération transnationale en recherche génomique végétale orientée vers les applications, 2) de nouvelles approches pour l'amélioration des espèces cultivées, et 3) leurs utilisations dans des innovations agricoles et industrielles. Le point focal de PLANT-KBBE concerne l'application des résultats de recherche par l'industrie, le renforcement de la compétitivité du secteur impliqué et le renforcement de la coopération entre recherches publique et industrielle.

### **Enjeux**

Plant-KBBE cible les facteurs principaux influençant la productivité végétale comme les composantes génétiques, les conditions environnementales changeantes, et leurs interactions dans le domaine de la production alimentaire et de fibres par des systèmes de production respectueux de l'environnement. Les thèmes de recherche sont : 1) la sécurité alimentaire, les rendements et le changement climatique, 2) la stabilité du rendement, 3) l'adaptation aux pressions de l'environnement, la plasticité phénotypique, 4) la santé des plantes. Les projets sont menés par des partenariats public-privé. Les projets de recherche collaborative peuvent être soumis par des chercheurs des universités (ou autre institution d'enseignement supérieur), des institutions de recherche publique, des entreprises commerciales, en particulier des PME. Chaque projet doit impliquer des groupes de recherche d'au moins trois des pays partenaires. Les consortia de seulement deux pays partenaires doivent impliquer des entreprises de deux pays.

### **Partenaires internationaux**

France (ANR), Allemagne (BMBF), Portugal (FCT), Espagne (MINECO). D'autres pays qui accepteraient les conditions du MoU renouvelé en 2012 pourraient rejoindre l'initiative.

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

Co-rédaction de l'AAP, organisation de la conférence Plant-KBBE

### **Années pour lesquelles le programme est prévu**

juin 2013, années suivantes à définir

## Programme : EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS)

### Résumé :

Le programme ECO-TS est un nouveau programme qui prend le relai du programme ECOTECH. Il vise à renforcer la communauté française dans le domaine en croissance des services en gestion de l'environnement et des technologies associées. Il cible à la fois les notions de recherche technologique, mais également de R&D pour les services, dans un objectifs de renforcer 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, surconsommation des matières premières), mais également les pressions émergentes générées par certains processus du changement global (changement climatique, préservation des ressources naturelles, risques naturels, évènements extrêmes). Le programme se décompose en 2 axes :

*Axe thématique 1 : Vers une économie circulaire*

Sous-thème 1- Méthodes, outils et services associés

Sous-thème 2 - Technologies pour le bouclage des flux de matière

*Axe thématique 2 : Services et technologies face au Changement environnemental*

Sous-thème 1 - Monitoring et prévision de l'environnement

Sous-thème 2 - Adaptation et restauration environnementale

### Mots clés :

Eco-innovation, éco-industrie, écotechnologies, éco-services, cycle de vie des produits, recyclage, valorisation des déchets/produits, économie circulaire, surveillance et prévision des milieux, services opérationnels en environnement, technologies de l'environnement, eau, sols, air, littoral, changement et aléas climatiques, technologies pour la gestion des risques, ingénierie écologique, émissions polluantes industrielles, urbaines et agricoles, nanomatériaux, nanotechnologies, biotechnologies, TIC pour l'environnement

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international

Le programme est ouvert à des consortia internationaux. Une collaboration avec la Chine est en cours de négociation avec le MOST pour 2013. Sur le plan européen, l'essentiel des thématiques de ce programme sont portées dans le cadre de l'ERA-Net ECO-INNOVERA pour lequel un second appel est prévu en automne 2013 pour un financement en 2014. Il s'inscrit aussi dans le cadre de la dynamique internationale GEO ([www.geo.org](http://www.geo.org)) et européenne GMES ([www.gmes.info](http://www.gmes.info)) de monitoring, prévision et gestion environnementale.

- **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 coordination avec le programme ECOTECH positionné sur la recherche fondamentale et industrielle, le programme ECO-INDUSTRIE 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.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Le programme ECO-TS a un positionnement transversal à l'interface avec les programmes Mat&Pro, Chimie Durable Industrie et Innovation (CD2I), Villes et Bâtiments Durables, Société & Changements Environnementaux et le programme Contaminant & Environnements (CESA) et Agrobiosphère. Il porte la composante technologique des thématiques étudiées dans ces programmes.

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

L'essentiel des LABEX sélectionnés porte sur des actions et des plateformes d'analyses, de surveillance et de compréhension des processus environnementaux. Les résultats des appels des IA permettent toutefois d'identifier plusieurs LABEX, dont plusieurs intégrant partiellement la thématique de la métrologie de l'environnement (IMU, GEOSUD, BASC, CAPPA, OTMED, PLANAQUA, Critex) et d'autres abordant les procédés de traitement des métaux (RESSOURCES21, SERENADE). D'autre part plusieurs projets de plateformes financées par l'ADEME sur les sols contaminés et la valorisation de déchets sont en cours

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Le nouveau programme ECO-TS ambitionne de favoriser l'innovation et l'émergence de ruptures technologiques, notamment par transfert de technologies issues d'autres domaines (les TIC, les biotechnologies et les nanotechnologies). Le programme ambitionne de renforcer la recherche française sur les technologies de l'environnement et de développement de services pour les écotecnologies<sup>9</sup>. Il s'agit de renforcer l'intensité de R&D du secteur et améliorer la compétitivité des éco-industries<sup>10</sup>. Le programme s'inspire des recommandations du CGDD sur les filières vertes<sup>11</sup> et du Comité Stratégique des Eco-Industries<sup>12</sup>. Il vise aussi à renforcer le leadership français dans le monitoring, la prévision et la gestion des risques et crises environnementales, notamment dans le cadre européen GMES<sup>13</sup> ou international GEOSS<sup>14</sup>, dans un contexte éco-industriel en forte émergence.

---

<sup>9</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>10</sup> Éco-industries : secteur industriel fournisseur de biens, services et équipements dédiés à la protection de l'environnement

<sup>11</sup> Rapport « Filières industrielles stratégiques de l'économie verte » MEEDDM / CGDD - Mars 2010

<sup>12</sup> Rapports du COSEI et des filières vertes (2011) - <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-COSEI-pleniers.html>

<sup>13</sup> Global Monitoring for Environment and Security, <http://www.gmes.info>

<sup>14</sup> Group on Earth Observations, <http://www.earthobservations.org>

Tout d'abord, 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>15</sup>. Cela soutient fortement le développement du marché des éco-industries. L'équation économique risque toutefois d'être modifiée à terme 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. Ces contraintes imposent l'émergence de nouvelles approches de gestion de l'environnement avec une part croissante d'internalisation 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).

De plus, le programme ECO-TS s'inscrit, au-delà de la continuité du programme ECOTECH, vers un périmètre de technologies et de conception de services pour des marchés futurs liés notamment à la prévention, la limitation ou la correction des risques environnementaux, associés au changement global, aux pressions anthropiques sur les ressources et aux aléas naturels.

La structure du programme visera à favoriser des innovations issues notamment du transfert de technologies comme les technologies diffusantes (technologies de l'information et de la communication, nanotechnologies, matériaux, biotechnologies...) ou encore des applications provenant d'autres domaines (santé, énergie, productique...).

### **Éléments de bilan des programmes ECOTECH et PRECODD**

Les deux programmes PRECODD (2005-2008), puis ECOTECH (2009-2011) ont eu un impact significatif sur la dynamique des partenariats éco-industrie-laboratoires à l'échelle nationale. Le programme ECOTECH a également représenté un élément majeur du volet R&D du plan Ecotech2012 initié dans le cadre du Grenelle de 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 développés en France, sur les nouveaux concepts de production durable et les outils associés, nécessitant des partenariats relativement innovants SHS-entreprises.

---

<sup>15</sup> CGDD(2011) - L'économie de l'environnement en 2009

## Résultats et impact espérés

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 ou un évitement des impacts potentiels. 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,
- la mise en place de services [pré-]opérationnels dans le domaine de la surveillance, la prévision et la gestion de crises environnementales,
- 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 :

- une meilleure diffusion des concepts d'économie circulaire et une amplification des capacités de R&D française dans ce domaine,
- un renforcement de l'innovation technologique permettant une augmentation du taux de recyclage des matières premières et réduction de la consommation de ressources non renouvelables,
- l'émergence de technologies de traitement de pollutions en rupture (effluents, sols, air)
- amélioration de la mesure de la qualité de l'environnement par des systèmes de métrologie de l'environnement performants et économiques,
- une meilleure prévisibilité des aléas environnementaux permettant de mettre en place des politiques d'évitement ou d'optimisation des moyens lors des crises associées,
- conception des services et de technologies innovantes dédiés aux marchés futurs générés les problématiques du changement global (risques hydro-climatiques, etc.),
- la mise en place de partenariats innovants associant des laboratoires ou entreprises spécialisés en environnement avec des partenaires (publics ou privés) issus de domaines technologiques (TIC, biotechnologies, nanotechnologies),
- un renforcement des partenariats entre laboratoires de sciences sociales et entreprises sur les concepts de services en environnement.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux


### 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>16</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 (+4% en France), pour atteindre à l'échelle mondiale 2200 milliards d'euros en 2020<sup>17</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. 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 règlementaires en matière environnementale bénéficient d'un facteur majeur de compétitivité<sup>1</sup>.



De plus, les problématiques de changement global et des aléas associés, 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. On notera le rôle critique de l'observation spatiale et de l'assimilation de données dans des modèles de prévision, domaine dans lequel la France a une expertise importante à valoriser.



### 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'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>18</sup>. Enfin, la prévention des risques associés aux changements et aléas environnementaux est une forte demande sociétale, avec des enjeux forts sur les biens et les personnes.

### 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

---

<sup>16</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>17</sup> Roland Berger (2007) - Innovative environmental growth markets from a company perspective

<sup>18</sup> CGDD (2010) – rapport sur l'économie de l'environnement

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 :

**Ressources :** 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. Le transfert de la notion de valorisation de déchets ou vers la notion de valorisation de produits est une composante majeure 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 environnemental et aléas :** Les politiques d'adaptation aux changements environnementaux, notamment climatiques, vont générer d'importants besoin en matière d'outils pour l'évaluation des impacts, la surveillance des processus, la prévisibilité des variabilités et la conception de méthodes totalement nouvelles d'adaptation, mais également de concepts de remédiation et d'évitement des crises. 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 adaptables aux environnements perturbés.

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

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

Le 7<sup>ème</sup> PCRD s'est considérablement renforcé sur la thématique des écotechnologies et cette tendance semble se confirmer dans Horizon 2020. La plupart des pays européens se sont dotés de programmes incitatifs dans cette thématique. L'ERA-Net ECO-INNOVERA<sup>19</sup> rassemble les principaux acteurs européens financeurs. ECO-TS s'inscrit aussi dans le cadre de l'initiative GMES associé à la DG Entreprise et Industrie<sup>20</sup>.

Sur un plan national, le programme ECO-TS est une contribution aux recommandations formulées par le Comité Stratégique des Eco-Industries dans le cadre du plan Ambition ECOTECH<sup>21</sup>. Il se positionne en amont des initiatives portées par le ministère de l'industrie, l'Ademe et Oséo qui soutiennent le programme ECO-INDUSTRIE (2009-2012), en cours de renouvellement (sous réserve).

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à des collaborations internationales et notamment (sous réserve de confirmation pour l'édition 2013) à des partenariats franco-chinois dans le cadre d'une collaboration bilatérale avec le ministère de la science et de la technologie (MOST) en Chine. Il s'inscrit aussi dans la dynamique internationale GEO.

<sup>19</sup> <http://www.eco-innova.eu>

<sup>20</sup> [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/gmes/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/gmes/index_fr.htm)

<sup>21</sup> COSEI janvier 2012 - <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Ambition-Ecotech-87-actions-pour.html>

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme se positionne dans un champ de recherche allant de la recherche permettant d'identifier le potentiel d'une voie technologique (TRL<sup>22</sup>) jusqu'à l'élaboration de preuves de concepts et l'intégration de composants au stade du laboratoire (TRL 3-4). Les développements plus avants et notamment la démonstration sont couverts par le programme ECO-INDUSTRIE et les actions de l'Ademe.

Le programme vise à soutenir environ 70-80 % de projets en partenariat public-privé et 20-30 % de projets plus académiques n'impliquant que des laboratoires publics.

- **Participation au financement du programme**

Financement 100 % ANR.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Le nouveau programme ECO-TS est construit autour de 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.
- Les éco-services et écotecnologies capables de mesurer, prévenir, limiter ou corriger les impacts environnementaux causés par les pollutions, les aléas du climat, l'érosion de la biodiversité et les pressions sur l'eau, sa qualité et ses usages.

#### **Axe thématique 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 renforcer les capacités françaises de R&D dans ce domaine, avec un déficit d'offre académique.

- *Sous-thème 1 : Méthodologies et services associés*

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). Cet axe thématique a notamment pour objet de développer des recherches et des outils destinés aux sociétés d'ingénierie et de conseil. Les enjeux reposent notamment sur la conception de nouveaux outils permettant d'aller au-delà des méthodes existantes (ACV, analyse de flux de matière, etc.) en intégrant notamment des facteurs économiques et sociaux (ACV associant les notions d'empreintes (eau, toxicologie, énergie), de services rendus (ex : attractivité territoriale, bien-être..) à des approches économiques).

- 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 ?

<sup>22</sup>Technology Readiness Level



- 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 ? Quelles nouvelles méthodes innovantes d'analyses multi-critères ?
- Quels sont les modèles socio-économiques en termes de production-consommation durable, d'économie circulaire, d'écologie industrielle, de préservation des ressources naturelles, de bénéfices éco-systémiques, de services d'informations environnementales ? Comment les caractériser et quelles méthodes ? (intégration d'approches incluant les aspects économiques (monétarisation) ou pré-réglementaires couplées à l'acceptabilité, l'attractivité urbaine ou territoriale...), comment les déployer (qui finance, qui opère et gère, pour qui ?)

- *Sous-thème 2 : Technologies pour le bouclage des 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 finaux » vers le concept de « nouvelles matières premières » ou de « valorisation de produits ». Le programme aura pour ambition d'augmenter significativement l'intensité de R&D dans ce secteur, avec notamment un renforcement des recherches académiques ou des transferts de technologies issues d'autres domaines, afin de favoriser des ruptures technologiques. Il s'agit d'intensifier l'effort principale sur les filières à fort enjeu de forte valeur ajoutée potentielle (métaux stratégiques, plastiques, caoutchoucs, produits à haute valeur ajoutée, etc.) ou d'anticiper de nouvelles filières (ex : de la réutilisation des eaux et des boues de traitement).

Les problématiques scientifiques se structurent autour de deux axes :

- De nouvelles approches de filières déchets depuis la collecte en passant par la gestion, le traitement puis valorisation des déchets associant des technologies innovantes (transfert des TIC...) à des approches urbaines ou territoriales de filières et augmentant l'efficacité énergétique et environnementale des filières. Ces approches nécessiteront une meilleure connaissance de la « ressource déchet » : gisement hétérogènes, composition évolutive, assemblages complexes, flux et stocks pour mieux anticiper le développement des filières.
- Les verrous technologiques sur l'ensemble de 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 (pour une collecte innovante voire personnalisée, la gestion, le traçage, le tri automatisé, etc...), de la robotique, de la photonique, des biotechnologies (ex : valorisation de substances à haute valeur ajoutée) etc. seront particulièrement recherchés.

### **Axe thématique 2 : Services et technologies pour le changement environnemental**

Cet axe traite des besoins pour suivre et prévoir les changements et aléas environnementaux de différentes origines : pollutions locales ou diffuses (air, eau, sol), érosion de la biodiversité, variabilités et changement climatiques, gestion des risques naturels. D'autre part, les effets du changement environnemental impliquent également une action de recherche technologique orientée à la fois vers la réduction de risques, l'adaptation et la remédiation de certains impacts. L'objectif principal de cet axe est de focaliser la R&D sur les marchés du futur pour les éco-industries.

### *Sous-thème 1 : Monitoring et prévision de l'environnement*

Il s'agit de développer une palette de technologies et de services innovants permettant de surveiller les systèmes, prévoir leurs évolutions et gérer les risques et crises en favorisant des approches intégratives. Un renforcement du leadership français dans le cadre européen GMES<sup>23</sup> ou international GEOSS<sup>24</sup> est notamment visé dans un contexte ecoindustriel en forte émergence.

Dans le domaine du monitoring, 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 (notamment en continu et in situ) et d'outils de validation, de gestion et d'interprétation des bases de données environnementales. L'abaissement des coûts de mesure et l'augmentation du flux de données sont également des enjeux majeurs. C'est un champ d'innovation très diversifié impliquant de nombreuses PME, où les **transferts de technologies issues des TIC** (robotique/drônes/biomimétisme, Big data...) **ou de l'observation spatiale seront particulièrement fléchés**. Tous les milieux environnementaux sont concernés : eau, air et sols. Les approches pluridisciplinaires, incluant géophysique, chimie, microbiologie, biologie seront recherchées.

Dans le domaine de la prévision, il est attendu le développement de service [pré]-opérationnel de la qualité de l'environnement, de prévention des risques naturels ou anthropiques, y compris pour la gestion d'événements extrêmes (pollutions, floraisons toxiques, allergènes, crues, surcotes, feux, tempêtes, sécheresses, canicules, etc...). Ceci nécessite de mettre en place des systèmes intégrés allant de l'assimilation de données hétérogènes à des ensembles de prévision et un couplage à des systèmes d'alertes, en lien avec les acteurs concernés. Selon les domaines, les systèmes prévisionnels privilégieront des périodes allant de quelques jours à quelques mois, et sur des zones spatiales pouvant aller d'une ville à une grande région, voire l'Europe.

### *Sous-thème 2 : Adaptation et remédiation environnementale*

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, eaux souterraines, etc.). Certaines de ces problématiques n'ont pas encore de marché structuré, ni de modèle économique viable, mais constituent les véritables challenges scientifiques et technologiques pour l'avenir. Ce thème vise à faire évoluer le concept de « traitement curatif », vers des concepts plus systémiques de « remédiation durable » 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.

Le programme vise notamment la conception de systèmes ou technologies de traitements (remédiation ?) intégrant l'ingénierie écologique<sup>25</sup> au sens d'aménagements ou de gestion durables, adaptatifs ou multifonctionnels, basés sur les mécanismes qui gouvernent les écosystèmes naturels. Il s'agit de dépasser l'empirisme et la compréhension de processus pour fonder les bases d'une ingénierie de pratiques. Sont particulièrement visées, les zones

<sup>23</sup> Global Monitoring for Environment and Security, <http://www.gmes.info>

<sup>24</sup> Group on Earth Observations, <http://www.earthobservations.org>

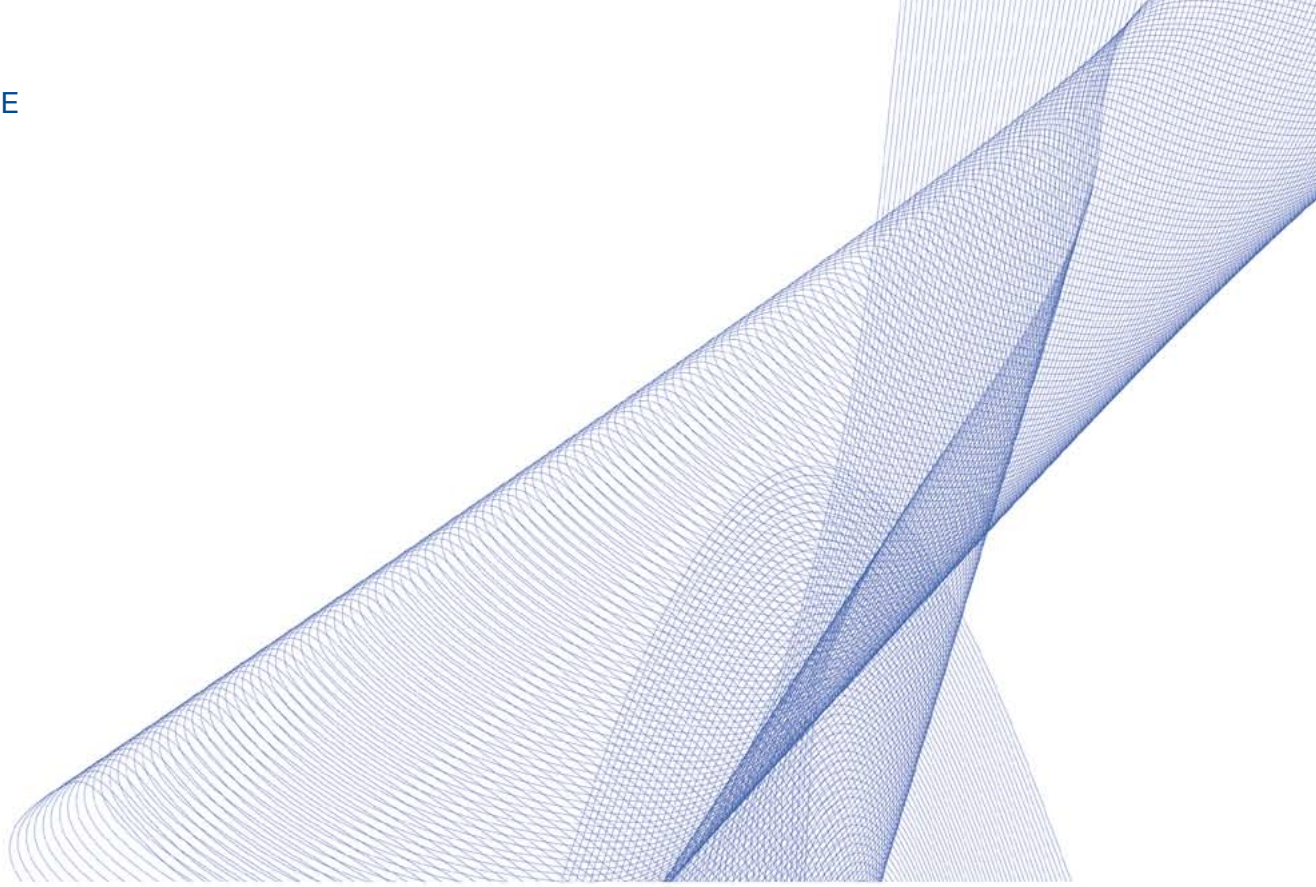
<sup>25</sup> « désigne la gestion de milieux et la conception d'aménagements durables, adaptatifs, multifonctionnels, inspirés de, ou basés sur, les mécanismes qui gouvernent les systèmes écologiques. L'ingénierie écologique est l'utilisation, le plus souvent in situ, parfois en conditions contrôlées, de populations, de communautés ou d'écosystèmes dans le but de modifier une ou plusieurs dynamiques biotiques ou physicochimiques de l'environnement dans un sens réputé favorable à la société et compatible avec le maintien des équilibres écologiques et du potentiel adaptatif de l'environnement » (CNRS 2007: Programme d'Ingénierie écologique Séminaire Cargèse )



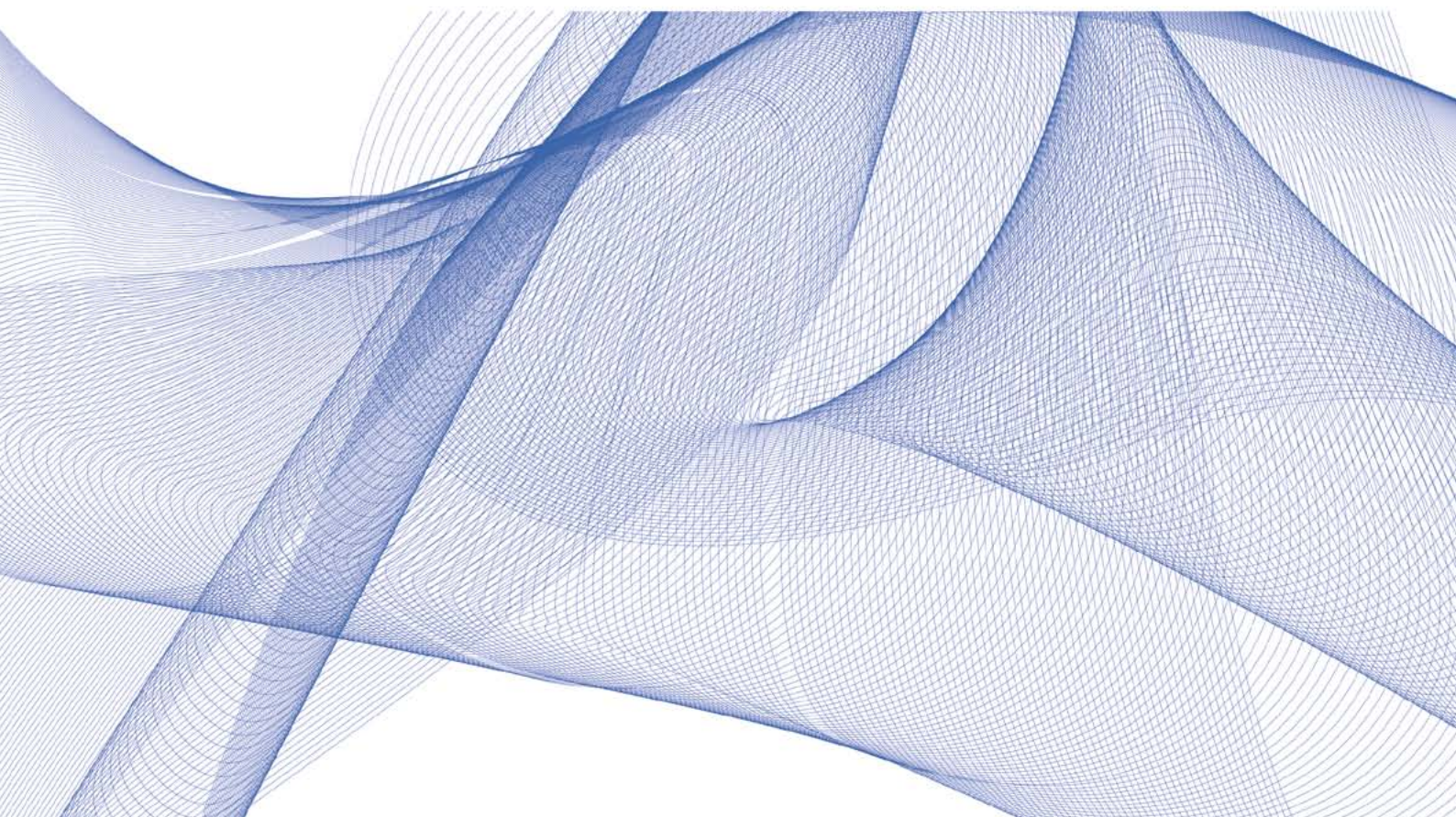
polluées de manières diffuses (ex : POPs, etc.), les remédiations intégrées à l'échelle de bassins versants, les zones littorales, etc.

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, de la chimie et des nanotechnologies pour viser des sauts de performances techniques ou économiques. Dans le domaine de l'eau, seront pris en compte les projets portant sur des ruptures liées à la conception de la « station de traitement d'effluents du futur » intégrant notamment la notion de valorisation de matières premières issues du traitement (N, P, etc...) et d'efficacité énergétique.





**DÉVELOPPER  
UNE AGRICULTURE  
ET UNE ALIMENTATION DURABLES**



## Programme : AGROBIOSPHERE

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

#### Résumé :

Ce programme fait suite à l'Atelier de réflexion prospective ADAGE sur l'adaptation au changement climatique (2009) et aux réflexions du Comité de pilotage lors des deux premières éditions. Il s'intéresse aux écosystèmes productifs aux échelles locales.

La biosphère connaît et connaîtra des évolutions globales importantes (changement climatique, pression sur la biodiversité, perturbation des grands cycles biogéochimiques) auxquelles elle s'adaptera. Les systèmes productifs, l'agrobiosphère et les écosystèmes marins et aquatiques continentaux, ainsi que les territoires et les ressources qu'ils comportent devront aussi s'adapter à d'autres contraintes : raréfaction 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. Ce contexte est propice à des crises, que la recherche peut contribuer à anticiper. Il faut **ménager des transitions vers des systèmes productifs inévitablement intensifs en certaines ressources, en particulier les fonctionnalités naturelles des écosystèmes, mais aussi durables**. Ces transitions doivent être raisonnées en favorisant l'adaptation aux changements globaux. Le programme vise donc à **offrir des voies de sortie technologiques, économiques et sociales aux problèmes de la viabilité et de l'adaptation des écosystèmes productifs et des ressources face aux changements globaux**.

#### Mots clés :

Changement global, changement climatique, sécheresse, raretés des ressources, 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, plan Ecophyto 2018, gestion intégrée des ressources en eau, bassins versants, TIC.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : l'appel a été réalisé en 2011 et 2012. **Il est prévu en 2013 et est envisagé pour 2014 en raison de son importance stratégique et du soutien de la profession agricole.**

- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme national et ouvert à l'international
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes 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 (Sociétés et changements environnementaux) s'intéresse aux échelles continentales et que le programme qui porte sur les adaptations génétiques (Bioadapt) s'intéresse aux échelles relatives aux espèces (populations, espèces, échelle moléculaire).
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** :  
Les articulations sont très ponctuelles et se situent à l'échelle des programmes internes essentiellement du labex « Agronomie » de Montpellier. La thématique de Agrobiosphère n'a pas été prise en compte spécifiquement dans les Investissements d'avenir.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

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.

### Résultats et impact espérés

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 » poursuit dans cette direction et vise à :

- Favoriser le développement des connaissances interdisciplinaires à l'interface entre sciences biophysiques appliquées à la gestion des écosystèmes et des territoires (agronomie, écologie, sciences du végétal et de l'animal), sciences de l'environnement et de la terre (climatologie, biogéochimie) et sciences humaines et sociales, tout en permettant une mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus ;

- Faire émerger des connaissances axées sur les liens entre climat, utilisation des terres, cycles biogéochimiques, performances économiques, sociales et environnementales des systèmes de production (agricoles, aquacoles, forestiers), gestion et gouvernance des territoires ;
- Permettre d'élaborer des modèles réalistes, intégrant le comportement des sociétés, d'évolution des écosystèmes et des territoires dans un contexte de changements globaux pour poursuivre l'effort entrepris sur la voie de l'intensification écologique des systèmes de production en le complétant par un effort d'adaptation de ces systèmes.

Des résultats sont particulièrement attendus dans les domaines suivants :

- l'adaptation au changement climatique et en particulier aux évènements extrêmes ;
- la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de séquestrer durablement du carbone dans les écosystèmes ;
- la nécessité de limiter les pertes de biodiversité et, à plus long terme, de rétablir et d'enrichir celle-ci ;
- plus généralement, la nécessité de réduire fortement les atteintes à l'environnement, notamment en matière de pesticides (Plan Ecophyto 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 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.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **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 laps 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 et de compétitivité**

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**

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 et au capital humain**

Les techniques « écologiquement intensives » demandent plus d'emplois qualifiés : 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.

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 tient aux 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, telles 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 permettront **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 2014 dans le cadre d'« 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 d'écologie de la production sous contraintes de viabilité et d'adaptation ;
- les besoins en « écologie synthétique », c'est-à-dire en ingénierie capable de reconstituer des écosystèmes viables dans des situations extrêmes de fragilisation d'écosystèmes ;
- le besoin d'évaluation des coûts d'adaptation sur une 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 visée dans les appels à projets

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. En termes de TRL, les recherches se situent entre le niveau 1 et 5.

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

Le programme est ouvert au 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. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

- **Adaptation des écosystèmes cultivés, des territoires et 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 en facilitant une adaptation au changement climatique. La prise en compte des risques associés à l'augmentation de la 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, des couverts végétaux, des interactions dynamiques entre espèces (modélisation prédictive) et 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 item est destiné à poursuivre l'effort de recherche entrepris dans SYSTERRA.

- **Accompagnement institutionnel et économique de la mutation vers des écosystèmes productifs plus adaptés au changement global**

Cet axe est destiné à mieux connaître les coûts d'adaptation aux changements environnementaux globaux et aux changements économiques et sociaux. 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 est encouragée.

- **Gestion intégrée des eaux d'un bassin versant dans l'hypothèse de la réduction des ressources**

La sécheresse du printemps 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.

- **Accompagnement du plan Ecophyto 2018 par la recherche.**

Dans le cadre de la répartition des responsabilités entre opérateurs dans la mise en œuvre du plan, l'ANR a financé en 2012 les recherches sur les alternatives phytosanitaires fondées sur l'utilisation de fonctionnalités écologiques et biologiques des écosystèmes et des végétaux. Cette orientation se poursuivra en 2013.

- **Agroécologie et élevage écologiquement intensif de précision**

Afin de relayer l'Eranet ICT-Agri dont l'avenir n'est pas certain, ce domaine est destiné à offrir la possibilité à des équipes françaises d'explorer les applications des technologies de l'information et de la communication à l'agriculture et à l'élevage, mais dans une optique d'accompagnement de pratiques « écologiquement intensives ». Il s'agit là d'un domaine important d'amélioration de la productivité.



# **RURAGRI – ERA-Net**

## **Le défi de la durabilité : les nouvelles relations entre l'agriculture et le développement des zones rurales en Europe**

### **Objectifs**

Le programme RURAGRI vise à améliorer la coordination entre les programmes de recherche dans le domaine des relations entre zones rurales et agriculture en Europe dans une perspective de durabilité. Six domaines thématiques croisés ont été identifiés :

- Trois priorités de recherche : les services écosystémiques et les biens publics, le développement socioéconomique, les usages de l'espace et l'aménagement rural,
- Trois domaines transversaux : la diversité, les relations urbain – rural, la gouvernance.

### **Enjeux**

L'agriculture européenne dépend beaucoup de la PAC. Cette politique a des conséquences fortes en matière de production, de productivité et de compétitivité, mais aussi sur le nombre d'exploitations agricoles, sur les revenus, l'emploi, l'environnement, le bien-être dans les zones rurales, la qualité des services environnementaux et la qualité des paysages. Si les agricultures et zones rurales en Europe sont très diverses (particulièrement en ce qui concerne les tailles des exploitations et l'intensité des activités rurales), beaucoup d'aspects confèrent à l'agriculture européenne des spécificités qui la distinguent des autres. L'enjeu est, dès lors, de mieux comprendre la place de chacun des biens et services fournis par l'agriculture dans les économies européennes, ainsi que leurs relations aux sociétés et à l'environnement afin de concevoir des politiques publiques plus cohérentes.

### **Partenaires internationaux**

Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Hongrie, Israël, Italie, Irlande, Ecosse, Espagne, France, Lettonie, Lituanie, Pays-Bas, Pologne, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie.

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

Pour la France, l'INRA participe à l'élaboration des appels à projets. L'ANR est partenaire financeur.

### **Années pour lesquelles le programme est prévu**

Le programme RURAGRI a été conçu pour durer, mais un seul appel à projets a été envisagé à ce stade. Il a été lancé en 2012 pour un financement en 2013, mais il pourrait connaître une suite, en cas de succès, en 2014.

## Programme : Systèmes alimentaires durables

### Résumé :

Le programme a pour objectif d'inciter à la construction de systèmes durables de production, de distribution et de consommation des aliments, en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs, ainsi que la protection des écosystèmes, dans un contexte de changements globaux (changement climatique, raréfaction et renchérissement de l'énergie, volatilité des prix et variabilité des matières premières, urbanisation et augmentation de la population mondiale). Il s'articule autour de deux axes. Le premier concerne l'accès de tous à une alimentation durable de qualité. Il s'attachera à améliorer l'accessibilité des produits en termes de disponibilité, de prix d'achat, de praticité et service, tout en maintenant leurs qualités, en plaçant le consommateur, et de manière plus large le citoyen au cœur des investigations. Le deuxième 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 multi-filières (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, goût, industrie alimentaire, filières alimentaires, biodiversité, procédés, consommation, consommateur, citoyen, conception intégrée, éco-conception, accessibilité, distributeur, producteurs, réingénierie, qualité des aliments, sécurité alimentaire, sécurité sanitaire, formulation, interdisciplinarité, environnement, développement durable, politiques alimentaires, analyse de cycle de vie.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 - 2012 – 2013
- **Type de programme** : affichant des axes ouverts ou partenariaux
- **Dimension internationale du programme** : Programme national
- **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 d'intégrer la notion de développement durable dans les productions alimentaires. Le programme ALID a 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). La 3<sup>ème</sup> édition ne propose pas de modification majeure dans l'appel.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Les enjeux écologiques et environnementaux sont fortement liés à ceux des programmes Agrobiosphère et Contaminants et Environnements (CESA). Dans la composante « écosystèmes » du programme ALID, 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.

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

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

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

Le programme « Systèmes alimentaires durables » propose une approche systémique intégrée et transdisciplinaire 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. Les projets devront proposer des solutions alternatives ou aller jusqu'à des innovations de rupture au travers d'approches de réingénierie. L'enjeu est de proposer des produits sûrs et sains, diversifiés, aux goûts multiples et appréciés, avec une composition nutritionnelle optimisée, pratiques, accessibles en termes de disponibilité, de prix d'achat, de praticité de service, tout en préservant l'environnement.

### **Résultats et impact espérés**

Pour la première édition du programme ALID, 7 ont été financés, dont les consortia sont composés à 37,7 % de partenaires privés (soit 20 TPE-PME, grandes entreprises et centres techniques). Les partenariats regroupent de 3 à 14 partenaires, soit en moyenne 7,5 partenaires, les aides apportées à ces projets vont de 515 k€ à 1023,5 k€. Les 4 projets financés dans l'axe 1 « Accès de tous à une alimentation durable de qualité favorable à une meilleure santé » sont orientés sur l'amélioration de la qualité sanitaire des produits, la maîtrise des risques induits par des contaminants d'origine biologique ou chimique, la valorisation de co-produits avec un bénéfice santé pour la prévention des désordres métaboliques associés à l'obésité. Les 3 projets financés dans l'axe 2 « Conception de filières agro-alimentaires plus durables » visent soit à développer une approche filière qui va de la production à la commercialisation des produits en passant par leur transformation, dans le cadre de productions locales ou localisées et soit à étudier les comportements d'achat des consommateurs vis-à-vis de l'offre alimentaire et des modes de distribution.

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 ;
- l'émergence d'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 ;
- une meilleure ouverture internationale des activités des équipes de recherche françaises.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - 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 sanitaire 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 des aliments en prenant en compte notamment la compétitivité des entreprises et la satisfaction des exigences des consommateurs.

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

L'enjeu est de promouvoir des productions industrielles alimentaires respectueuses des environnements et de favoriser l'export vers d'autres pays où les consommateurs sont extrêmement sensibles à des critères éthiques comme 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. Par conséquent, 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) et d'adéquation des structures de production et de transformation au développement durable.

- **Enjeux de productivité et de compétitivité**

En France, l'alimentaire décroche la deuxième place des secteurs industriels, derrière l'automobile. Le secteur alimentaire français est également fortement représenté au niveau européen et mondial. 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 variation avec une exigence en termes de réassurance et de qualité toujours plus forte. La nouvelle programmation devra conduire à une valorisation des bénéfices environnementaux par le marché (prix plus élevés) et/ou le contribuable (politiques publiques de soutien). Introduire la notion de durabilité au sein de la chaîne alimentaire dans une approche bénéfices-risques permettra à l'industrie alimentaire et 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).

## **2.2 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 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 au changement climatique (nouveaux dangers chimiques, virologiques ou parasitaires), ainsi que la maîtrise des risques liés à l'utilisation des nanotechnologies, en proposant une traçabilité des nanoparticules au sein des matrices alimentaires et du tractus digestif.

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

Le programme devrait encourager la valorisation d'un mode alimentaire à la française, par la conservation des savoir-faire patrimoniaux.

## **2.3 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 le « recouplage » des systèmes de production (agriculture, élevage, forêts) pour obtenir des économies de gamme.

- **Ecosystèmes**

La diversification des sources de matières premières pour de nouveaux ingrédients pourrait être un encouragement à la diversification des productions agricoles ou aquacoles et par conséquent, à une augmentation de la biodiversité des systèmes anthropisés. Cela pourrait accompagner la nécessaire prospective sur la mutation de l'agriculture liée au réchauffement climatique. Les enjeux écologiques et environnementaux sont fortement liés à ceux des programmes Agrobiosphère et Contaminants et environnement.

- **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 gros consommateurs d'emballages spécifiques qui sont rejetés soit par des industries secondaires (Restauration collective) ou par les consommateurs. De gros efforts de recherche sur la minimisation des quantités de déchets et sur l'aptitude au recyclage tout en améliorant les propriétés nécessaires pour la préservation des aliments sont à réaliser.

- **Risques naturels et risques industriels**

Ce programme vise une approche globale des risques en incluant les éléments suivants : toxicologie et écotoxicologie, production sécurisée, maîtrise du cycle de vie en particulier pour les matériaux de dimension nanométrique, soit produits en quantité dans des processus industriels de production de matériaux de plus grande 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,
- de la Loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche,
- du Programme National pour l'Alimentation,
- du Plan Obésité,
- du Grenelle de l'environnement,
- du Plan National Santé Environnement,
- 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 débute et va soumettre 2 appels à projets (prévus en 2013 et 2014). L'ANR est impliquée dans la coordination du Work Package 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 visée dans les appels à projets**

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

- **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**

Financement ANR seul.



## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

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

Les projets proposés dans cet axe doivent placer le consommateur, et de manière plus large le citoyen, au cœur des investigations, en particulier en améliorant l'accessibilité des produits en termes de disponibilité, de prix d'achat, de praticité et service, tout en maintenant leurs qualités.

Considérant que la durabilité du système alimentaire repose sur les trois dimensions qui lui sont associées : la préservation de l'environnement, l'efficacité économique et la dimension sociale (voir 1.1 - Le contexte), les projets doivent couvrir au moins deux dimensions du développement durable. Ils doivent avoir pour objectif de résoudre un ou des points critiques, et/ou verrous.

Par ailleurs, les projets doivent permettre d'augmenter les capacités d'anticipation, de réaction, de performance et de résilience de l'ensemble de la chaîne 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.

#### **Axe thématique 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 multi-filières (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 devront proposer des solutions alternatives ou aller jusqu'à des innovations de rupture au travers d'approches de réingénierie, afin d'aboutir à la conception de filières ou de systèmes agro-alimentaires plus durables.

Dans ce cadre, la démarche doit notamment permettre d'intégrer la variété et la variabilité des matières premières, d'optimiser les formulations, les procédés et les emballages, la consommation des fluides (énergie, eau), la maîtrise sanitaire des productions végétales ou animales, les modes de distribution et d'usage des produits alimentaires, et la compétitivité industrielle.

#### **Preuves de concept**

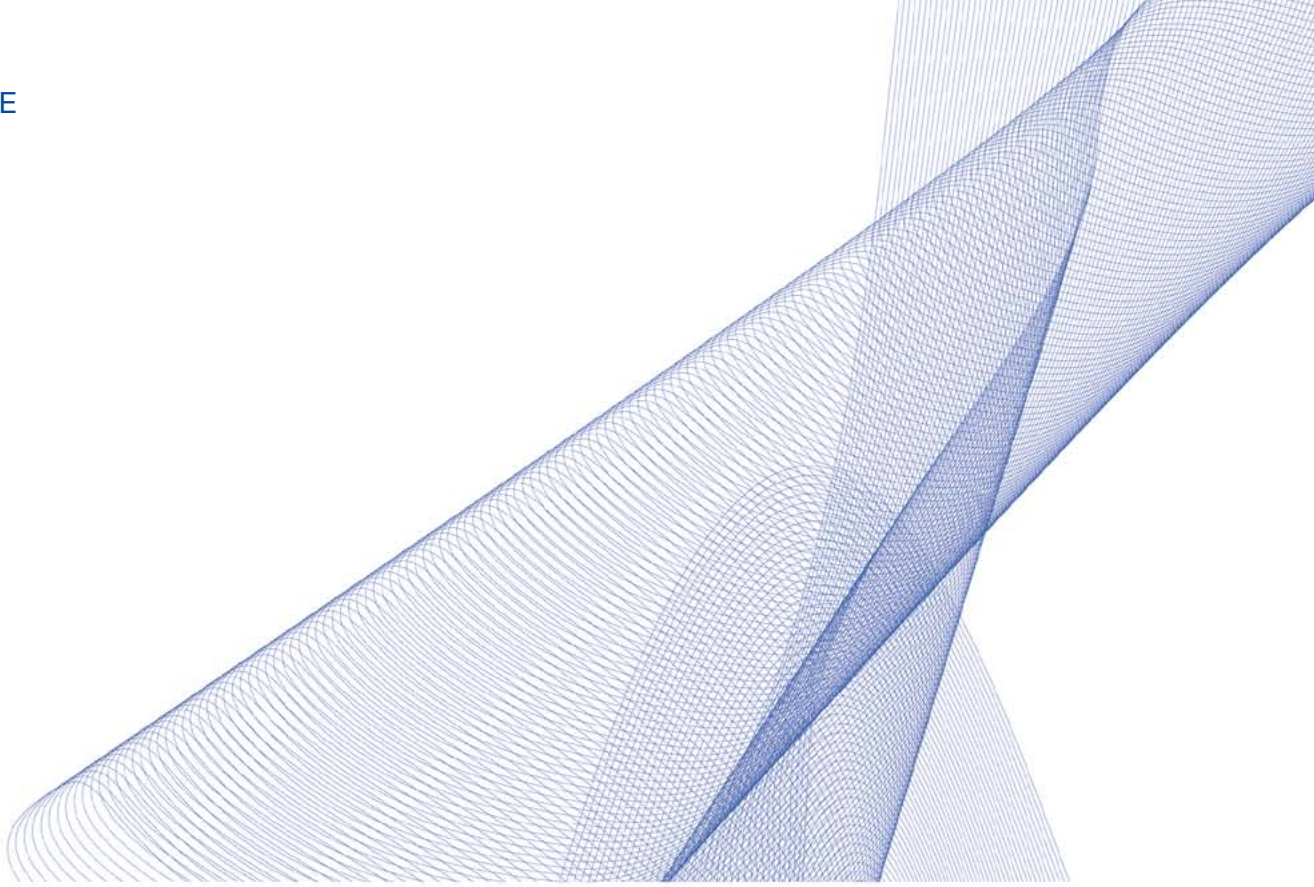
Afin de favoriser la prise de risque scientifique, l'appel à projets ALID 2013 encourage également la soumission de projets à haut risque, innovants et multidisciplinaires, de taille modeste, ayant pour objectif de faire les preuves de nouveaux concepts.

Ces projets ont pour objectif de démontrer la faisabilité d'une idée ou d'une méthode en résolvant une étape importante ou en levant un verrou pour la réalisation d'un projet plus vaste. Ils doivent avoir une durée limitée (12 à 24 mois) et un budget réduit (inférieur à 300 k€). Le dossier proposé comme preuve de concept doit mettre en perspective celle-ci dans le cadre d'un projet global, tant dans ses objectifs que dans son programme d'actions.

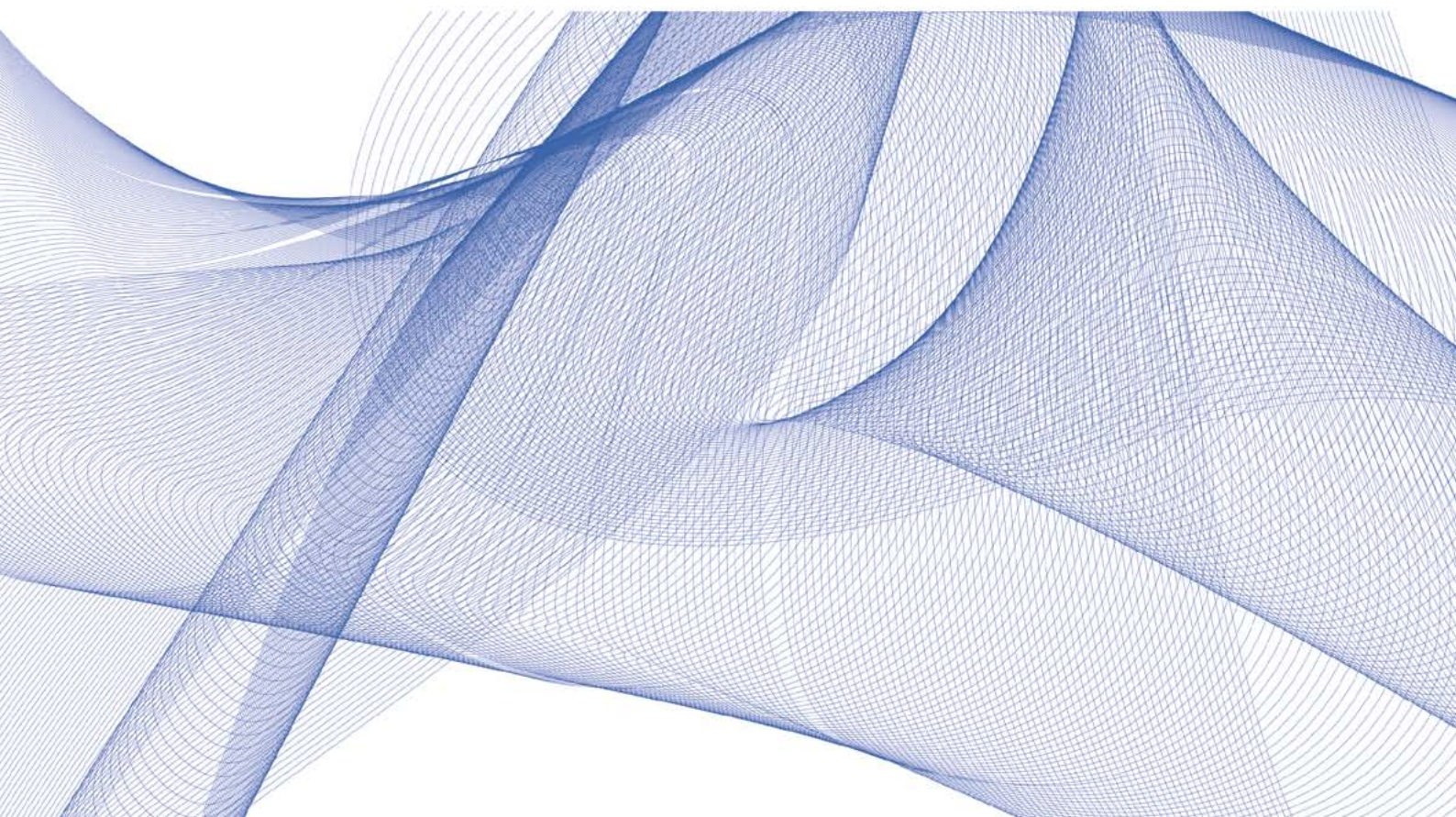


# LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE





# **DÉVELOPPER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'ÉNERGIE**



## Programme : Systèmes Energétiques Efficaces & Décarbonés (SEED)

### Résumé :

Le programme SEED (Systèmes énergétiques efficaces et décarbonés) a pour objectif de stimuler les recherches dans le domaine de l'efficacité énergétique dans les équipements et les systèmes industriels, les équipements climatiques du bâtiment, notamment pour les futurs bâtiments à basse consommation, 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 énergétique, 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 en France d'ici 2050.

Axe 1 : Efficacité et soutenabilité des systèmes énergétique de l'industrie.

Axe 2 : Efficacité énergétique des équipements climatiques du bâtiment.

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 thermiques, composants électriques, chaleur fatale, transport de chaleur, stockage de l'énergie thermique, équipements climatiques du bâtiment, captage CO<sub>2</sub>, post-combustion, oxy-combustion, pré-combustion, stockage géologique de CO<sub>2</sub>, stockage géologique d'hydrogène, valorisation énergétique du CO<sub>2</sub>, minéralisation CO<sub>2</sub>.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme ouvert à l'international
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** : le programme SEED a de nombreuses interfaces avec des programmes en cours. Dans le domaine de l'énergie, il s'intéresse au développement des briques technologiques pour les équipements climatiques du bâtiment, l'intégration d'ensemble étant dans le périmètre du programme Villes et Bâtiments Durables ; il est aussi en interface avec le programme Bio-Me pour les aspects de valorisation du CO<sub>2</sub>. Hors énergie,



l'acceptation sociétale du captage et stockage du CO<sub>2</sub> est abordée dans le programme Sociétés Innovantes. Il existe également des interactions avec les programmes STIC pour les aspects modélisation et optimisation de l'efficacité énergétique, avec le programme CD2I pour la valorisation du CO<sub>2</sub> en produits chimiques et avec le programme ECO-TS pour l'économie circulaire.

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

Le programme SEED est concerné par plusieurs projets financés par les Investissements d'avenir : notamment deux IEED (Institut d'Excellence en Energie Décarbonée), et, dans une moindre mesure, plusieurs Equipex et Labex.

INDEED est un 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 du recyclage. Projet fédérateur des compétences de R&D et d'un tissu industriel particulièrement riche en Rhône-Alpes, disposant d'une concentration d'équipements de haut niveau, il doit accélérer l'émergence de filières industrielles compétitives, innovantes et durables.

GEODENERGIES est un second IEED qui a pour objectif principal le développement des briques technologiques pour favoriser l'émergence de trois filières industrielles consacrées à l'exploitation et la gestion des ressources du sous-sol au service des énergies décarbonées : le stockage de CO<sub>2</sub>, le stockage d'énergie et la géothermie (chaleur et électricité). Implanté à Orléans en Région Centre, il associe de nombreuses entreprises et organismes de recherche.

En complément, plusieurs Labex et un Equipex concernent partiellement les domaines d'activités du programme :

- le Labex Solstice qui porte sur le solaire à concentration et vise à développer des procédés solaires de valorisation de la chaleur basse température pour la climatisation de l'habitat, et des procédés photochimiques de dépollution de l'eau ;
- le Labex Voltaire qui a pour ambition de construire une véritable task force d'envergure européenne en prise avec les problèmes sociétaux majeurs d'aujourd'hui et de demain que sont l'accès aux ressources minérales et énergétiques, l'usage et le conflit d'usage des aquifères ;
- le Labex Charmmmat sur la chimie des architectures moléculaires multifonctionnelles et des matériaux ;
- L'Equipex Socrate qui s'inscrit dans les recherches sur les énergies alternatives, dans le domaine de l'énergie solaire thermique et à concentration, en s'appuyant sur les installations solaires existantes d'Odeillo Font Romeu et de Targassonne.

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 proposition et la prise en charge des projets collaboratifs innovants proposés dans le cadre du programme ANR SEED, comme on le constate d'ores et déjà dans l'Appel à projets SEED 2012.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

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, tout en minimisant l'empreinte écologique des solutions retenues. Il vise aussi à développer des équipements énergétiques efficaces pour le bâtiment, et notamment pour les futurs bâtiments à basse consommation. Enfin, il vise 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 énergétique.

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 diminution des émissions de GES.

### **Résultats et impact espérés**

Les programmes ANR visant à améliorer l'efficacité énergétique de l'industrie ont démarré en 2009. Le programme sur le stockage de l'énergie (2007 – 2010) a permis l'émergence de projets innovants visant à stocker la chaleur pour l'habitat et l'électricité. Le programme « captage & stockage du CO<sub>2</sub> » mené de 2005 à 2008 a permis à la communauté française de se structurer et de préparer la mise en place de pilotes et démonstrateurs de recherche.

Les résultats attendus du programme portent, dans le domaine de l'efficacité énergétique pour l'industrie et la production d'énergie, incluant le solaire thermodynamique, sur le développement de modèles adaptés, l'amélioration des performances des systèmes industriels à forte consommation énergétique, ainsi que de leurs composants thermiques et électriques, leur conduite et leur pilotage optimisés en fonction notamment des productions d'énergies intermittentes, le stockage de chaleur haute température.

Dans le domaine des équipements climatiques du bâtiment, sont attendus l'amélioration de solutions existantes, la conception d'équipements innovants, spécialement pour les futurs bâtiments à basse consommation ou à énergie positive, notamment de cogénération, éventuellement tritherme et permettant d'effacer la pointe électrique.

Dans le domaine captage et stockage du CO<sub>2</sub>, on vise à promouvoir des recherches en accompagnement des démonstrateurs mis en place en France et dans le monde, afin de permettre à cette technologie de diminuer ses coûts, d'augmenter son efficacité énergétique, de permettre des stockages sûrs avec les moyens de surveillance adéquats. Enfin, la valorisation énergétique du CO<sub>2</sub> est une technologie émergente nécessitant un important effort de recherche.

Les impacts espérés du programme SEED sont de diminuer les quantités d'énergie utilisées dans l'industrie, ainsi que les rejets de CO<sub>2</sub>, à qualité de service rendu égal, de valoriser les énergies perdues, de développer des équipements climatiques efficaces et adaptés aux bâtiments à basse consommation et de 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 énergétique possible.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1- Enjeux économiques**

Les enjeux 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 la plupart d'entre elles laissent craindre en effet une importante augmentation future des prix. Les industries qui en dépendent ont donc tout intérêt, si elles veulent perdurer, à investir pour être moins dépendantes, réduisant aussi leur empreinte CO<sub>2</sub>. Le secteur du bâtiment, résidentiel et tertiaire, représente la principale source de dépenses énergétiques en France et des efforts importants vont être effectués pour en diminuer la consommation, nécessitant la mise au point d'équipements de climatisation et de ventilation efficaces en terme d'énergie et de confort. La facture énergétique extérieure française en sera aussi diminuée et la compétitivité de l'économie française, moins dépendante des coûts de l'énergie, améliorée.

La croissance du marché des écotecnologies 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 énergétique avec des leaders industriels en matière de production et de distribution. Il existe également un 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.

## 2.2 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. 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 tout en continuant à disposer d'une disponibilité énergétique importante.

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. 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 (incluant l'énergie) et 24 % par le secteur habitat/tertiaire.

Dans ce contexte, le Grenelle de l'Environnement a assigné 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 et diminuer l'impact sur l'environnement. Le captage et stockage du CO<sub>2</sub> devrait permettre de continuer à utiliser les combustibles fossiles tout en en supprimant les émissions de GES, 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 » ;
- la conception et optimisation globale des bâtiments et la gestion des systèmes urbains sont traitées par le programme « Villes et Bâtiments Durables », seul le développement des équipements énergétiques pour le bâtiment est pris en compte dans 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 ; le solaire thermodynamique relèvent de 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 non énergétique du CO<sub>2</sub> est dans le programme CD2I.

Les priorités du programme SEED – efficacité énergétique et captage/stockage/valorisation du CO<sub>2</sub> – sont en accord avec les priorités fortes du 7ème PCRD. Pour 2013, le document d'orientation du PCRD ne cible pas l'efficacité énergétique dans le bâtiment ; il cible par contre les équipements urbains innovants de climatisation, ainsi que les changements d'échelle des procédés de captage de CO<sub>2</sub>, le développement de technologies de captage innovantes et la minimisation de leurs impacts environnementaux, la remédiation aux fuites potentielles en stockage. Le programme SEED 2013 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 ».

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à toute coopération internationale, notamment dans le domaine du captage et stockage du CO<sub>2</sub>.

## 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. Toutefois les gains résiduels possibles, en utilisant les meilleures technologies et le meilleur pilotage, restent appréciés autour de 20 à 25 % dans les pays développés, et atteindraient 35 % dans les pays émergents. Cela nécessite une remise en cause des concepts, des approches innovantes tenant compte de nouvelles contraintes ou de l'intégration dans un système plus vaste (sur un grand site industriel par exemple). Il est aussi nécessaire de mettre au point des composants innovants, permettant de valoriser les importantes quantités de chaleur perdue et de la stocker.

Pour développer ces approches qui dépassent l'incrémental, il est indispensable que la recherche académique nationale se mobilise, en partenariat avec le monde industriel.

L'efficacité énergétique dans les bâtiments est un enjeu majeur du futur. Afin de fonctionner de manière optimale, de nouveaux équipements, peu consommateurs, permettant éventuellement la cogénération et la régulation de l'électricité, vont devoir être développés. La mise au point de stockage de chaleur à différentes échelles de temps en sera un levier important. Le marché correspondant, à caractère technologique, doit être une opportunité pour l'économie française, et permettre le lancement de PME.

La viabilité économique du captage du CO<sub>2</sub> (cible de 20 € la tonne de CO<sub>2</sub> évitée) nécessite 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 accompagnement des opérations pilotes actuellement en cours ou programmées dans le monde. La valorisation ultérieure du CO<sub>2</sub> est un objectif émergent. 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.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme vise à soutenir des recherches à caractère technologique ayant un TRL compris entre 1 et 4, complémentaires des actions menés par l'ADEME ou par OSEO (notamment dans le cadre du FUI).

- **Type de recherche et de partenariat**

Le programme encourage principalement la recherche industrielle partenariale public-privé, mais aussi des projets au partenariat purement académique ou de recherche fondamentale pour défricher les parties plus amont du périmètre.

- **Participation au financement du programme**

Ce programme est exclusivement financé par l'ANR.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

Les axes et thèmes de recherche du programme SEED devraient subir en 2013 une évolution dans la forme par rapport aux années précédentes : l'efficacité énergétique et le transport, la valorisation et le stockage de la chaleur dans l'industrie seront regroupés dans le premier axe thématique ; les questions de recherche sur les équipements climatiques du bâtiment et stockage de la chaleur associé regroupés dans un second axe ; enfin le captage, stockage et valorisation du CO<sub>2</sub> restent inchangés dans l'axe 3, la valorisation énergétique du CO<sub>2</sub> étant intégrée au programme.

### Axe 1 : Efficacité et soutenabilité des systèmes énergétiques

- *Sous-axe 1.1 : Accroissement de l'efficacité des systèmes énergétiques*

Ce thème vise à l'optimisation des procédés et des systèmes énergétiques industriels, leur évaluation, leur modélisation, leur pilotage, leur maintenance dans une approche intégrée et systémique. Cela concerne, outre la production directe d'énergie (hors primaire nucléaire), toutes les activités à fort contenu énergétique, (fabrication du verre, du 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, ainsi que les équipements de pilotage associés. Les chaînes énergétiques renouvelables thermiques et thermodynamiques sont aussi concernées.

- *Sous-axe 1.2 : 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. Il s'adresse aussi bien aux composants électriques que thermiques, émetteurs ou récepteurs, éventuellement à leur substitution. Dans le domaine électrique sont concernés les moteurs, les turbines, la cogénération, les composants, l'induction... et dans le domaine thermique les composants à forte consommation énergétique (séchage, cuisson, broyage, four, chaudières, échangeurs, production de froid...).

- *Sous-axe 1.3 : gestion de la chaleur*

La chaleur, et notamment la chaleur bas niveau rejetée par l'industrie, constitue le principal gisement d'énergie perdu, susceptible d'être récupéré et valorisé. La chaleur peut aussi être d'origine solaire renouvelable, en plein développement. Cet axe vise à l'amélioration innovante des transferts thermiques, pompes à chaleur remontant le niveau thermique, électricité produite à bas niveau, cycles de Rankine organiques, transport et stockage de l'énergie calorifique, en vue d'une utilisation finale. Il prend aussi en compte les aspects de stockage de l'électricité sous forme pneumatique et thermique. Pour des raisons pratiques, le stockage souterrain d'hydrogène, maillon d'une chaîne de stockage de l'énergie par électrolyse de l'eau à partir d'énergies renouvelables en excès, développée dans le programme PROGELEC, est rattaché à ce sous thème. La problématique de la conception de nouveaux matériaux (super-isolants, matériaux à changement de phase, etc.) relève plus spécifiquement du programme Matériaux & Procédés.

**Axe thématique 2 : Efficacité énergétique des équipements climatiques du bâtiment :**

L'efficacité énergétique dans le bâtiment est un axe majeur des politiques énergétiques du futur et se situe en tant que tel dans le programme ANR Villes et Bâtiments Durables. Le développement d'équipements climatiques, à la fois dans un but d'efficacité énergétique et de confort est l'objet de cet axe du programme SEED.

- *Sous-axe2.1 : développement d'équipements climatiques pour le bâtiment*

Il s'agit de développer les équipements destinés à assurer les besoins de climatisation/qualité de l'air des bâtiments à très faible consommation énergétique et de favoriser l'intégration des énergies renouvelables, notamment solaire thermique. Sont concernées les pompes à chaleur, les microturbines, les chaudières, les systèmes de cogénération, permettant éventuellement d'agir sur la demande électrique, le rafraîchissement et le froid, les équipements de confort, les systèmes de ventilation...

- *Sous-axe2.2 : stockage de la chaleur*

Le stockage de la chaleur (ou du froid) est un composant potentiel essentiel de l'efficacité énergétique générale des bâtiments. 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 inter-saisonniers, tout en permettant la régulation de la consommation électrique.

**Axe thématique 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 énergétique de ce CO<sub>2</sub>. 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.

- *Sous-axe3.1 : 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 ACV, l'optimisation de la logistique sur toute la chaîne, les impuretés, l'accidentologie...

- *Sous-axe3.2 : 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'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-axe3.3 : 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. 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. Des remédiations aux difficultés qui pourraient survenir en cours d'exploitation doivent être proposées. D'autres types de formations géologiques alternatives peuvent être considérés (charbon, basaltes...), qui pourraient ouvrir des opportunités dans le futur.

- *Sous-axe3.4 : 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 applications visées dans ce sous thème sont les applications à fin énergétiques, notamment par hydrogénation du carbone, permettant de stocker des énergies renouvelables excédentaires par rapport aux besoins instantanés. La valorisation sans transformation ou par minéralisation du CO<sub>2</sub> est aussi sollicitée.

La valorisation par transformation biologique (microalgues, biocatalyse) relève du programme Bio-ME, la transformation chimique en produits à haute valeur ajoutée est traitée dans le programme CD2I.





## Programme : 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 l'hybridation et de l'intégration 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 cinq axes thématiques :

Axe 1 – Production photovoltaïque d'électricité

Axe 2 – Production d'électricité par effet thermoélectrique

Axe 3 – Vecteur hydrogène : électrolyse, stockage et piles à combustible

Axe 4 – Stockage électrochimique de l'électricité

Axe 5 – Systèmes et réseaux pour la production et le stockage.

### Mots clés :

énergie électrique, 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 et des systèmes, gestion de l'intermittence, systèmes et réseaux électriques intelligents

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 – 2012 - 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

Le programme est bâti en complémentarité avec les quatre autres programmes du département Energie durable de l'ANR : Systèmes Energétiques Efficaces et Décarbonés (SEED), Villes et Bâtiments Durables, Bio-Matériaux & Bio-Energies (BIOM&E), Transports Durables et Mobilité (TDM) mais aussi avec les programmes transversaux que sont :

- Sociétés Innovantes (notamment sur les nouveaux modèles d'innovation, les modèles économiques qui permettront l'émergence et la généralisation des nouvelles technologies de l'énergie) ;
- Mat&Pro et P2N, qui visent la conception et la mise au point de matériaux et de nano-matériaux aux propriétés particulières destinés à être intégrés dans des dispositifs de production et de gestion de l'électricité (cellules photovoltaïques, batteries, piles à combustible), relevant à ce stade du programme PROGELEC ;

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

Les appels à projets (Labex, Equipex, IEED, AMI ADEME) des Investissements d'avenir ont permis de financer un grand nombre de projets prétendants, s'intéressant aux questions de la production renouvelable et de la gestion de l'électricité. Seule une toute petite minorité des Labex et Equipex est centrée sur la problématique de l'énergie, beaucoup relevant d'une recherche générique sur les matériaux, ayant éventuellement des applications dans le domaine de l'énergie.

Sur le stockage électrochimique, on peut retenir le Labex STORE-EX et l'Equipex ROCK. Dans le domaine du photovoltaïque, un IEED « IPVF » (Institut Photovoltaïque Francilien), a été labellisé. Relèvent également partiellement de cette thématique les Equipex SOLSTICE (solaire) et Elorprintec (électronique organique, le Labex AMADEUS (électronique organique) mais surtout l'Equipex DURASOL (durabilité des systèmes solaires).

L'IEED « SuperGrid » (réseaux intelligents) vient compléter ce panorama.

Dans un domaine plus aval, visant la mise en place de démonstrateurs et de lignes pilotes de fabrication, les AMI ADEME ont également permis de lancer un certain nombre de projets, dont beaucoup se sont construits sur les acquis obtenus dans des projets ANR précédents. C'est notamment le cas du photovoltaïque, où 5 des 8 projets déjà financés dans le cadre des AMI s'appuient sur des travaux soutenus entre 2005 et 2009 par l'ANR. Il y a clairement une complémentarité entre ces projets AMI et les projets ANR, positionnés plus en amont sur des recherches en rupture, sur l'obtention de la preuve de concept et sur la démonstration en laboratoire.

Enfin, les projets d'instituts (Labex, IEED) retenus dans le cadre des Investissements d'avenir vont probablement renforcer et structurer l'offre de recherche sur trois thématiques couvertes par le programme PROGELEC (photovoltaïque, batterie et réseaux intelligents).

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

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. 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 ;
- améliorer l'intégration des énergies renouvelables dans le mix-énergétique.

### **Résultats et impact espérés**

Pour l'ensemble du programme, des résultats sont attendus principalement sur des solutions innovantes, économiquement compétitives, pour la production renouvelable, de

stockage et de gestion de l'électricité, mais aussi sur l'amélioration des performances de systèmes existants. Il s'agit notamment :

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

Ce programme doit permettre d'aider la France à atteindre les cibles du paquet Energie-Climat européen (20 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2020, tout en réduisant de 20 % la consommation de combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre) et les engagements du Grenelle de l'Environnement tout en permettant de bien positionner des acteurs industriels nationaux sur ces nouvelles filières. Il vise à renforcer le partenariat entre les communautés scientifiques et industrielles, et à améliorer la compétitivité des technologies françaises. Ce programme a également pour ambition de soutenir des recherches à caractère plus fondamental permettant de préparer de nouvelles orientations industrielles à moyen et long terme.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1 Enjeux économiques**

Les politiques en matière d'énergie en Europe (Commission européenne «Énergie 2020 - Stratégie pour une énergie compétitive, durable et sûre») et dans le monde conduisent à une forte augmentation du marché pour les technologies de l'énergie électrique renouvelable. Parmi ces filières, les technologies photovoltaïques, le stockage électrochimique (Li-ion et dérivé) et les réseaux intelligents de transport et de distribution de l'électricité (smart grids) sont identifiés comme les marchés principaux et sont de longue date fortement soutenus par le Japon, l'Allemagne, les USA et désormais la Chine et la Corée du Sud. Les marchés mondiaux à moyen terme (à l'horizon 2020) sont estimés à 1100 Mds \$.

Si les entreprises leaders mondiaux dans la production de cellules et de modules photovoltaïques 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 clés de la chaîne de valeur du photovoltaïque (encapsulation, électronique de puissance ...).

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 : Johnson Controls-Saft, Groupe Bolloré...). Les constructeurs automobiles nationaux investissent massivement dans le véhicule électrique (Renault) ou dans des voies d'hybridation des moteurs (PSA). Des plateformes technologiques dédiées aux véhicules électriques et conduites notamment par le pôle MOVEO sont 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.

Ces secteurs sont créateurs d'emplois et nécessitent 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. Toutefois, la compétition internationale reste vive.

## **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. L'usage de méthodes d'écoconception pour réduire l'impact de ces technologies sur leur cycle de vie (notamment au niveau des procédés de fabrication) est vivement conseillé.

# **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 des plateformes technologiques en énergies renouvelables et décarbonées financés par les Investissements d'avenir (gérés par l'ADEME).

Les thématiques de l'appel à projets 2013 seront définies en complémentarité des lignes du programme « Energy » du 7ème PCRD.

## **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 vers l'industrie, et/ou de soutenir le développement de start-up issues de la recherche publique.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme vise à soutenir des travaux de recherche interdisciplinaires, allant de la recherche fondamentale jusqu'à une recherche appliquée et intégrative nécessitant des expérimentations à l'échelle du laboratoire. En termes de TRL, ce programme se positionne entre le niveau 1 et le niveau 4.

Le soutien à des opérations de démonstration n'est pas inclus dans le programme PROGELEC mais relève plus naturellement des appels à propositions de l'ADEME.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est ouvert (consortium de recherche publique et partenariats public-privé).

- **Participation au financement du programme**

Le programme est co-financé par la DGA (sous réserve de confirmation pour 2013).

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

Le programme est structuré autour de la production d'électricité par effets photovoltaïque et thermoélectrique, le stockage tampon de l'électricité, la pile à combustible et l'électrolyse de l'eau, l'optimisation et l'intégration des composants et des systèmes, les réseaux électriques intelligents.

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

###### **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 de l'industrie photovoltaïque et doit augmenter sa compétitivité, en explorant de nouvelles directions aptes à créer des ruptures en matière de coût. Pour répondre à ces défis, les recherches nécessaires concernent :

- Les ruptures pour l'amélioration du rendement,
- Les techniques de gestion des impuretés pour maintenir des rendements élevés,
- Les techniques de basse concentration.

###### ***Sous-thème 1.2 : Filière des couches minces***

Cette filière connaît aussi 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. Ce sous-thème concerne les cellules photovoltaïques inorganiques (a-Si, CdTe, CIGS...) et organiques.

Les enjeux scientifiques dans ce domaine concernent :

- Les matériaux et des interfaces de grande qualité, afin d'augmenter les rendements,
- L'augmentation de la durée de vie opérationnelle sur 20 à 30 ans, sans réduction majeure des performances.

En particulier, pour les **cellules organiques** les enjeux reposent sur l'amélioration des rendements énergétiques, de la stabilité et de la durée de vie. Toutefois, en 2013 les propositions relevant exclusivement de cellules à colorants (type cellules Grätzel) ne seront pas éligibles.

**Sous-thème 1.3 : Cellules à haut rendement**

Ce sous-thème inclut :

- Les cellules à forte concentration,
- Les cellules à multi-jonctions, en incluant l'amélioration des rendements et la réduction des coûts de fabrication,
- Les cellules utilisant des concepts en rupture (photonique, plasmonique...), avec notamment comme objectifs l'analyse par la simulation et la réalisation de démonstrateurs de preuve de concept.

**Sous-thèmes 1.4 : Modules et procédés innovants**

L'assemblage de cellules en modules est un point clef pour la fiabilité et la durée de vie des modules. C'est aussi une part importante de la chaîne de valeur de la filière photovoltaïque.

Cela demande un effort sur

- L'encapsulation,
- La connectique,
- La conception en incluant l'analyse du cycle de vie et la prise en compte des normes.

De façon complémentaire les procédés de production contribuent aussi de façon significative à la chaîne de valeur. Les efforts doivent principalement porter sur :

- La mise au point d'équipements innovants pour les procédés de fabrication,
- Les procédés innovants pour la réalisation d'une étape technologique des cellules,
- Les procédés sans découpe (coulage, tirage de rubans...),
- Les procédés à très haut débit et bas coûts sur de grandes surfaces (technologies des couches minces),

Les équipements innovants pour la production de cellules et de modules organiques.

**Axe 2 – Production par effet thermoélectrique**

Les systèmes thermoélectriques présentent l'intérêt de l'absence de pièces mobiles pour la transformation de chaleur en électricité. Toutefois, l'objectif principal doit être la récupération de la chaleur fatale (minimum 1 kW). Aussi pour 2013, seules les propositions montrant une rupture permettant une amélioration significative du facteur de mérite, ZT, ou de la performance globale pour la récupération de chaleur fatale seront éligibles.

**Axe 3 – Vecteur hydrogène : électrolyse, stockage et piles 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 à bord de véhicules comme source primaire (propulsion) ou secondaire (range extender).

**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 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 dont la problématique est identique à celle de l'EHT ;
- électrolyse à basse température et à membrane polymère pour l'électrification de sites isolés;

L'impact du fonctionnement intermittent est aussi attendu.

### **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 ;
- 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 sur des matériaux nouveaux requérant des ruptures conceptuelles devront être soumises au programme non-thématique.

Le stockage géologique de l'hydrogène relève du programme SEED.

### **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 visant des marchés spécialisés, en mettant l'accent sur la conception de « stacks » et l'optimisation des systèmes dans des cycles d'usage représentatifs des applications. Sont notamment visés :

- l'augmentation de la température de fonctionnement ;
- une meilleure maîtrise du comportement fluide à l'échelle de l'électrode, en vue de favoriser le taux d'utilisation du catalyseur 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 des cahiers des charges, des études de vieillissement accéléré et de la sécurité.

### **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 kilowattheure 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. Le programme vise des solutions permettant de dépasser des capacités de quelques kilowatts et quelques kilowattheures.

#### **Sous-thème 4.1 : Accumulateurs**

##### **Accumulateurs lithium-ion**

Les recherches à mener concernent notamment :

- des solutions radicalement nouvelles pour augmenter la capacité réversible, la durée de vie et la réduction du coût global et de l'impact environnemental,
- l'amélioration de l'interface électrolyte/électrodes ;
- l'extension du domaine de température d'utilisation, la réduction de l'inflammabilité et l'amélioration des propriétés de mouillage du séparateur et des électrodes.
- des travaux génériques pour améliorer la sécurité intrinsèque et la durée de vie des éléments lithium-ion de grande capacité.

**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**

Ce sujet ne sera pas ouvert en 2013.

**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 les applications stationnaires et le stockage tampon 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 ou asymétriques sont d'autres voies à explorer. 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.

**Axe 5 - Systèmes et réseaux**

Afin d'exploiter au mieux les différentes sources d'énergie, répondant chacune à des caractéristiques différentes, des systèmes de production et de stockage devront être développés et optimisés sur des objectifs variés comme l'efficacité énergétique ou sur le cycle de vie, la qualité et la disponibilité de l'énergie tout en respectant la fiabilité et la sécurité.

Cet axe système a aussi pour but l'intégration notamment dans le réseau électrique des autres formes de production renouvelable de l'électricité (comme l'éolien ou les énergies marines ...) et de stockage (inductif supraconducteur, volants d'inerties...) non explicitement soutenues dans un axe de PROGELEC.

**Sous-thème 5.1 : Systèmes optimisés pour la production, la conversion et le stockage**

Les enjeux scientifiques sont :

- La modélisation multiphysique, dans une démarche de conception ou de gestion optimale d'un constituant (photovoltaïque, PaC, accumulateur), des interfaces (électronique de puissance) ou d'un système.
- L'électronique de puissance et sa commande pour interfacier les systèmes (photovoltaïque, stockages...);
- La caractérisation et la modélisation du vieillissement des composants et des systèmes dans leur environnement d'usage (vieillessement par cyclage, vieillissement calendaire);
- L'étude de l'hybridation des sources et du stockage;
- Le développement de méthodes de diagnostic robustes, et de pronostic.
- L'étude de l'impact des normes sur la conception des systèmes innovants.



### **Sous-thème 5.2 : Intégration des énergies renouvelables dans les réseaux électriques**

Les sources de production, de conversion et de stockage seront davantage distribuées sur le territoire demandant ainsi de nouvelles stratégies de gestion de ces sources dans les réseaux intelligents. L'autoconsommation pourra aussi être étudiée. Les éléments attendus sont :

- L'intégration d'éléments homogènes ou hétérogènes en modules et systèmes de plus grande capacité et/ou fonctionnalité (systèmes photovoltaïques incluant ou non la connexion réseau, HEMS<sup>26</sup>, la combinaison de plusieurs solutions de stockage ...);
- L'analyse et l'optimisation par la simulation éventuellement mixte (logicielle et matérielle).
- La sécurité des systèmes et de leur intégration dans le réseau.

### **Sous-thème 5.3 : Réseaux électriques intelligents**

Les recherches à mener concernent :

- La synergie entre stockage et réseaux électriques pour gérer l'intermittence. En particulier l'impact du déploiement massif des véhicules électriques et la problématique de la recharge au niveau des réseaux est attendue<sup>27</sup>,
- Une électronique de puissance pour une gestion fine et réversible des réseaux,
- Les réseaux à courant continu (HVDC) et leur interaction avec les réseaux classiques,
- La qualité et la disponibilité de l'électricité<sup>28</sup> (variations de l'amplitude, de la fréquence et de la phase, continuité d'alimentation...) demandent une gestion globale et intelligente de l'intermittence, de l'offre et de la demande d'énergie,

La modélisation multiphysique assistée éventuellement de simulations mixtes (logicielles et matérielles) des réseaux intelligents dans toutes leurs complexités afin d'analyser et de minimiser les contraintes opérationnelles.

### **Sous-thème 5.4 : Évaluation technico-économique**

Ce thème concerne différents éléments d'évaluation technico-économique, notamment :

- L'intérêt économique des différentes solutions de stockage,
- La modélisation et l'analyse des interactions ou des protocoles (nature des échanges d'information) entre les consommateurs et les producteurs (pilotage des charges et des sources),
- L'impact de la facturation variable (à la seconde ...),
- Le rôle et l'impact des prévisions : météorologiques à court terme voire saisonnières, cartographie des potentiels notamment solaire.

<sup>26</sup> Home Electricity Management System

<sup>27</sup> Toutefois les aspects plus directement liés aux véhicules électriques comme la charge rapide relèvent du programme TDM.

<sup>28</sup> <http://www.cre.fr/reseaux/reseaux-publics-d-electricite/qualite-de-l-electricite>

## Programme : PROGELEC Défi ANR DGA stockage de l'énergie

### Résumé :

Le stockage de l'énergie électrochimique (batteries, supercondensateurs, pile à combustible) est un domaine scientifique difficile mais fondamental, et se renouvelant lentement. Le défi organisé par l'ANR et la DGA aura pour objectif de stimuler la recherche et l'innovation en testant sur des épreuves imposées et en évaluant sur leur qualité propre des solutions différentes des solutions commerciales classiques.

### Mots clés :

Stockage électrochimique, batteries, supercondensateurs, pile à combustible, innovation.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2013 - 2014 -2015
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme ouvert à l'international

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Le stockage électrochimique de l'énergie est un domaine complexe et très capitalistique, proposant des solutions éprouvées, et évoluant lentement. Dans la lignée du défi CAROTTE (Cartographie d'un Territoire) déjà réalisé, l'ANR et la DGA proposent un nouveau défi sur le stockage de l'énergie. Les domaines visés sont les batteries, les supercondensateurs, les piles à combustibles (incluant la réserve d'hydrogène), ainsi que leurs hybrides. Ce défi, organisé sur un cycle de trois ans, sera conçu pour stimuler l'innovation et la créativité, notamment chez les jeunes équipes, et dynamiser ainsi la recherche. Il viserait la fourniture de solutions de stockage en rupture, différentes des solutions commerciales existantes. Un concours sera organisé. Il inclura un essai final de motorisation d'un véhicule de test type drone terrestre organisé sur un site de la DGA ainsi qu'une évaluation complète de la solution sur son originalité et ses performances.

### Résultats et impact espérés

L'objet est de stimuler la créativité des équipes de recherche, en visant particulièrement les jeunes équipes académiques ainsi que le partenariat, d'évaluer et de valider de nouvelles formulations de matériaux et combinaisons pour le stockage de l'énergie embarqué.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1 - Enjeux économiques**

Le stockage de l'énergie électrique est un enjeu économique de premier ordre. L'électricité ne se stocke pas en effet directement, et c'est un verrou fondamental pour de très nombreuses applications, tant nomades que stationnaires. L'intérêt majeur est d'augmenter la densité d'énergie et de puissance, la sécurité, et de diminuer les coûts. Les batteries, supercondensateurs, et piles à combustible permettent des réponses effectives, délivrant des solutions éprouvées, mais il est éminemment nécessaire de continuer à progresser. A côté des applications grand public, existent de nombreuses niches d'applications potentielles, haute et basse température, puissance crête, sécurité, rechargeabilité, durabilité, solutions vertes... susceptibles de trouver des applications civiles et militaires.

### **2.2 - Enjeux écologiques et environnementaux**

Les enjeux écologiques et environnementaux se déclinent à plusieurs niveaux :

- Le stockage permet de disposer d'énergie sans être relié à un réseau, et de mieux utiliser l'énergie en général ;
- Les solutions mises en œuvre doivent avoir les empreintes environnementales les plus faibles possibles.

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

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

Le positionnement du défi est original. Il complète le programme PROGELEC en apportant une notion de concours et d'accélération de l'innovation.

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

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques sont la fourniture et le test de solutions de stockage d'énergie en rupture avec les solutions existantes.

- **Type de recherche et de partenariat**

Il s'agit d'une recherche appliquée, débouchant sur une épreuve de motorisation d'un drone de type terrestre, et d'une caractérisation du ou des potentiel(s) des différentes solutions proposées. Leur originalité sera aussi évaluée. Le défi s'adresse principalement aux jeunes équipes, notamment académiques, en partenariat ou non avec l'industrie.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Recherche appliquée.

- **Participation au financement du programme**

Programme cofinancé par l'ANR et la DGA (Direction Générale de l'Armement).

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

Un concours sera organisé. Il inclura des essais de motorisation d'un véhicule de test type drone terrestre, organisé sur un site de la DGA. Le véhicule de test sera approvisionné par la DGA et les équipes retenues devront développer uniquement la partie puissance, interface incluse (concernant le dimensionnement des sources d'énergie à développer, par exemple l'ordre de grandeur serait :  $U = 12$  à  $20V$ ,  $I$  continu =  $8A$ ,  $I_{max} = 16A$ ).

Trois étapes de difficultés croissantes et modulables seront à mener par les consortiums retenus :

- Première année : évaluation de l'intérêt de la solution proposée, au vu des développements menés ;
- Deuxième année : test du module de stockage selon différents paramètres fonctionnels électrochimiques et validation par une épreuve simple ;
- Troisième année : épreuves en conditions réalistes sur une plateforme de la DGA et caractérisation complète des solutions proposées en fonction d'essais caractéristiques en laboratoire à définir entre les équipes sélectionnées.

Un jury statuera ensuite sur l'ensemble des résultats obtenus.

Le jury sera constitué d'experts scientifiques académiques et industriels, et d'utilisateurs finaux issus de grands groupes industriels du domaine civil et militaire.

A noter qu'un couple électrochimique, ou un système fonctionnant avec électrolyse et qui serait jugé prometteur ou original aura sa chance, même s'il n'aboutit pas aux mêmes performances immédiates qu'un système plus classique.

Chaque année donnerait lieu au versement d'une subvention qui serait la même pour chacune des équipes sélectionnées.

## Programme : BioMatières & BioEnergies (Bio-ME)

### Résumé :

La biomasse constitue un des potentiels les plus importants parmi les énergies renouvelables stockables, pour la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> à l'atmosphère.

L'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques, passe cependant par la viabilité économique des filières retenues, qui devra être assurée par valorisation conjointe, matières et énergies, en particulier, par le développement d'applications en chimie du végétal (molécules plateformes), dans le concept des bio-raffineries.

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>nd</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> anthropique capturé, en vecteur énergétique, sont également envisagées.

Pour atteindre cet objectif ambitieux, il est nécessaire de réduire les coûts, d'améliorer la productivité et l'économie des filières, notamment en valorisant mieux leurs coproduits et surtout d'améliorer nettement les bilans énergétiques et environnementaux (GES, Changement d'Affectation Sol, eutrophisation, pollution de l'air,...).

Le Programme Bio-ME ambitionne également de soutenir des actions scientifiques et techniques en appui aux démonstrateurs de recherche, mis en place pour le développement industriel des filières de 2<sup>nd</sup> génération, en renforçant, en particulier, les initiatives des PMI-PME dans ce domaine. Dans ce cadre, seuls les projets support non nécessaires à la réalisation des projets fdr en cours mais permettant une amélioration des procédés développés dans les projets fdr sont éligibles.

Le programme « Bio-ME 2013 » est organisé en quatre axes thématiques :

Axe 1 : La ressource : pertinence et acceptabilité de la filière 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 et opérations unitaires de la filière présentant un intérêt innovant et stratégique

### 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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 – 2013
- **Type de programme** :

Le programme est ouvert à des projets collaboratifs (public) sur l'axe 3, et partenariaux (public/privé) sur les axes thématiques 1, 2 et 4. Pour l'axe 4, la coordination par un laboratoire public est obligatoire.

- **Dimension internationale du programme** : ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :  
Bio-ME 2013 fait suite aux programmes PNRB (2005-2007), Bio-E (2008-2010), ainsi qu'à une première édition de l'AAP Bio-ME, ouvert en 2011, mais financé sur le budget 2012.
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :  
Il a été conçu en lien avec le programme Chimie Durable-Industrie-Innovation (CD2I) qui traite plus spécifiquement de la transformation des molécules plateformes en molécules à forte valeur ajoutée. Enfin, l'axe 1 du programme transnational Plant-KBBE traite de l'utilisation d'espèces végétales pour la production de bioénergies.

- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** :  
Dans le cadre de l'appel à projets "Instituts d'excellence sur les énergies décarbonées" (IEED), le projet **IDEEL** consiste en la création d'un Institut National pour le Développement des Écotecnologies et des Énergies Décarbonées. Le projet **PIVERT**, porte sur la création de nouvelles filières de valorisation du végétal à des fins industrielles, et en particulier, sur la valorisation des plantes oléagineuses, largement récoltées en Picardie (premier bassin agricole d'Europe). Le projet **Green Stars** s'inscrit dans la démarche de l'accroissement nécessaire de la ressource en biomasse et est dédié à la valorisation énergie et matière des micro-algues, dans le contexte de bio-raffinerie.

L'appel à projets « Biotechnologies et Bioressources » a sélectionné deux projets qui sont dans le périmètre thématique du programme Bio-ME : **ProBio3** « Production biocatalytique de bioproduits lipidiques à partir de matières premières renouvelables et coproduits industriels : application biokérosène » et **IDEALG** « Bioressources et biotechnologies pour la valorisation des macroalgues ».

Dans le contexte d'une optimisation de l'exploitation des forêts françaises, l'Equipex **Xyloforest**, coordonné par l'INRA, vise à doter les équipes concernées d'équipements de haut niveau dans les secteurs des biotechnologies et des matériaux appliqués au secteur de la forêt cultivée et du bois.

Les Investissements d'avenir (IA), obtenus par la Communauté des scientifiques et des industriels du secteur des Bioénergies, tel qu'en attestent les premiers résultats, s'avèrent être dans la continuité, à la fois du Fonds Démonstrateurs de Recherche, gérés par l'ADEME, et du programme Bio-ME, de l'ANR, lui-même placé en amont des actions FDR.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Le principal objectif du programme Bio-ME est le développement de filières de valorisation de la biomasse, technologiquement et économiquement performantes et respectueuses de l'environnement, 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 et impact espérés

Les résultats attendus du programme « Bio-Matières & Energies » sont :

- l'amélioration de la disponibilité et la réduction des coûts de mise à disposition de la biomasse terrestre et marine, l'amélioration des formes de biomasse mobilisables à des fins de valorisation énergétique et chimique,
- le développement de technologies performantes et respectueuses de l'environnement 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>nde</sup> génération, pour la production de gaz combustibles utilisables pour la génération de chaleur ou d'électricité, et pour l'élaboration de biocarburants de seconde génération,
- l'exploration de nouvelles voies en rupture, pour l'émergence de filières énergétiques et/ou chimiques, notamment pour la production de biolipides, biokérosène, bioéthanol, biohydrogène et autres substances, par l'action de microorganismes ou d'enzymes,
- 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 dédiés au développement des filières de 2<sup>nde</sup> génération,
- l'accompagnement des pilotes de démonstration de filières à échelle semi-industrielle, soutenus dans le cadre du Fonds Démonstrateur, géré par l'ADEME.
- Permettre une meilleure diffusion dans la société des énergies renouvelables pour accroître leur usage et leurs mises en œuvre.

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

- l'élargissement de la palette des matières premières mobilisées et diminution des coûts de mise à disposition,
- améliorer les bilans énergétiques et environnementaux
- améliorer les rendements de conversion qui impactent directement sur la question du changement d'affectation des sols
- le développement de filières intégrant les co-valorisations matière-énergie des biomasses (Bio-raffineries), dans le but d'en améliorer leur performance technico-économique,
- l'émergence de filières énergétiques et/ou chimiques en rupture, par le développement de procédés de transformation biologique des biomasses à partir des microorganismes.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 Enjeux économiques

L'Union Européenne ambitionne d'augmenter, d'ici 2020, la part des énergies renouvelables de 6 à 20 %, et la France à 23%, ce qui nécessitera un important accroissement de la contribution de la biomasse, nécessitant, en France, la mobilisation supplémentaire de près de 10 Mtep de biomasse. Le scénario proposé pour l'Europe par le BiofRAC (Biofuels Research Advisory Council) à l'horizon 2030, vise une proportion de 25% de substitution par des biocarburants dans les transports. Les enjeux nationaux de développement de filières bioénergétiques sont considérables, car ils permettront une réduction massive des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie et les transports, la limitation de notre dépendance énergétique et la création de nouvelles activités économiques.

Le développement d'une filière française de valorisation énergétique de la biomasse notamment pour la production de chaleur et d'électricité, ainsi que pour la fabrication de biocarburants de 2<sup>nd</sup>e génération, est un enjeu économique de premier plan pour les vingt prochaines années. La France dispose, à cet égard, d'importantes ressources sylvicoles (à mobiliser) et agricoles (déjà fortement mobilisées). Un effort de mobilisation et de diversification de la ressource en biomasse est toutefois nécessaire pour une exploitation durable de la filière. Cela nécessite un accroissement de la mobilisation de la biomasse, son adaptation, sa diversification et l'accomplissement de progrès technologiques, en particulier concernant la logistique, le machinisme et le pré-conditionnement. Ces progrès sont nécessaires pour permettre la réduction des coûts de mise à disposition de la biomasse. Ces actions devront être conduites dans un contexte de tensions probables sur les agro-ressources, tout en garantissant 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. 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 le calcul des 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

Les enjeux sociaux rejoignent les enjeux économiques, avec la création de filières dédiées aux biocombustibles et la chimie verte, avec les perspectives d'emploi associés, dans les secteurs agricole, sylvicole et d'emplois dans les biotechnologies, la thermochimie, la chimie. Renforcement du secteur industriel des biotechnologies en France.



## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

La combustion de biomasse est considérée comme une source d'énergie non émettrice de CO<sub>2</sub>. En pratique, les biocarburants et biocombustibles de 1<sup>ère</sup> génération produits actuellement à échelle industrielle nécessitent une consommation d'énergie pour leur production, récolte, transport et conversion. En fonction des itinéraires culturels des filières de production de bio ressources et des procédés de conversion, la réduction d'émission de gaz à effet de serre (GES), par rapport à un usage équivalent à partir d'énergie fossile, peut varier considérablement. Il est donc essentiel d'identifier et de favoriser le développement des filières présentant de hauts potentiels, en matière de rendement énergétique et de réduction des GES, objectif atteignable avec les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> générations.

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.

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

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

La fabrication de bioénergies de 2<sup>nde</sup> génération (en particulier de biocarburants, bio méthane carburant ou combustible, bio-alcools et bio-gazoles, issus de la biomasse ligno-cellulosique) et de 3<sup>ème</sup> génération (bio-hydrogène, bio-lipides (triglycérides, acides gras) produits par l'action de micro-organismes, algues, etc.) permettra de limiter l'utilisation des surfaces agricoles.

## 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 a lancé dans le cadre des Investissements d'avenir, début 2012 un Appel à Manifestation d'Intérêt Bioressources Industries Performances. Ce programme, qui couvre les thématiques de la chimie du végétal et la production de biocarburants et de biocombustibles, finance essentiellement des plateformes et des pilotes industriels. L'ADEME a également financé par le Fonds Démonstrateurs de Recherche la mise en place d'unités de démonstration, à échelle semi-industrielle, pour la fabrication de biocarburants de deuxième génération.

Le positionnement du programme BIO-ME concerne des études :

- **à caractère exploratoire** ou portant sur des technologies de rupture dans le domaine des bioénergies et de bio-raffinerie. Les programmes Bio-E et Bio-ME, financent, 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. 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>nde</sup> génération, et **BioTfuel**, sur les biocarburants de synthèse, **GAYA**, sur les biocombustibles gazeux (bio-SNG). La même logique de soutien, par l'amont, sera appliquée aux nouveaux IEED et Equipex du domaine,

- **à vocation de « brique technologique »**, impliquant les **PMI-PME**, et leur permettant de développer de nouveaux savoir-faire industriels. En effet, les consortiums mis en place dans les grands projets IA, n'incluent que peu de PMI-PME. Celles-ci pourront cependant, par le biais de l'AAP Bio-ME, trouver leur place en tant qu'apporteur de technologies, pour le développement de filières préindustrielles (FDR) et industrielles (IA).
- Le programme Bio-ME est un complément essentiel à l'activité des IA indiqués ci-dessus. Cette complémentarité s'organise selon trois approches : soit le programme Bio-ME enrichit la base fondamentale des IA en élargissant le spectre des partenaires, soit le programme bénéficie des plateformes mises à disposition par les IA pour des études fondamentales ou appliquées, soit le programme Bio-ME permet d'étudier les verrous de certaines des étapes mises en œuvre dans un procédé.

**Au niveau européen, l'ERA-Net Bioenergy est dédié au développement d'une coopération d'actions de recherche dans le domaine des bioénergies. Un appel à projet a été lancé en 2012 autour de la thématique production de biogaz (méthanisation) et des cultures végétales à vocation énergétique. La méthanisation est une thématique faiblement financée dans le programme ANR Bio-E. Par ailleurs, l'optimisation des cultures végétales est plutôt traitée dans les AAP des programmes AGROBIOSPHERE ou BIOADAPT de l'ANR.**

**L'ERA-Net Industrial Biotechnology dédié aux biotechnologies blanches, finance très peu de projets sur les bioénergies. La France est impliquée dans ces deux ERA-Net par l'intermédiaire de l'ADEME.**

## 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

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

Le renforcement des travaux dans les filières de 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 visée dans les appels à projets**

Le programme couvre un large spectre de niveau de maturité technologique des projets. La fourchette de TRL considérée est de 1 à 5. Les types de recherches visées sont : fondamentale, appliquée, expérimentation, développement technologique, industrielle et interdisciplinaire.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme est orienté vers la recherche partenariale organisme de recherche/entreprise. Les axes 1, 2 et 4 sont ouverts exclusivement aux partenariats public/privé. L'axe 3 est ouvert aux projets collaboratifs (public/public) et partenariaux (public/privé).

- **Participation au financement du programme**

Le programme couvre essentiellement des activités nationales, mais est ouvert à des collaborations internationales, chaque état finançant ses équipes.

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

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

Les recherches sont essentiellement centrées sur les filières de 2<sup>nd</sup>e génération, utilisant des matières ligno-cellulosiques (plantes, déchets) et les filières de 3<sup>ème</sup> génération.

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 vecteurs énergétiques associés à la production de molécules plateformes, considérées comme les molécules de démarrage des voies de synthèse de la chimie verte.

##### **Axe thématique 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. Le programme Bio-ME focalise ses priorités autour de sujets émergents à forts potentiels d'innovation :

- verrous sociétaux relatifs au déploiement et à l'usage des bioénergies.
- évaluation du potentiel technico-économique et scénarios d'ACV des filières de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> génération en France, mais également à l'export ;
- 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 très innovants et de rupture en matière de pré-conditionnements de la biomasse végétale en relation avec les coûts de transport et de l'utilisation finale. Cas spécifique des biomasses d'importation ;
- collecte, traitement, transformation des déchets pour la production de vecteurs énergétiques liquides ou gazeux
- 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.

## **Axe thématique 2 : Développement de filières intégrées de transformation thermochimique de la biomasse**

Sous thème 2.1 : Procédés visant la production de gaz combustibles 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 syngaz 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 syngaz non épuré en cycles moteurs indirects.

Sous thème 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,
- procédés de liquéfaction directe de la biomasse (désoxy-liquéfaction, ...),
- élaboration optimisée de combustibles liquides BTL (bioéthanol de 2<sup>nde</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.

Sous thème 2.3 : Procédés thermochimiques pour la production d'hydrogène

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

### **Axe thématique 3 : Développement de filières intégrées de transformation biologique**

#### Sous thème 3.1 : Prétraitement de la biomasse

- développement de souches spécifiques, d'enzymes ou de consortium microbiologiques
- optimisation de l'hydrolyse enzymatique de la cellulose et de l'hémicellulose
- valorisation des déchets pour la production d'énergie

#### Sous thème 3.2 : Usine cellulaire

- développement de technologies de conversion des sucres fermentescibles en C5 et C6 en composés énergétiques liquides ou gazeux
- développements de procédés visant à la production biologique d'hydrogène
- développement de procédés visant à la production de bio-lipides et de biokérosène par voie microbiologique

#### Sous thème 3.3 : Procédés électrochimiques, biologiques et bioinspirés

- recherches exploratoires visant à la production directe d'électricité
- recherches exploratoires visant à la production d'H<sub>2</sub> par voie bioélectrochimique
- développement de catalyseurs bioinspirés à vocation énergétique

#### Sous thème 3.4 : Valorisation du CO<sub>2</sub> par voie métabolique

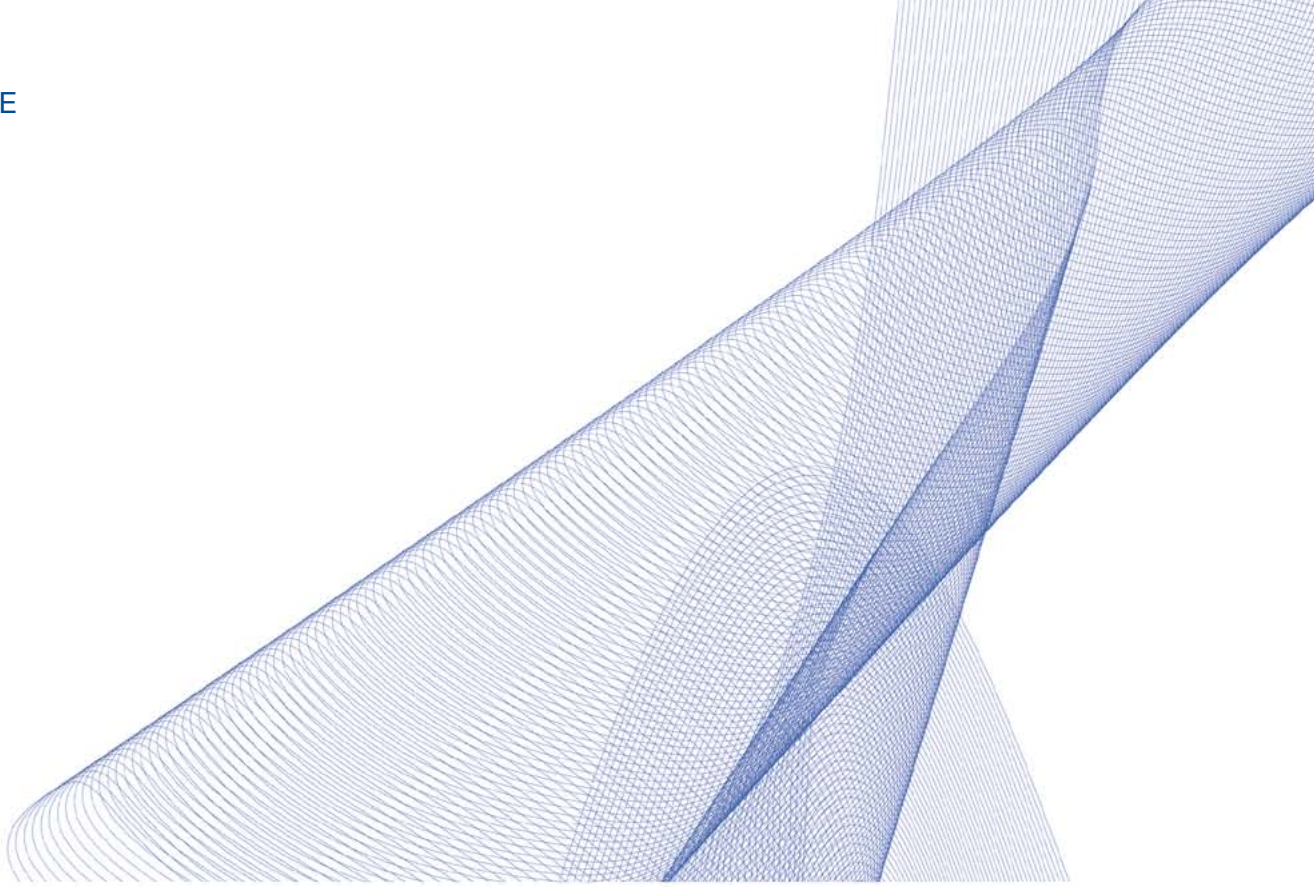
- recherches visant à la métabolisation optimisée du CO<sub>2</sub> pour la production d'énergie

### **Axe thématique 4 : « Briques Technologiques »**

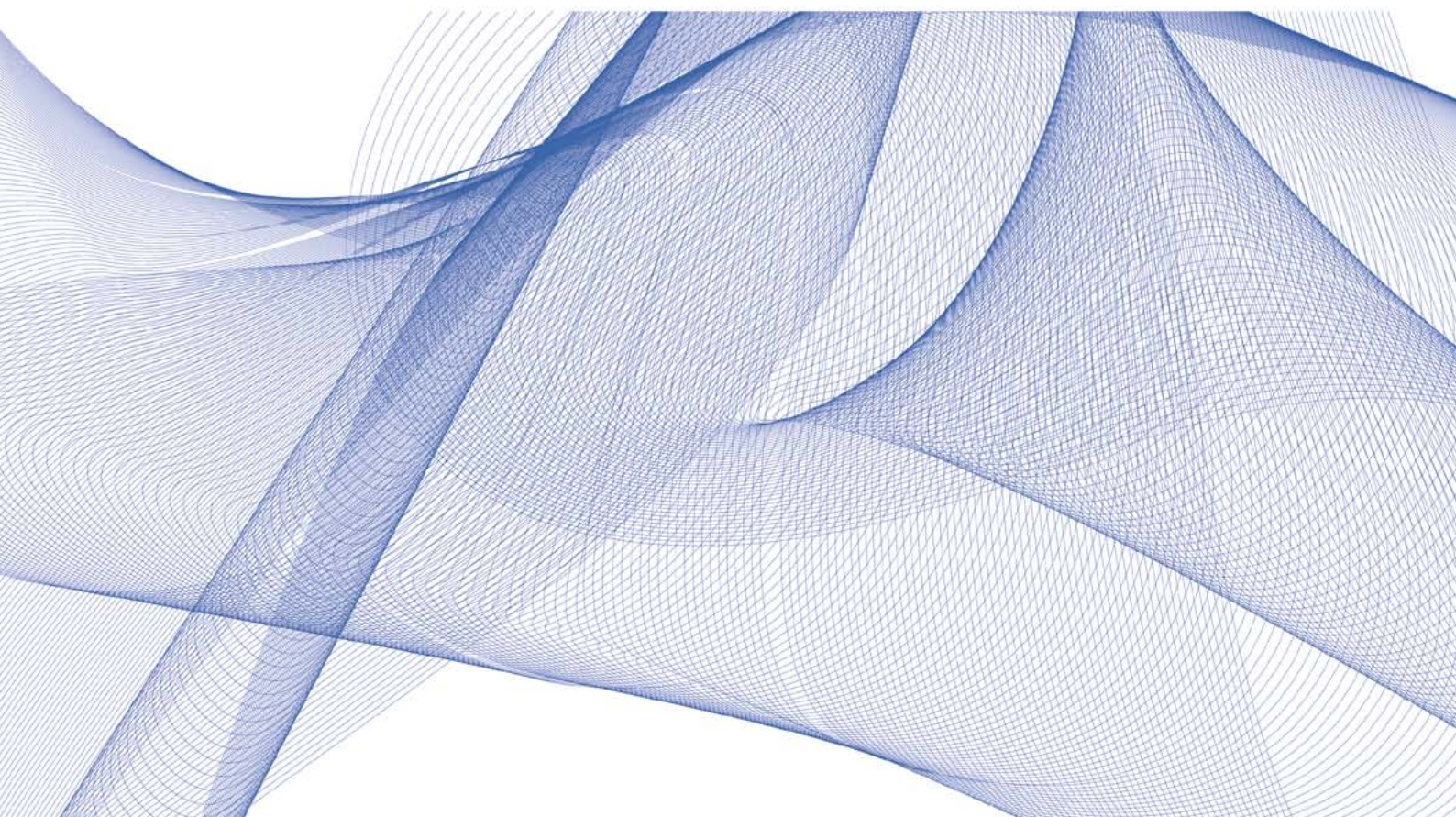
Cet axe est dédié la mise en place de technologies connexes pour pouvoir envisager leur intégration à échelle pilote, en tant que brique technologique, dans une filière technologique complète.

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 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...),
- l'intégration industrielle des procédés au sein de bio raffineries.



# **PROMOUVOIR VILLES ET MOBILITÉ DURABLES**



## **Programme : 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 compréhension des phénomènes, de la mesure, de la modélisation et de la conception, mais également de la mise en œuvre des techniques et des modes d'intervention.

Le programme est structuré en quatre axes thématiques :

- Axe 1 - Dynamiques et organisations urbaines, pratiques et mobilités
- Axe 2 - Bâtiment, construction, îlot à énergie positive et à faible impact environnemental
- Axe 3 - Environnement urbain, écosystèmes, métabolisme, ressources et gisements
- Axe 4 - Approches multi-échelles et transversales, gouvernance

### **Mots clés :**

systèmes urbains, quartiers, bâtiments, architectures, gestion des infrastructures, des réseaux et du bâti, énergie positive, réduction des impacts environnementaux des bâtiments et des villes, métabolisme urbain, écosystèmes urbains, vulnérabilités et résilience urbaine, aménagement de l'espace, mobilité urbaine, services et réseaux urbains, infrastructures, réhabilitation du patrimoine existant, cycles de vie, ingénierie urbaine durable, ingénierie de l'adaptation

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu :** 2011 - 2012 - 2013
- **Type de programme :** ouvert
- **Dimension internationale du programme :** Programme national (ouvert à l'international)

- **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 grandes échelles, depuis l'îlot jusqu'à la région, en partenariat avec des équipes de sciences humaines & sociales et 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, il est attendu que les orientations de la recherche engagées dans le programme Villes durables, notamment au travers de la mise en œuvre d'approches systémiques et multidisciplinaires, se poursuivent à ces différentes échelles.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Ce programme a des interfaces avec plusieurs autres programmes de l'ANR, plus axés sur le développement technologique (Transports et mobilités durables, Matériaux et Procédés, Eco-TS, PROGELEC, SEED et Modèles numériques). Il en est complémentaire dans la mesure où ces programmes s'intéressent davantage aux briques technologiques alors que VBD vise à promouvoir des démarches plus intégrées et systémiques. Du point de vue des échelles spatiales, il est aussi complémentaire du programme Société & Environnement, qui s'intéresse à des territoires d'échelle plus grande (régions, pays...).

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

Les appels à projets des programmes Investissements d'avenir ont sélectionné très peu de projets s'intéressant aux bâtiments ou aux villes durables. Néanmoins, il convient de retenir :

- cinq Labex : DynamiTe (Dynamiques Territoriales et spatiales), Futurs Urbains, IMU (intelligence des mondes urbains) qui 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 ; AECC (valorisation des cultures constructives pour le développement durable) et MMCD sont focalisés sur la construction ;
- un Equipex, Sense-City, qui offrira une chaîne d'équipements de capteurs innovants intégrant des nanotechnologies et permettant de collecter des informations afin de développer des projets innovants en métrologie et en gestion intelligente de la ville ;
- un projet AMI ADEME portant sur une plateforme d'innovation dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments, à La Rochelle ;

Ces financements ciblés des Investissements d'avenir sont loin de couvrir l'ensemble des équipes candidates à l'appel à projets Villes et bâtiments durables. En effet, ces Labex et Equipex sont concentrés sur les régions Ile-de-France et Rhône-Alpes, alors que les équipes de recherche concernées sont beaucoup plus dispersées sur l'ensemble du territoire national 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. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

Ce programme vise à explorer la capacité des villes et des bâtiments à muter et à préciser les leviers de changement pour transformer ce qui est aujourd'hui un fardeau environnemental en un atout, tout en assurant viabilité économique et cohésion sociale.

En termes de structuration de la recherche, ce programme se donne comme objectifs :

- de renforcer les dynamiques de recherche (et notamment les approches systémiques) ;
- de conforter la construction de communautés scientifiques sur l'énergie dans le bâtiment ;
- d'attirer des équipes ayant développé des compétences dans d'autres domaines ;
- de permettre l'émergence de projets innovants aux interfaces entre échelles spatiales, entre disciplines scientifiques et entre objectifs du développement durable ;
- de permettre de proposer des approches «solutions» (intégrant technologies, méthodologies et/ou services) pour répondre aux enjeux de durabilité, du bâtiment à la ville ;
- d'établir des partenariats entre laboratoires de recherche publique et entreprises des secteurs concernés (BTP, réseaux, services urbains...) et renforcer les actions de recherche de ces entreprises.

### **Résultats et impact espérés**

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

- 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 spatiales (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 ;
- 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.

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 adaptée aux exigences d'un développement urbain durable.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **Au croisement des enjeux techniques, économiques, environnementaux et sociaux**

#### **Les économies d'énergie, de ressources naturelles, la préservation des écosystèmes**

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 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 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 **prendre en compte l'ensemble du cycle de vie** du bâtiment, intégrant ses besoins en énergie, en eau, ses émissions de CO<sub>2</sub>, de polluants, la qualité de l'air intérieur et les déchets produits.

Si 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 très 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>29</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...).

<sup>29</sup> Etude « Filières vertes » : Les filières industrielles stratégiques de la croissance verte, Commissariat général au développement durable, MEEDDM, 2009

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, 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 (environ 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 40 ans, devenant au milieu des années 80 le premier poste dans les budgets des ménages, pour atteindre en moyenne 25 % de ce budget en 2008. 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, dans le cadre des Investissements d'avenir :

- les appels à manifestations d'intérêt lancées par l'ADEME sur les bâtiments et îlots à énergie positive et sur la mobilité des personnes et des marchandises ;
  - le programme Ville de demain, géré par la Caisse des Dépôts et Consignations ;
- Citons également au niveau européen l'initiative "Smart cities", dans le cadre du SET-Plan.

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 lesquelles les connaissances doivent être approfondies.

- **Caractère international du programme**

Sur les problématiques de la ville durable, une JPI (Joint Programming Initiative), Urban Europe, a été lancée et a déjà ouvert un premier appel à projets. Un second appel sera lancé fin 2012, début 2013, auquel l'ANR compte participer afin de favoriser le développement de coopération avec des équipes d'autres pays, sur des sujets d'intérêt commun pour les villes européennes (voir la fiche programme international Urban Europe).

## 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

Les enjeux scientifiques et technologiques du programme peuvent se décliner en trois volets :

- un rôle de garde-fou, en permettant d'engager des travaux de recherche systémiques, de consolidation et d'approfondissement des connaissances, d'analyse et d'évaluation, concernant les interactions entre efficacité énergétique, impacts environnementaux et qualité d'usage (confort, qualité de l'air, bruit...), aux différentes échelles territoriales ;
- un rôle d'accélérateur, par le développement de solutions intégrant des avancées technologiques pour permettre aux professionnels de répondre plus rapidement aux objectifs et demandes des politiques publiques ;
- un rôle d'exploration des ruptures possibles par rapport aux méthodes et solutions traditionnelles (modes constructifs, dispositifs pour la gestion de l'énergie ou la réduction des impacts environnementaux, services innovants...).

Ces enjeux de recherche sont bien sûr à adapter en fonction des sujets et des différentes échelles spatiales, depuis les grands territoires urbains jusqu'aux systèmes constitutifs des bâtiments et des infrastructures (voir les axes et thèmes de recherche, ci-dessous).

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

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. Ce programme vise un équilibre entre projets de recherche fondamentale, exploratoires (TRL1) et projets de recherche plus appliquée (jusqu'à un TRL4). Les projets centrés sur les opérations de démonstration ne relèvent pas du programme : ils doivent trouver un soutien dans les programmes de l'ADEME et/ou dans les soutiens à l'innovation d'OSEO (FUI...).

- **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

- **Axe thématique 1 : Dynamiques et organisations urbaines, pratiques et mobilités**

- *Sous-thème 1.1 : Morphologies urbaines, aménagement de l'espace et mobilités*

Pour mieux comprendre les **effets de l'organisation spatiale de la ville sur les émissions de gaz à effet de serre**, il s'agit de revisiter les liens entre formes urbaines, zonages et organisation du tissu urbain, offre de services de transport et d'infrastructures, mobilités et impacts sur l'environnement. Les recherches s'attacheront notamment à éclairer et à objectiver les controverses sur la densification, la mixité, la multipolarité, la possible réorganisation des « générateurs » de déplacements.

- *Sous-thème 1.2 : Accessibilité, conception pour tous*

La question du **droit à la mobilité et de l'accès à la ville** (aux services, aux commerces, à l'emploi...) revêt une importance toute particulière lorsque l'on considère les handicaps qui peuvent affecter les individus en matière de déplacement. Une approche à développer dans la conception des aménagements et de l'accès à la ville est celle de la **conception universelle**.

- *Sous-thème 1.3 : TIC, nouveaux usages et services innovants, smart-cities*

Pour une gestion plus durable du cadre de vie, on attend des **solutions innovantes qui combinent les nouvelles technologies et/ou des technologies à adapter, mettant notamment en œuvre les technologies de l'information et de la communication** (intelligence ambiante, capteurs...), **avec de nouveaux concepts de services** et d'autres activités non technologiques (modes d'information, aspects réglementaires, gouvernance, freins, effets escomptés sur les comportements...).

- **Axe thématique 2 : Bâtiment, construction, îlot à énergie positive et à faible impact environnemental**

- *Sous-thème 2.1 : Référentiels et potentiels bâtiments et/ou îlots à énergie positive*

Si la loi Grenelle exige, qu'à l'horizon 2020, tout bâtiment neuf soit à énergie positive, les définitions et modalités de généralisation sont à préciser. Des questions restent notamment ouvertes sur les bonnes échelles pour aborder l'énergie positive.

- *Sous-thème 2.2 : Mesure et garantie des performances*

Une mutation forte se dessine en matière de réglementation dans le domaine du bâtiment : à l'obligation actuelle de mise en œuvre de moyens va se substituer, à terme, une **obligation de résultat**. Si ce changement va laisser aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre plus de libertés dans leurs choix et favoriser l'innovation technique et architecturale, il va aussi demander la **mise au point de méthodologies et d'instruments pour la mesure physique**.

- *Sous-thème 2.3 : Modèles, simulation, aide à la conception*

Beaucoup d'outils et de modèles de conception ou de dimensionnement des bâtiments, des équipements, des infrastructures... reposent sur des hypothèses que rendent caduques les nouvelles cibles de performance énergétique, notamment parce que des phénomènes négligés jusque-là, car de second ordre, deviennent importants dans ce nouveau contexte. Il s'agit donc de revoir ces outils destinés à la conception, la réalisation et la rénovation.

- *Sous-thème 2.4 : Innovations dans la construction et dans la rénovation*

Au-delà du développement d'outils de mesure et de simulation adaptés, il faut repenser les solutions pour la construction et la réhabilitation des bâtiments et des infrastructures dans l'optique du développement durable, en tenant compte des contraintes de rareté à venir.

○ *Sous-thème 2.5 : Ingénierie de l'adaptabilité*

En complément des travaux d'optimisation, sont également attendues des innovations pour **développer les capacités d'adaptation des constructions et infrastructures aux besoins des générations futures**, en adoptant notamment des approches par l'usage.

• **Axe thématique 3 : Environnement urbain, écosystèmes, ressources et gisements**

○ *Sous-thème 3.1 : Connaissance, mesure et maîtrise des impacts de la ville sur l'environnement*

Ce sous-axe vise à **revisiter les questions de qualité environnementale physique** en lien avec la qualité de vie et le bien-être. Cette qualité est fortement liée aux activités des usagers de la ville et à la morphologie urbaine (densité, végétalisation, imperméabilisation des sols...).

○ *Sous-thème 3.2 : Services écosystémiques et ressources vivantes urbaines*

Il s'agit d'examiner par des approches pluri-disciplinaires et de quantifier les services rendus par les écosystèmes naturels au sein des aires urbaines.

○ *Sous-thème 3.3 : Efficacité et sobriété en matière d'usage des ressources*

La ville interagit avec son environnement à différentes échelles, pour y puiser les ressources nécessaires à son fonctionnement (énergie, eau, matières premières, sols...) ou pour y rejeter des déchets et polluants. Cet axe ambitionne d'éclairer les actions à mettre en œuvre pour réduire les impacts négatifs sur l'environnement de ce métabolisme et mieux cerner les marges de manœuvre pour son optimisation, tout en répondant aux besoins des citoyens.

• **Axe thématique 4 : Approches multi-échelles et transversales, gouvernance**

○ *Sous-thème 4.1 : Caractérisation de la durabilité, indicateurs*

Ce sous-thème vise à susciter des recherches sur la **caractérisation de la durabilité**. Il s'agit notamment de renouveler les cadres d'analyse, la réflexion sur la caractérisation de la durabilité, de développer des méthodologies, des stratégies, des outils de mesure ainsi que le monitoring pour l'efficacité énergétique, l'environnement, la mobilité. Il doit également favoriser l'agrégation, l'exploitation, la valorisation de données et conduire au développement d'outils de formalisation, de modélisation, de simulation et à la mise en œuvre d'instruments d'évaluation quantitative.

○ *Sous-thème 4.2 : Gouvernance, production et aménagement de l'espace urbain*

Au-delà de la compréhension en dynamique du comment se fabrique la ville, il s'agit de **clarifier l'imbrication des politiques publiques et des instruments de gouvernance** qui y sont associés. Il conviendra aussi d'examiner les relations entre les différents moteurs de la fabrique urbaine : politiques foncières, politiques de transport, politiques d'infrastructures, politiques de développement économique, politique du logement..., les stratégies et les conflits d'intérêt des acteurs publics et privés, les conflits d'objectifs entre politiques publiques.

○ *Sous-thème 4.3 : Dynamiques et transitions, scénarios, territoires Facteur 4*

En complément des efforts ciblés en matière de réduction de GES et de consommation d'énergie sur les transports et sur le bâtiment, il faut aussi examiner l'échelle intégratrice du territoire urbain et **repenser l'évolution des usages de l'énergie à cette échelle plus globale de la ville, dans la perspective Facteur 4 à l'horizon 2050**. Les questions qui se posent concernent tant l'évaluation des scénarios possibles que les modalités de la transition.



- *Sous-thème 4.4 : Vulnérabilités, résilience et robustesse des systèmes urbains, ingénierie de l'adaptabilité*

Pour faire face aux incertitudes concernant les conditions futures de fonctionnement et réduire les vulnérabilités face aux risques à occurrence lente ou rapide, il s'agit de mobiliser et d'intégrer dans la production d'un cadre de vie durable les **concepts d'adaptabilité, de flexibilité, de réversibilité, de robustesse, de résilience.**



## Programme : Transports Durables et Mobilité (TDM)

### Résumé :

Le programme Transports Durables et Mobilité (TDM) est l'évolution du programme Transports Terrestres Durables (TTD 2011) dans sa troisième année. Il fait suite au programme Véhicules pour les Transports Terrestres (VTT 2008-2010). Il est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Il est conçu en lien avec le programme interministériel PREDIT4.

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). Dans sa deuxième édition en 2012, le programme s'est ouvert 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'ouverture aux domaines aérien et naval est maintenue en 2013, suivant les mêmes modalités.

Le programme est organisé en trois axes thématiques gigognes : les groupes motopropulseurs, les modes de transport, les systèmes de transport. Ce programme est partenarial, sauf dans la thématique sécurité où il est ouvert à des partenariats incluant un utilisateur final. Il est ouvert aux projets franco-allemands issus de la coopération Deufrako.

### Mots clés :

Transports terrestre, aérien et naval, groupes motopropulseurs, motorisation thermique, électrique, hybride, architecture des modes de transport, conception, allègement, aérodynamisme, efficacité énergétique, bruit, systèmes embarqués, mobilité, systèmes de transport, régulation des flux et des réseaux, sécurité et sûreté des transports, accessibilités aux véhicules, aux réseaux de transport et aux nouvelles technologies, productivité et services.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 - 2012 - 2013

- **Type de programme** : mixte

Le programme est partenarial, sauf pour l'axe 2.2 « La sécurité et la sûreté des modes de transports » où il est ouvert mais dans ce cas le consortium doit inclure la participation active d'un utilisateur final (entreprise, collectivité locale, ministère).

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

TDM est ouvert à des consortiums internationaux en particulier aux projets franco-allemands dans le cadre du programme de coopération Deufrako.

L'ANR envisage par ailleurs de participer à l'ERA-Net ENTIII (voir chapitre 3 § 3.1).



- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Les nouveaux vecteurs énergétiques (biocarburants, carburants de synthèse, hydrogène), des piles à combustible, et des technologies et systèmes de stockages (batteries, super-condensateurs, volants d'inertie) ne font pas directement partie du programme TDM. Ces volets sont traités par d'autres programmes de l'ANR (Bio-ME<sup>30</sup>, SEED<sup>31</sup>, PROGELEC<sup>32</sup>). En revanche, l'intégration de ces nouveaux vecteurs dans les véhicules 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 « Villes et Bâtiments Durables » qui couvre notamment les questions relatives aux infrastructures urbaines pour la mobilité durable.

La dimension Sciences Humaines et Sociales est incluse dans le périmètre du programme, notamment en ce qui concerne les interfaces homme-machine et la thématique sécurité. Cependant, on notera que le programme transversal « Société Innovantes » dédié aux modes de vie et comportements, prend également en compte cette dimension mais de manière plus globale; il traite aussi des aspects socio-économiques pour la mobilité durable.

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

Dans le domaine des transports, les instruments des Investissements d'avenir ont permis de financer un nombre important de projets, que l'on peut classer en deux grandes catégories.

Des projets structurants:

- un IEED (VEDECOM : **Institut du Véhicule Décarboné Communicant et de sa Mobilité**)
- deux IRT (RAILENIUM dans le secteur ferroviaire et AESE dans le secteur aéronautique),
- dix Labex couvrant l'intégralité du périmètre thématique du programme et répartis sur tout le territoire (EM3C, MS2T, CAPRYSSSES, INTERACTIF, GANEX, DAMAS, DIGIWORKS, CIMI, IMoBS3, PERSYVAL-LAB),
- deux Equipex (PHENOVIRT : dans le secteur de l'étude neuro-psychopharmacologique des troubles de l'attention et des effets de la fatigue, GAP : plateforme d'essais et de recherche sur les nouvelles technologies de groupe aéro-propulseur pour l'aéronautique et le spatial).

Ces Labex, IRT, IEED et Equipex couvrent globalement toutes les thématiques du programme et devraient donc jouer un rôle de catalyseur dans l'offre de recherche lié au programme TDM, permettant notamment de l'amplifier dans des domaines où l'offre est actuellement moins riche (c'est le cas par exemple dans le domaine de la sécurité des transports qui a vu le nombre de propositions baisser fortement en 2011 et 2012).

Le programme « Véhicules du Futur » constitué d'une dizaine d'Appels à Manifestation d'Intérêts en 2011 et 2012, soutenu par l'ADEME 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, ce dernier étant 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

<sup>30</sup> Programme Bioénergies et Biomatériaux

<sup>31</sup> Programme Systèmes Energétiques Efficaces et Décarbonés

<sup>32</sup> Programme Production (renouvelable) et Gestion de l'Electricité

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. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Le programme TDM est dédié à des recherches sur des briques élémentaires nécessaires aux avancées technologiques dans les transports. Ce programme de recherche couvre d'une part, l'amélioration des technologies conventionnelles par des recherches incrémentales et, d'autre part, des technologies en rupture pour les transports terrestres.

Les objectifs du programme TDM sont :

- **d'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>33</sup> et de polluants locaux réglementés et/ou non réglementés.
- **d'augmenter la qualité, la fiabilité, la fluidité et la sécurité des systèmes de transports** en maintenant une grande accessibilité et une haute productivité.

Ce programme s'intègre dans le cadre des actions du programme interministériel PREDIT4. Depuis 2011, le programme TDM est aussi ouvert aux domaines aérien et naval sur les thématiques de recherches communes avec le domaine terrestre de manière 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.

### Résultats et impact espérés

En ce qui concerne l'efficacité énergétique des véhicules et des systèmes de transport, les programmes antérieurs (PREDIT et VTT) ont d'une part permis de fournir les connaissances scientifiques nécessaires au développement des briques technologiques pour les systèmes de combustion et de post-traitement, ainsi que des outils numériques de conception avancés, qui démontrent le potentiel encore important de la motorisation thermique pour contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules. D'autre part, ils ont permis de développer de nouvelles architectures de motorisation et de nouveaux composants d'électronique de puissance, facteurs de gains importants sur la consommation globale du véhicule. Les impacts environnementaux attendus dans le programme TDM se situent dans cette continuité, en termes d'efficacité énergétique et d'émission de polluants.

En ce qui concerne la qualité, la fiabilité, la fluidité et la sécurité des systèmes de transport, le programme TDM a contribué au développement de connaissances scientifiques tant au niveau composant qu'au niveau système. Les impacts sociétaux attendus concernent :

- 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.

---

<sup>33</sup> Plan gouvernemental de soutien aux véhicules dé-carbonés

- Le développement de véhicules et d'éléments de systèmes de transports plus fiables, en particulier pour toutes les applications intégrant l'électronique et les technologies de l'information et de la communication.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1 - Enjeux économiques**

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

Le poste budgétaire des ménages 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 dans un marché mondialisé fortement concurrentiel. 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, NOx, particules), les réglementations des émissions existent. Les normes Euro 6 nécessitent le développement de technologies qui font l'objet d'une compétition industrielle très forte. La France a une position de leader aussi bien en termes d'émissions de CO<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.

## 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 des transports au pétrole 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 elle 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, Europe ou dans le monde

En France, le programme TDM est complémentaire des programmes portés par l'ADEME (AMI des Investissements d'avenir) et du FUI, qui sont plus en aval et visent à développer des solutions intégrées et des démonstrateurs. L'articulation et la complémentarité entre ces dispositifs de soutien à la R&D est notamment assurée dans le cadre du 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 visée dans les appels à projets**

La recherche visée dans le programme TDM est appliquée, finalisée, pouvant faire appel à des expérimentations et des développements technologiques. Cette recherche est par nature interdisciplinaire. La fourchette de TRL visée va de 1 à 5.

- **Type de partenariat de recherche**

L'AAP TDM est réservé à la recherche partenariale, sauf pour l'axe 2.2 « La sécurité et la sûreté des modes de transports » qui est ouvert à des projets de recherche dont le consortium comporte nécessairement la participation active d'un utilisateur final (entreprise, collectivité locale, ministère...).

- **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'est étendu, 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 est maintenue en 2013.

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 et dans ce cas faire état d'un effet de fertilisation croisée avec le domaine des transports terrestres.

Le programme TDM couvre les domaines d'activités suivants :

- Motorisation thermique (combustion, carburants, architecture GMP, post-traitement...);
- Motorisation électrique (machines et électronique de puissance);
- Optimisation des systèmes de motorisation (gestion de l'énergie à bord, architectures de motorisation...);
- Matériaux pour le transport (allègement, résistance au choc, diminution de la résistance au roulement...);
- Optimisation globale véhicule (aérodynamique, ACV, gestion globale de l'énergie à bord, réduction des émissions sonores...);
- Sécurité des véhicules et des systèmes (systèmes embarqués, détection des usagers vulnérables, comportement en crash...);

- Sécurité et fiabilité (systèmes de diagnostics embarqués, sécurité des voyageurs, intelligence électronique, interfaces logicielles, maintenance prédictive...);
- Aide à la mobilité (optimisation d'itinéraires, accessibilité, intermodalité...);
- Assistances à la conduite (ADAS, IHM, véhicules automatisés...);
- Communications entre usagers, véhicules et infrastructures;
- Gestion des systèmes de transport (intermodalité, régulation de trafic...);
- Optimisation des flux logistiques (transport de marchandise, traçabilité...).

Le programme TDM vise à construire des briques technologiques et de connaissances dans ces domaines sur des thématiques privilégiées, qui sont organisées en trois axes traitant 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.

Les axes et thèmes de recherche du programme TDM sont :

### **Axe 1 : Groupes motopropulseurs**

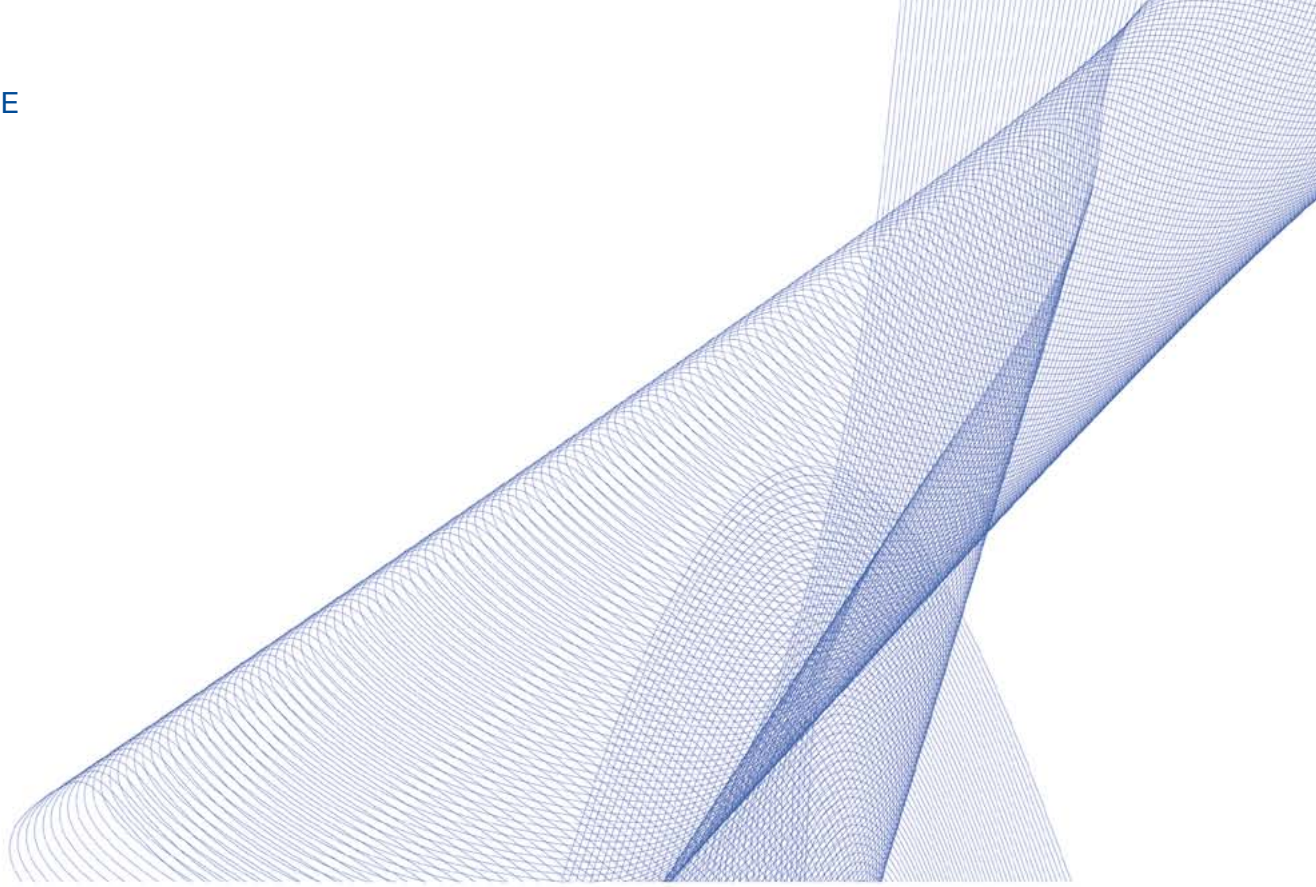
- 1.1 Motorisations électriques (machines et électronique de puissance)
- 1.2 Motorisations thermiques
- 1.3 Optimisation des systèmes de motorisation

### **Axe 2 : Véhicules et modes de transport**

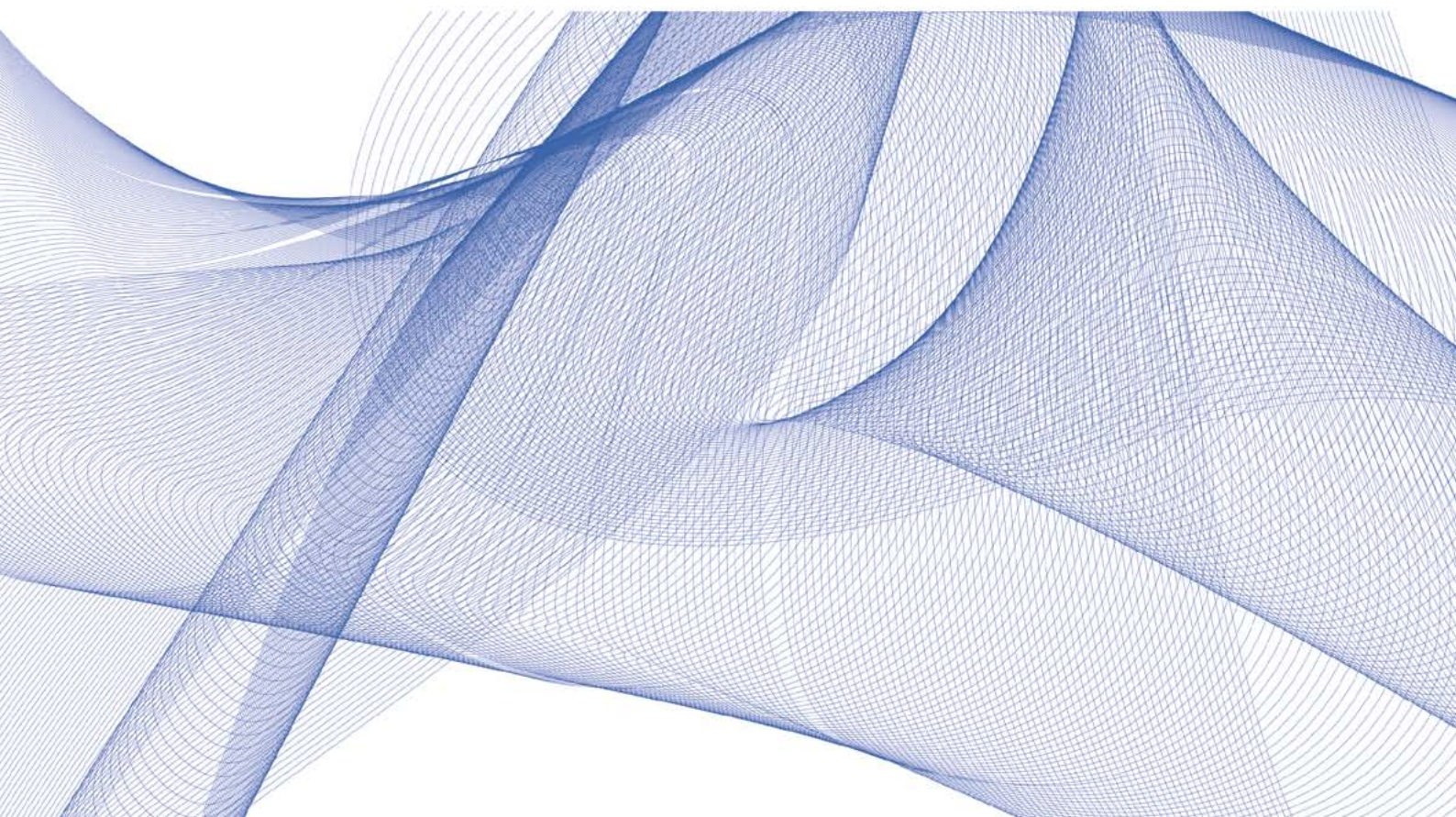
- 2.1 Les approches intégrées de conception du véhicule et cycle de vie
- 2.2 La sécurité des véhicules et des systèmes
- 2.3 La sécurité et la fiabilité des systèmes et des véhicules
- 2.4 Les aides à la conduite et au déplacement

### **Axe 3 : Les systèmes de transports**

- 3.1 Les interfaces véhicule et environnement (infrastructure, usagers, conducteurs)
- 3.2 La gestion de réseaux de transport
- 3.3 Productivité et services



# **TECHNOLOGIES POUR L'INDUSTRIE POST-CARBONE**



## Programme : Matériaux et Procédés pour des Produits Performants

### Résumé :

L'objectif du programme est le développement et l'analyse de matériaux et de procédés en vue d'obtenir des produits performants, répondant à des besoins exprimés par la société (santé, sécurité, confort), avec des contraintes liées au développement durable (nouvelles matières premières, nouvelles sources et économies d'énergies, recyclage, changement climatique) et avec le souci d'intégrer l'analyse de leurs cycles de vie. Les matériaux et les procédés peuvent également répondre à des objectifs en termes de hautes performances.

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 multi-fonctionnels, 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, Multi-échelles, Multi-physiques

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel 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, 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 matières premières (incluant les métaux stratégiques), matériaux



pour l'énergie et pour les économies d'énergie, la santé et la sécurité sont mis en avant. Un lien plus fort entre les projets et la compétitivité des produits est également souhaité.

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

Les principaux IA concernant au moins en partie les matériaux et les procédés sont listés 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 peut être le cadre. Il est probable que l'impact des Investissements d'avenir dans ce secteur amène à une forte stimulation de la recherche dans ce secteur et plus particulièrement sur le domaine des matériaux.

**EQUIPEX :**

Andromede : 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

CILEX : laser, photonique

IPGG : microfluidique

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 :**

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 :**

Jules Verne (nouveaux matériaux, automobile, aéronautique, construction navale)

M2P (matériaux, métallurgie, procédés)

AESE (aéronautique)

## 1. 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 et impact espérés

L'objectif est de favoriser le transfert de connaissance entre le monde de la recherche et celui de l'industrie et à aider les PME innovantes particulièrement nombreuses dans ces secteurs. La participation des entreprises aux éditions antérieures de ce programme a été forte puisqu'elles représentent presque la moitié des partenaires. On attend également une forte synergie entre des équipes de recherche en lien direct avec le caractère multi disciplinaires de l'appel. Les matériaux et les procédés associés sont présents dans presque tous les secteurs d'activités, qu'ils soient traditionnels ou innovants. 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 franchir pour une collaboration européenne en sera d'autant difficile.

Cela passe par :

- une forte communication autour de cet appel à projets, y compris au niveau des 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 :

- les acteurs académiques tels que : CNRS, CEA, Universités, Ecoles d'ingénieurs,...
- les centres techniques, cœur du transfert industriel,
- les industriels de grands groupes comme, par exemple, ArcelorMittal, Constellium, Solvay, 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. Contexte et enjeux sociétaux

### 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, de transformation et de mise en forme) 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 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.

Le remplacement par des matériaux de substitutions de certains matériaux ne satisfaisant plus aux critères de développement durable et/ou de la directive REACH répond également aux enjeux de sécurité.

### 2.3 - Enjeux écologiques et environnementaux

L'analyse du cycle de vie, de la recyclabilité des matériaux étudiés ainsi que l'écoconception des produits et leur rendement énergétique sont des objectifs majeurs du programme.

- **Matières premières et ressources**

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.

Le programme MatetPro comporte un axe « Matières premières : économie, substitution, réduction de l'impact environnemental » dans cet objectif.

### **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.

Ce programme, comme les autres appels ANR, vise à structurer la communauté au niveau national en lui permettant de travailler ensemble, à permettre aux acteurs nationaux de monter en puissance pour apporter au niveau européen des contributions pertinentes et bien construites. En particulier, ce programme est cohérent avec les priorités exprimées dans le programme du thème 4 « Nanosciences, Nanotechnologies, Matériaux et nouvelles technologies de production » du 7<sup>ème</sup> PCRD....

- **Caractère international du programme**

Ce programme est actuellement prévu essentiellement au niveau national, mais l'ouverture de l'axe 1 sur les ressources et les métaux stratégiques est prévue en 2013 avec l'Allemagne. Un M.o.U a été préparé en ce sens avec le BMBF. En parallèle, une participation à l'ERA-Net M-ERA.Net est prévue à partir de 2012, pour des recherches à caractère générique et plus fondamental (TRL de 1 à 2).

#### **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 de mettre en évidence des propriétés nouvelles ou améliorées. L'approche multi-échelle, multi-physique et multidisciplinaires est un challenge important pour accroître nos connaissances dans le domaine des matériaux et les relations structure-propriétés d'usage.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Ce programme concerne des projets de recherche industrielle exploratoire en partenariat public-privé. La fourchette de « Technology Readiness Level » visée est entre 2 et 4. En effet, il s'agit d'encourager l'introduction des résultats, méthodes et démarches des recherches de pointe dans l'industrie.

- **Type de partenariat de recherche**

Le partenariat est du type public privé. Le consortium d'un projet doit comprendre au moins une entreprise et un partenaire académique. Les projets peuvent être labellisés par un ou plusieurs pôles de compétitivité. Les entreprises et en particulier les PME, TPE et les Centres techniques sont des acteurs essentiels des projets. Les projets à caractère plus académique et non partenariaux relèvent plutôt du programme Blanc.

- **Participation au financement du programme**

La Direction Générale de l'Armement (DGA) participe au co-financement du programme depuis 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 multi-disciplinaires 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 2013 sera articulé suivant trois 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 technicoéconomiques 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.

Trois 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,
- la prise en compte d'analyse de cycles de vie ou d'écobilan simplifié.

### **Axes et thèmes des recherches**

L'intégration systématique de simulation numérique et d'expérimentation est attendue dans tous les axes proposés.

**Axe thématique 1 :** Matières premières et métaux stratégiques : économie, substitution, réduction de l'impact environnemental et recyclage.

Certaines matières premières peuvent présenter des pénuries pour des raisons soit de réelle rareté, de position dominante des fournisseurs, de demande, qui devient ponctuellement supérieure à l'offre, ou encore de spéculation. Il devient donc d'importance stratégique de :

- chercher des substitutions pour faire face à des raretés de matière première (intrinsèque, conjoncturelle ou stratégique), des problèmes de toxicité ou pour réduire l'empreinte carbone ;
- optimiser l'utilisation des matières premières (amélioration des performances, amélioration de la durabilité, résistance à la corrosion, à la fatigue, ...)
- prévoir les solutions de substitution pour certaines substances utilisées, éventuellement proscrites, pour la formulation de matières plastiques ;
- favoriser les matériaux biosourcés et la fonction stockage de carbone ;
- proposer des solutions pour le recyclage, notamment pour les métaux rares ;
- permettre la réutilisation, le recyclage et la réparabilité.

La génération de données permettant l'analyse du cycle de vie du produit est fortement souhaitée pour démontrer la pertinence des solutions proposées.

### **Axe thématique 2 : 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. Les matériaux pour l'énergie sont aussi abordés 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.

Pour réaliser des produits performants et compétitifs, la prévision du comportement grâce aux outils de simulation et de modélisation est devenue une démarche de base pour leur conception. 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. De même, des approches expérimentales à haut débit permettant l'acquisition de données doivent être proposées. 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, l'utilisation d'approches multi-physiques devient nécessaire et doit aussi être plus développée.

La génération de données permettant l'analyse du cycle de vie du produit est fortement souhaitée.

### **Axe thématique 3 : 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. Les liens spécifiques entre matériaux/procédés et produits deviennent dans ces conditions particulièrement importants. Une attention particulière doit être accordée à l'assemblage des multimatériaux ainsi qu'au procédé de fabrication additive. 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 les procédés de traitement de minerais et notamment en rupture (bioprocédés, hydrométallurgie, traitements physiques, etc.) devient également d'actualité, car la pression sur les matières premières nécessite l'exploitation de minerais non conventionnels pour lesquels il n'existe en général pas de solutions technologiques ou économiques satisfaisantes. 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. Sont également concernés les procédés d'élaboration et de mise en forme en rupture et faisant appel à des techniques empruntées à d'autres secteurs d'activité (impression, textile, génération de bibliothèques de matériaux haut débit, ...).

Le développement de travaux sur la modélisation et simulation numérique des procédés (élaboration, traitement, assemblage, mise en œuvre) reste un axe de développement fort. Il est nécessaire de développer des approches prenant en compte les aspects aléatoires et les incertitudes liés aux matériaux et aux processus mis en œuvre.

# M-ERA.NET

## From materials science and engineering to innovation for Europe

### Objectifs

Cet ERA-Net débuté en 2012 résulte d'une proposition visant à créer un programme unique à la suite de deux ERA-Net antérieurs (MNT-ERA.NET et MERANET). Ce programme est vaste en termes de pays participants et couvre aussi un spectre large allant de la recherche fondamentale jusqu'à l'innovation. En accord avec la DFG notamment, un thème de recherche fondamentale intégrant obligatoirement simulation numérique et expérimentation est intégré dès cette année.

### Enjeux

Une utilisation optimisée des matériaux est un élément clé pour la compétitivité et le développement de nombreux secteurs industriels. En ce qui concerne la participation de l'ANR, M-ERA.NET vise la mise en place de projets de recherche à caractère plutôt fondamental. Ces dernières années, des progrès très substantiels ont été réalisés dans les domaines de la caractérisation et de la simulation des matériaux : un axe de recherche intégrant obligatoirement simulation numérique et expérimentation sera donc proposé dans ce cadre. Cela sera de fait la contrepartie européenne du *Materials Genome Initiative* de la NSF. Compte tenu de la difficulté intrinsèque des sujets à traiter, il est donc indispensable de pouvoir puiser dans un réservoir de compétences plus large que celui du territoire national.

### Partenaires internationaux

Ce programme regroupe 24 pays (dont 21 pays membres de l'UE) et 36 agences de recherche dont une très grande majorité (27) sont des agences nationales. Il s'agit de :

**Allemagne :** Federal Ministry of Education and Research, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Forschungszentrum Jülich, Karlsruher Institut für Technologie, VDI/VDE Innovation + Technik

**Autriche :** Austrian Research Promotion Agency, Austrian Science Fund

**Belgique Flandres :** Research Foundation Flanders, Agency for Innovation by Science and Technology

**Belgique Wallonie :** Direction générale opérationnelle Economie, Emploi & Recherche

**Chypre :** Research Promotion Foundation

**Estonie :** Estonian Science Foundation

**Espagne :** Idea Agency Andalusia, Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias, Foundation for knowledge MADRIMASD

**Finlande :** Finnish Funding Agency for Technology and Innovation

**France :** Agence Nationale de la Recherche, Regional council Midi-Pyrenees

**Hollande :** Netherland Organisation for Scientific Research

**Israël :** Israeli Industry Centre for R&D

**Iceland :** Icelandic Centre for Research

**Italie :** Ministry of Education, University and Research, Regione Piemonte

**Lettonie :** Latvian National Academy of Sciences





**Lithuanie:** Research Council of Lithuania

**Luxembourg:** National Fund for Research

**Pologne :** National Centre for Research and Development

**Portugal:** Foundation for Science and Technology

**Roumanie :** National Agency for Scientific Research

**Slovenie :** Ministry of Higher Education, Science and Technology

**Slovaquie :** Slovak Academy of Science

**Suède :** Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

**Royaume Uni :** Technology Strategy Board

**Turquie :** Scientific and Technological Research Council of Turkey

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

Le rôle de l'ANR dans cet ERA-Net se situe essentiellement au niveau de la tâche de programmation stratégique, en forte collaboration avec la DFG.

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



## Programme : Chimie durable – Industries – Innovation- CD2I

### Résumé :

La chimie est une industrie dont un des principaux challenges d'innovation consiste à intégrer pleinement les concepts du développement durable. 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 à la source 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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert à des consortia publics aussi bien qu'à des consortia de partenariat public-privé
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** :

Ce programme s'inscrit dans la continuité du programme « Chimie et Procédés pour le Développement Durable – CP2D » (2007-2009). Il en reprend l'essentiel des objectifs, mais il devient essentiellement partenarial et ses thématiques scientifiques ont été nettement modifiées, notamment afin de favoriser l'interaction chimie/procédé.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Le programme CD2I présente des interfaces avec les programmes BioME, SEED, CESA et ECO-TS. Il s'agit en réalité beaucoup plus de complémentarités.

Complémentarité avec le programme BioME : ce programme traite de la valorisation conjointe matière-énergie des filières avec notamment le développement des filières intégrées en chimie du végétal, en particulier pour l'élaboration de « molécules plateformes ». De façon complémentaire, les travaux concernant la deuxième transformation de ces molécules plateformes en molécules à forte valeur ajoutée, relèvent du Programme CD2I (Chimie Durable- Industrie-Innovation).

Complémentarité avec le programme SEED : ce programme aborde la valorisation du CO<sub>2</sub> sans transformation ou par minéralisation. La thématique de la valorisation chimique du CO<sub>2</sub> est, elle, intégrée dans CD2I.

Complémentarité avec le programme CESA : l'axe 1 du programme CESA s'intéresse à la métrologie et plus particulièrement la détection et la caractérisation des contaminants en vue de l'identification de leur caractère toxique. CD2I aborde la toxicologie des molécules chimiques essentiellement sous l'angle de la prédiction par des méthodes QSAR.

Complémentarité avec ECO-TS : CD2I aborde le traitement des pollutions dans son axe 3 « Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux », de façon plus ciblée (développement de procédés de dépollution).

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

Une première analyse des projets soutenus lors des deux vagues 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 :**

SENS : caractérisation RMN

IPGG : microfluidique

REALCAT : plateforme intégrée Appliquée au criblage haut débit de Catalyseurs pour les bioraffineries

**LABEX :**

CheMISys : procédés pour la séparation, la décontamination et le recyclage

ARCANE : chimie durable

CHARMMMAT : éco-conception, chimie durable

TEC XXI (vague 2) : Ingénierie de la Complexité

SYNORG : synthèse Organique : des molécules au vivant, catalyse

**IEED :**

INDEED : usine, procédés et chimie décarbonée

PIVERT : bioraffinerie/ressources végétales

IFMAS : chimie des matériaux biosourcés

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

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 et impact espérés**

Dans le domaine de la chimie, une recherche de base et une innovation fortes prenant en compte la protection de l'environnement sont nécessaires. Elles ont été mises en avant en 2005 par le groupe de réflexion « Avenir de l'industrie chimique en France à l'horizon 2015 ». En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé des actions concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain, qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017.

La maîtrise des impacts et des risques liés aux substances et produits chimiques sur l'homme et l'environnement, telle qu'elle apparaît à travers la mise en place du règlement européen REACH (effective depuis le 1<sup>er</sup> juin 2007) est devenue un objectif majeur. Il faut dès à présent envisager des solutions de substitution aux plus dangereuses comme les CMR (cancérigène, mutagène, reprotoxique).

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 permet 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. Contexte et enjeux sociétaux**

### **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 a été 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 1100 entreprises, dont **80 % de PME-PMI**, réparties sur l'ensemble du territoire, pour un effectif direct voisin de plus de 178 000 salariés, l'industrie chimique représente un gisement d'emploi important qui, dans un contexte de restructuration et de délocalisation, doit être au minimum maintenu. Une recherche et une innovation forte devraient y participer.

- **Enjeux 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 devront être renouvelées 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.

- **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.

#### **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. Dans ce dernier cas, une première étude économique comparative est vivement recommandée. Le programme vise aussi des ruptures technologiques conduisant à l'émergence de nouveaux procédés intrinsèquement plus propres et plus sûrs.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme CD2I de l'ANR a vocation à financer des projets de recherche et d'innovation qui relèvent surtout de la recherche fondamentale (RF) et de la recherche industrielle (RI). De plus, les projets pluridisciplinaires sont encouragés. Cela correspond donc à une fourchette de TRL que l'on peut évaluer de 2 à 5.

- **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.

<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>

- **Participation au financement du programme**  
L'ANR finance seule le programme.

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Le programme « Chimie durable – Industries – Innovation – CD2I » a évolué depuis sa 1<sup>ère</sup> édition en 2010 et est désormais structuré autour de 3 thèmes de recherche et d'innovation :

- Ressources, voies et produits alternatifs innovants
- Réactions et procédés efficaces
- Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux

- **Axe 1 : Ressources, voies et produits alternatifs innovants**

La chimie industrielle produit environ 30 000 substances. Sur ces 30 000 substances, 60 % sont issues de ressources fossiles, autrement dit, du pétrole, du gaz ou du charbon. Dans cette thématique, chaque consortium doit être en mesure de démontrer les améliorations potentielles qu'apporterait le projet par rapport à une voie classique. Dans le cas de nouvelles molécules le projet devra comprendre une phase de réflexion et une liste d'indicateurs renseignés ou à renseigner sur l'impact environnemental de la solution. Cet axe s'intéresse à :

- **la recherche de nouvelles ressources** (pour faire face à l'épuisement des ressources fossiles et/ou minérales, ou métalliques et promouvoir de nouveaux produits). Cela concerne la synthèse d'intermédiaires chimiques nouveaux ou existants à partir de l'exploitation de matière première carbonée dite renouvelable issue de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la mer, du CO<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 ; 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 responsable 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 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. La catalyse enzymatique constitue un outil à privilégier pour la mise en œuvre de réactions dans des conditions compatibles avec la préservation de l'environnement (milieux aqueux, pH non extrêmes, températures peu élevées). Des projets portant sur la diversification des sources d'enzymes, l'amélioration de leur efficacité et de leur stabilité, la conception de biocatalyseurs originaux, seront appréciés. A terme, les biotechnologies blanches doivent apporter une contribution importante à la transition vers une bio-économie fondée sur l'exploitation du carbone renouvelable. Ce thème s'intéresse donc 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.

- **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.



- **Les solvants et réactifs sans COV** : ce thème concerne l'utilisation de nouveaux solvants et milieux de synthèse non ou peu générateurs de COV.

- **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.

- **Axe 3 : Chimie et procédés au service des grands défis environnementaux**

L'amélioration de la qualité de l'environnement s'appuie sur deux stratégies complémentaires : le développement d'une approche préventive (minimisation de l'utilisation de solvants générateurs de COV, minimisation des sous-produits ... thèmes présents dans l'axe 2) et une approche curative, objet de l'axe 3, axée sur l'amélioration des traitements des pollutions en coordination avec les approches de technologies curatives traitées dans le programme ECO-TS. Cet axe aborde plus particulièrement :

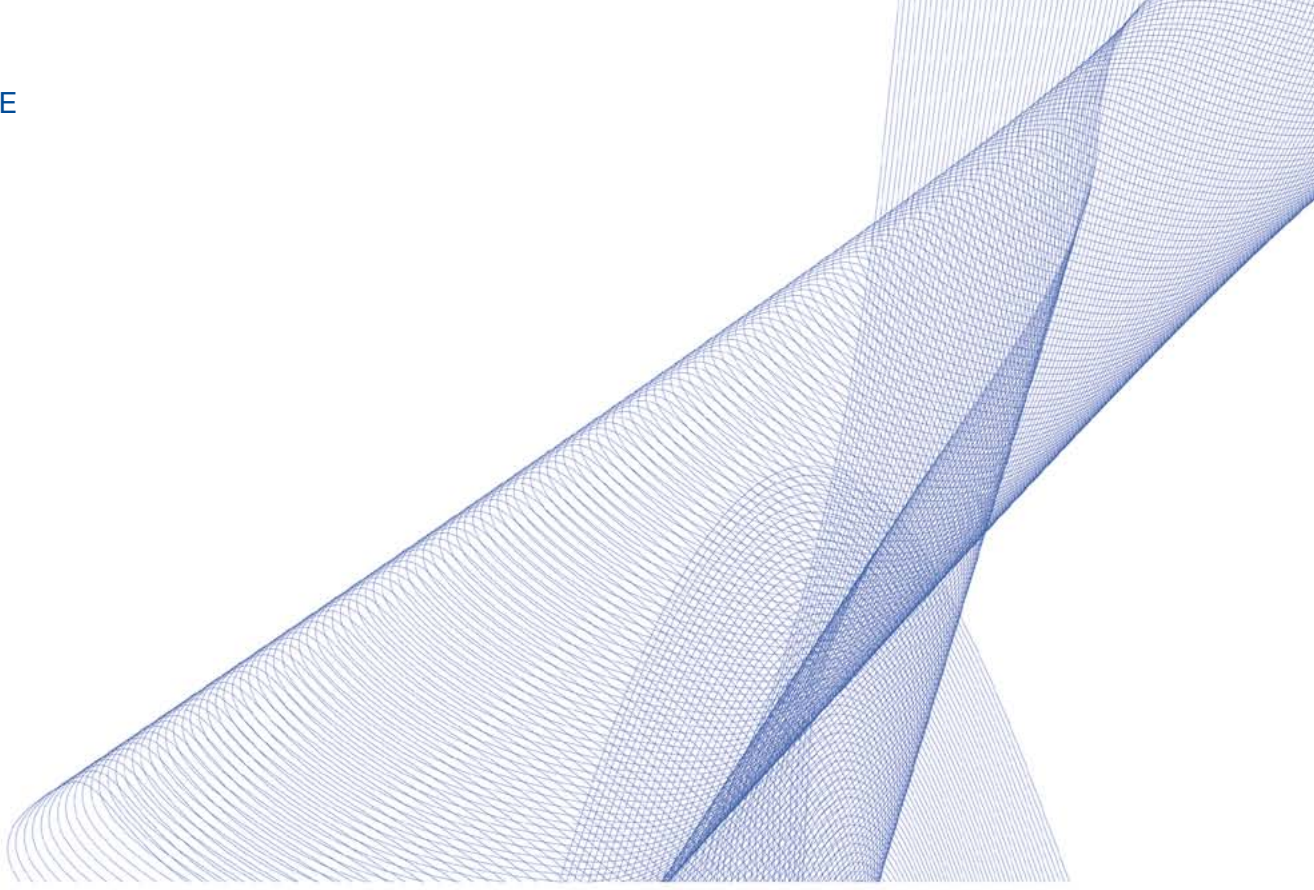
- **La prévention et lutte contre la bio-contamination** : l'objectif est de maîtriser l'hygiène des matériaux utilisés dans des secteurs très diversifiés. Ce thème aborde les nouvelles méthodes de décontamination physiques et/ou chimiques et/ou biochimiques, la mise au point de nouveaux matériaux et approche antimicrobiennes, les méthodes de détection des biocontaminants à faible niveau, pour contrarier la formation du biofilm...

- **La biodégradabilité** : sont concernés 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.

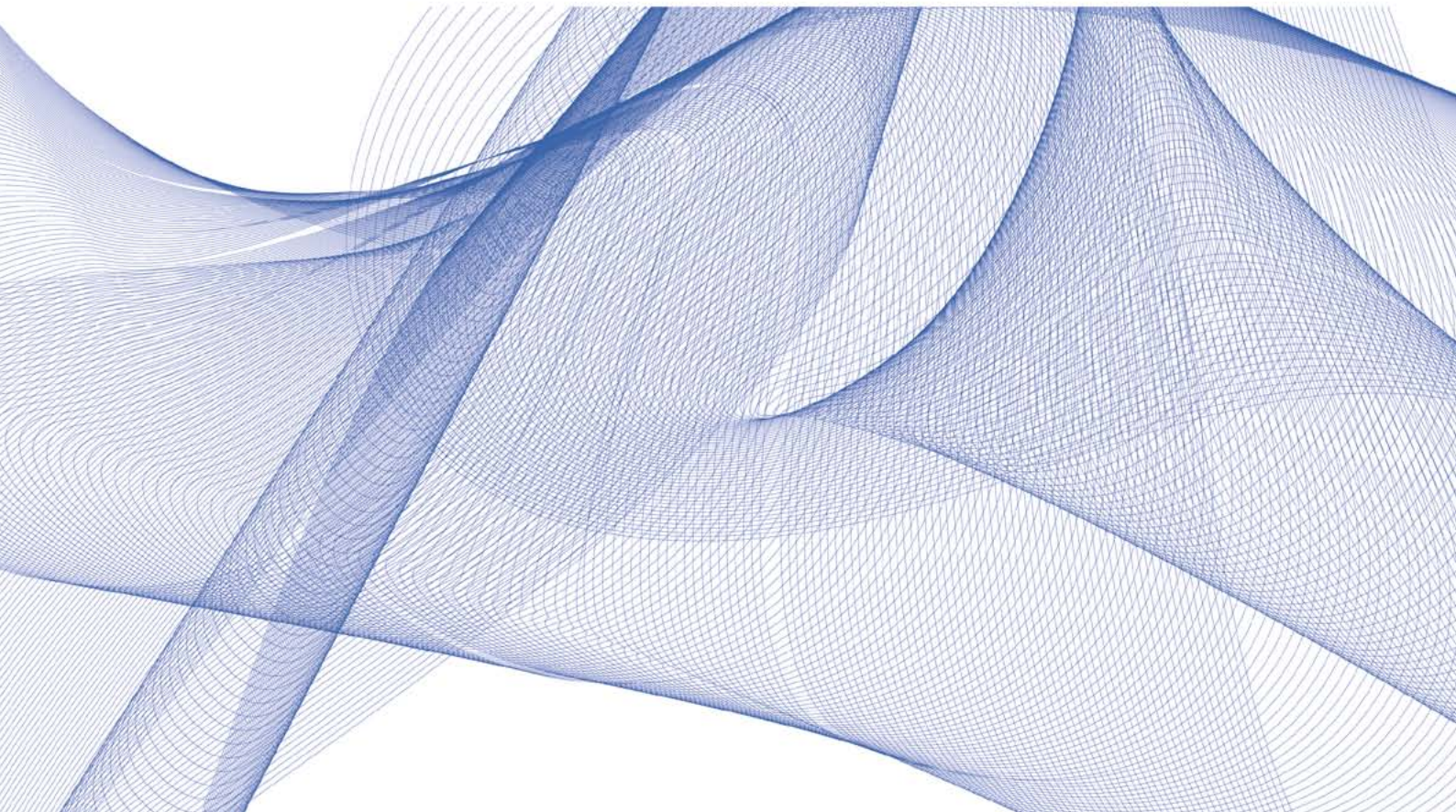


## LE NUMÉRIQUE





# TECHNOLOGIES DU NUMÉRIQUE



## Programme : Infrastructures matérielles & logicielles pour la société numérique (INFRA)

### Résumé :

Le programme Infrastructures pour la société numérique recouvre toutes les recherches visant à produire les infrastructures matérielles et logicielles rendant disponibles des **ressources ubiquitaires de communication, de stockage et de calcul**.

Ces infrastructures sont très largement réparties, à des échelles très diverses, 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 en puissance 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, réseaux centrés contenus, nouveaux protocoles
- 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, infrastructure pour les « big data »
- Processeurs multi-cœur, processeurs spécialisés, capteurs, actuateurs
- Mobilité, auto organisation, network science, sûreté, résilience, multi-échelle, efficacité énergétique, interopérabilité, optimisation des ressources
- Infrastructures pour les usages dans la santé, l'environnement, l'habitat, le transport, le tourisme, la gestion du risque)

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 et 2013
- **Type de programme** : mixte
- **Dimension internationale du programme** : programme national avec quelques accords d'ouverture à l'international.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : La programmation 2011-2013 étant dans la continuité de la programmation 2008-2010, ce programme regroupe tous les thèmes précédemment traités dans le programme « réseaux du futur et services – VERSO » et les aspects infrastructures matérielles et logicielles traitées précédemment dans le programme « Systèmes embarquées et grandes infrastructures – ARPEGE ».

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

INFRA a des interfaces disciplinaires ou thématiques avec d'autres programmes ANR :

- Le programme P2N (nanotechnologies, nanosystèmes) sur les composants matériels : INFRA s'adresse davantage aux composants et sous-systèmes matériels et logiciels dédiés aux infrastructures de communication, de calcul ou de stockage ;
- Les programmes Villes et Bâtiments Durables, Transports Terrestres Durables, Production (renouvelable) et gestion de l'électricité (PROGELEC), EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS), Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales, pour les questions qui utilisent des infrastructures de communication, de stockage et de traitement : INFRA vise à résoudre les verrous technologiques liés aux infrastructures elles-mêmes ;
- Le programme Technologies pour la santé et l'autonomie (AAL) sur les infrastructures de service : INFRA vise à lever les verrous au niveau des infrastructures de service qui peuvent dès lors être utilisées dans le domaine AAL ;

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

Les Equipex EQUIP@MESO (Équipement d'excellence de calcul intensif de Mésocentres coordonnés - Tremplin vers le calcul pétaflopique et l'Exascale) et FIT (Internet du Futur des Objets) vont créer des opportunités pour le montage de projets. Le Labex COMIN Labs (Digital Communications and Informatics for Future Internet), les IRT B-COM (Réseaux et infrastructures numériques) et SYSTEMX (Ingénierie numérique des systèmes) labélisés en 2012 devraient aussi constituer un vivier d'idées novatrices pour INFRA.

Les appels du FSN « Sécurité et résilience des réseaux », « Services mobiles sans contact », « Informatique en nuage », « Ville numérique », « Systèmes de transport intelligents » se rapportent également aux thématiques de INFRA. Ces appels attendent des projets d'envergure par leur coût global et leur couverture. Ils sont orientés **solutions et intégratifs**. En ce sens, ils ont une facette **innovation marquée en regard du marché et de la concurrence**. Le programme INFRA se situe plus en amont que les appels FSN en termes de TRL. INFRA est aussi plus approprié pour imaginer, concevoir, développer et mettre au point des éléments/briques dont le **périmètre scientifico-technique est plus circonscrit**.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Ce programme vise à soutenir la recherche et des expérimentations dans des domaines stratégiques que sont les infrastructures pour l'Internet du futur, les nouveaux services et modes d'utilisation associés, la science des réseaux, l'intelligence ambiante, le calcul et stockage haute performance et la disponibilité ubiquitaire des données. Ces domaines sont des priorités de la SNRI et sont considérés comme les domaines les plus porteurs d'innovation pour le développement des sciences du numérique pendant les prochaines années.

Il s'agit de positionner la recherche en France dans le groupe de tête des pays actifs sur l'évolution des réseaux de communications et services associés à long terme, des infrastructures de calcul haute performance et des services numériques, de développer des connaissances dans les laboratoires publics mais aussi de favoriser leur diffusion dans le milieu industriel, que ce soit par le biais des résultats obtenus en commun ou de la mise en contact de jeunes chercheurs avec des partenaires industriels.

Enfin, le programme vise à soutenir la diffusion des technologies de l'information dans des nouveaux secteurs en proposant de nouveaux services et usages à forte valeur ajoutée pouvant se disséminer au plan mondial, transformant ainsi les avancées technologiques en source de compétitivité et de nouveaux marchés pour les entreprises.

### Résultats et impacts espérés

- Soutenir la recherche et les expérimentations dans les domaines stratégiques des infrastructures (matérielles et logicielles) de communication, de traitement et de stockage de l'information, de l'intelligence ambiante et des services numériques associés.
- Développer la connaissance et structurer les collaborations entre le monde de la recherche académique et celui de l'industrie pour les rendre plus efficaces.
- Mettre en place des plates-formes de recherche ouvertes permettant de mutualiser les efforts et/ou les moyens de manière pérenne.
- Améliorer la capacité d'innovation des PME et l'apparition de nouveaux acteurs en particulier dans le domaine des technologies de l'information.
- Diminuer le coût de développement de nouveaux composants et services.
- Anticiper des ruptures technologiques ayant potentiellement un impact sociétal sur l'organisation et les relations entre les citoyens.
- Maintenir et développer un leadership international des entreprises françaises dans les domaines des infrastructures (composants matériels et logiciels) numériques.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques

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

L'activité économique et sociale des pays développés est déjà dépendante de façon cruciale à des infrastructures numériques. Ces dernières, à l'image d'Internet, 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 d'une part pour le développement de nouvelles technologies et de nouveaux usages centrés sur le citoyen, et d'autre part pour stimuler la compétitivité des entreprises françaises au niveau national, européen et international.

- **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 composants de services ainsi que la composition de services permettant de diminuer le temps et le coût de création de ces services. Tous les environnements de production de biens et de services vont en général accroître de façon significative leur recours aux TIC pour améliorer leur compétitivité.

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

Les thèmes développés dans le programme INFRA sont au cœur d'une compétition internationale acharnée pour gagner des parts de marché dans le domaine grand public ou encore des niches technologiques à fort potentiel économique. L'enjeu est majeur car il s'agit d'une large part de l'industrie du futur qui est concernée. Il s'agit de maîtriser, au niveau de la fabrication, de la conception et de la réalisation, un ensemble de technologies qui seront primordiales pour les infrastructures numériques du futur à l'échelle mondiale. Il s'agit également de pouvoir créer et influencer les normes sur lesquelles seront basées ces infrastructures.

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Les problématiques au cœur du programme INFRA sont partagées par de nombreux pôles de compétitivité distribués géographiquement sur tout le territoire. La synergie entre ce programme et les pôles de compétitivité comme System@tic Paris-Région, Cap Digital (Ile-de-France), Minalogic (Grenoble) et Aerospace Valley (Sud-Ouest) est un enjeu important pour assurer la continuité amont-aval entre les centres de recherches académique et les industries locales sur des sujets phares pour l'industrie française dans le domaine des infrastructures de communication, de stockage et de traitement.

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **Enjeux relatifs à l'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 toujours 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 ont d'ores et déjà des retombées en termes de bien-être social même si aujourd'hui nous ne pouvons encore en estimer l'étendue : santé et assistance à domicile, habitat, services à la personne, éducation et plus généralement accès à la culture, commerce, transport et environnement (déploiement intelligent de transports, 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. Dans un contexte de société vieillissante, les technologies de l'information et de la communication peuvent apporter des solutions adaptées aux personnes âgées vivant encore dans leur propre domicile.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Les enjeux de souveraineté nationale ou européenne sont évidents : la maîtrise de la production, du stockage, du placement et du traitement de l'information et de la capacité à y accéder est devenue de plus en plus stratégique alors que les menaces théoriques potentielles sur les infrastructures numériques progressent, notamment par la banalisation des technologies et la croissance globale de l'expertise technique.

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

Le développement des réseaux permet l'émergence de nouveaux modes de distribution de contenus multimédia, facilitant un accès plus large à la connaissance et à la culture. Les réseaux sociaux ont bouleversé ces dernières années les schémas de communication et d'images avec un impact fort sur la culture.

- **Enjeux légaux et réglementaires**

Les nouveaux produits et services permis par les technologies numériques bousculent parfois les fondamentaux des pratiques régulant les relations entre acteurs, le commerce, les communications voire les fonctions régaliennes. Quelques exemples emblématiques sont le respect de la vie privée (et sa contrepartie en matière d'interceptions légales), le contrôle des droits d'auteurs et droits dérivés (quand la duplication des biens est devenue quasiment gratuite et instantanée), la complexification de la notion d'identité, le contrôle de la gestion des ressources publiques. Les caractéristiques intrinsèques des infrastructures doivent pouvoir s'adapter aux réglementations en vigueur mais aussi permettre une adaptation aux évolutions nécessaires pour supporter les nouveaux usages.

## **2.3 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 communication, rendant possible le télétravail, les téléconférences, les services associés, la consultation médicale à distance, évitant ainsi des déplacements, l'utilisation des TIC 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**

Les thèmes du programme sont très proches du défi 1 « Infrastructures de réseaux et de services omniprésents et fiables » du programme ICT du 7<sup>e</sup> 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 pour les aspects infrastructures matérielle et par le programme EUREKA ITEA pour les aspects infrastructures de service. Dans ce contexte, les objectifs de ce programme sont également 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 le cadre plus simple qu'offre l'ANR) mais aussi en permettant aux acteurs nationaux d'accumuler des compétences et des réalisations qu'ils peuvent mettre à leur actif. Il s'agit également 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**

L'ouverture du programme en 2013 avec l'Allemagne, Canada, le Japon et la Chine sont en cours d'instruction. Les sujets recherche amont de ce programme sont également traités par l'ERA-NET CHISTERA que l'ANR coordonne.

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

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

L'introduction massive du numérique dans la société bouleverse les usages et met de plus en plus de pression sur les infrastructures numériques. Celles-ci doivent évoluer de manière importante et permanente pour accompagner les besoins de plus en plus importants de la transformation numérique. Les nouveaux défis scientifiques et technologiques sont permanents pour mettre en place des infrastructures plus rapides, plus sûres, moins consommatrices d'énergie, etc. Les challenges doivent être non seulement traités en aval (recherche technologique et industrielle) pour intégrer des briques technologiques mais également en amont (recherche scientifique) pour identifier et maîtriser les technologies du futur sans lesquelles la transformation vers le tout numérique ne pourrait aboutir. La France dispose d'une infrastructure de recherche publique solide dans le domaine du numérique avec l'INRIA, l'Institut Télécom, le CEA, le CNRS (avec la création de l'INS2I). L'alliance Allistène fédère ce paysage de la recherche publique. Le programme INFRA est un instrument majeur de consolidation et développement de la dynamique de R&D dans le domaine du numérique, en promouvant l'intégration d'industriels dans les projets.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme est centré sur une recherche principalement partenariale de trois types : recherche amont (sur des sujets qui nécessitent de lever des verrous scientifiques forts), recherche industrielle (sur des sujets clés pour l'industrie et sa compétitivité internationale) et enfin une recherche expérimentale, notamment en direction des PME qui souhaitent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché ou pour mettre en place des plateformes innovantes. La répartition des projets sur cette typologie sera évaluée pour répondre aux objectifs du programme.

- **Type de partenariat de recherche**

On vise un ratio de 90 % de projets en partenariat public-privé et 10 % de projets n'impliquant que des laboratoires pour des 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 », incluant à la fois des PME, des partenaires de la recherche et du développement technologique, ainsi que les utilisateurs finaux.

- **Participation au financement du programme**

Financement exclusivement par l'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 de celle de 2011, qui sont reproduites ici : les modifications à la marge proposées sont indiquées **\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\***. Il s'agit des nouveaux défis scientifiques identifiés : le déluge de données dans l'Internet (« *bigdata* »), le « cloud computing », la volonté d'utiliser de nouvelles techniques inspirées de la biologie et enfin la volonté de mieux comprendre les interactions dans les grands réseaux dans le cadre de la science des réseaux («*network science*»).

### **AXE THEMATIQUE 1 : INFRASTRUCTURES POUR LES RESEAUX DU FUTUR**

L'architecture des réseaux doit évoluer pour faire face à l'intégration d'entités multiples et hétérogènes (terminaux personnels, capteurs-actuateurs, objets, machines) et à de fortes contraintes de passage à l'échelle, de temps réel, de gestion de l'énergie, de mobilité ou de performances. Dans ce contexte, l'interconnexion doit être garantie et maximale afin de permettre l'accès au monde physique, aux données et aux traitements à partir de n'importe quel terminal à travers l'Internet (lien avec les environnements pervasifs).

Cet axe thématique vise à soutenir les initiatives de recherche sur les mécanismes et architectures de communication innovants qui doivent être pensés et conçus afin de permettre l'accès transparent à tous les éléments communicants, en toute sécurité et avec la qualité nécessaire, et de donner naissance à un Internet polymorphe, qui intègre les nouveaux services et nouveaux usages, au-delà des modèles d'adressage et de communications connus. Cette évolution vers l'Internet du futur ne sera possible que par la mise au point de nouveaux mécanismes et outils pour l'interopérabilité et la gestion autonome et reconfigurable de réseaux complexes qui permettront d'obtenir une qualité d'expérience adaptée à chaque service ou combinaison de services avec une continuité dans un environnement ubiquitaire (fixe et mobile). Par ailleurs, replacer l'Internet du futur dans une perspective de services ubiquitaires et de mobilité généralisée conduit à repenser les relations entre **les périphéries** et le cœur du réseau.

### **AXE THEMATIQUE 2 : INFRASTRUCTURES POUR LES SERVICES DU FUTUR**

Les 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 « cloud computing »** et dématérialisée ainsi que l'Internet comme plate-forme applicative.

Les enjeux transversaux traités dans cet axe 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 (si un projet a comme focus la sécurité, il doit plutôt être proposé dans le programme INS).

Les défis scientifiques et techniques posés sont 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 liées 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, ***\*\*compréhension des interactions à grande échelle et leur modélisation : network science\*\****).

### **AXE THEMATIQUE 3 : TECHNOLOGIES POUR LES INFRASTRUCTURES**

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 étudier pour non seulement améliorer les performances, réduire les volumes et 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 THEMATIQUE 4 : INFRASTRUCTURES POUR LES SERVICES INNOVANTS**

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, les loisirs, la vie sociale, le service au citoyen, le tourisme, le management du risque, etc. Les enjeux sont de traiter les problèmes et les contraintes spécifiques à l'application (ou à la combinaison d'applications) concernée et d'évaluer ainsi la pertinence de nouvelles solutions. L'objectif est d'identifier, à travers des cas d'usages, de nouveaux verrous technologiques et scientifiques dans les infrastructures logicielles et matérielles existantes et d'étudier les solutions appropriées. Il s'agit aussi de promouvoir la création, le développement et l'étude de nouveaux usages pour de nouveaux enjeux économiques et sociétaux. On pourra ainsi impliquer les usagers et/ou les acteurs des secteurs applicatifs très tôt dans le processus de conception et d'appropriation des nouvelles solutions, ou encore dans l'identification des besoins et des modes d'utilisation, ou bien parmi les technologies en devenir, celles qui répondront à des besoins de la société et de l'économie.



## Programme : Ingénierie Numérique & Sécurité (INS)

### Résumé :

La pénétration et la croissance exponentielle des sciences et techniques numériques dans la société, l'économie (industrie et services), 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'invention, la conception et la mise au point de paradigmes, éléments/briques technologiques, méthodes et d'outils originaux pour les systèmes logiciel et matériel ainsi que leurs intégration et évolution.

Le programme vise l'innovation en matière d'architectures matérielles et logicielles, de systèmes embarqués, de qualité de ces systèmes numériques, de sécurité surtout, tant au niveau des parties matérielles que de l'information traitée et stockée (intégrité, confidentialité...), de sûreté de fonctionnement, d'approche système et de passage à l'échelle (systèmes d'information), de facilité d'utilisation via la prise en compte des facteurs humains en amont (exigences) et en aval (utilisabilité) ainsi que l'adaptation et la performance via tout type d'optimisation comme l'économie d'énergie.

### Mots clés :

Logiciel, matériel et systèmes embarqués ; sécurité logicielle, matérielle et système ; protection de la vie privée ; systèmes d'information ; génie logiciel ; évolutivité ; co-intégration matérielle/logicielle ; systèmes cyber-physiques ; ingénierie dirigée par les modèles ; sûreté de fonctionnement ; résilience ; vérification & validation ; test ; contrôle-commande ; composants ; architectures ; micro-systèmes ; économie d'énergie ; disponibilité ; durabilité.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011 – 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national avec quelques accords d'ouverture à l'international.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : INS 2011 et 2012, ARPEGE 2008, 2009 et 2010

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** : ce programme est notamment complémentaire d'autres programmes « applicatifs » de l'ANR, dédiés à des secteurs de diffusion des sciences et technologies de l'information et engendrant des besoins en sécurité, sûreté, surveillance :
  - Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale : cybercriminalité (technologies numériques de protection), respect de la vie privée ;
  - TECSAN, AAL : embarqué, interopérabilité, sûreté, sécurité et acceptabilité des dispositifs médicaux ;
  - Transports Durables et Mobilités, Villes et Bâtiments durables : systèmes embarqués, sécurité, sûreté, surveillance ;

Il est aussi complémentaire du programme Sociétés Innovantes qui s'intéresse aux questions de diffusion sociétale de l'informatique pervasive et mobile.

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

Les IRT AESE, SYSTEM X (sécurité, embarqué, ingénierie logicielle) et dans une moindre mesure B-COM (sécurité, ingénierie logicielle) vont certainement constituer des creusets naturels pour le montage de futurs projets partenariaux INS.

Les Labex COMIN LABS, DigiWorlds, PERSYVAL-Lab et dans une moindre mesure NUMEV, les Equipex ROBOTEX et FIT englobent des thématiques du programme INS. Au-delà, de nombreux projets financés par les Investissements d'Avenir dont le cœur n'est pas « STIC » font appel aux contributions de thématiques du programme INS, comme l'embarqué en mobilité, par exemple pour le Labex IMOBS3.

L'axe thématique 1 (sécurité) a un lien marqué avec les appels 2011 et 2012 du « Fonds national pour la Société Numérique » (FSN) : « Technologies de sécurité et résilience des réseaux » (2 appels ont eu lieu en 2011). Ces appels visaient à financer 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 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 thématique 3 d'INS, lié à « Technologies de base du numérique briques génériques du logiciel embarqué » du FSN (2 appels en 2011, 1 appel en 2012).

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Ce programme vise 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 (API en anglais) 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), en complément du programme « Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique » qui se focalise sur la communication et 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, SIP...), 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 dans une vision système.

## Résultats et impacts espérés

Ce programme vise à :

- positionner la recherche 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) jusqu'aux grandes échelles (p.ex., réseaux de gestion intelligente de l'énergie) ;
- conforter et développer des compétences nationales sur des 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.

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques

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

Les équipements, dispositifs et systèmes numériques dont le développement est au cœur de ce programme visent à faciliter la vie au quotidien ou sont à usage directement professionnel. Ainsi, les systèmes embarqués sont en train de se répandre dans de nombreux secteurs, pour de nombreuses applications : électronique et informatique dans les moyens de transport, moyens de surveillance, téléphonie, divertissement... La fabrication de ces systèmes et leur qualité de service dépendent fortement de nouveaux paradigmes, technologies, plateformes 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 (suite à des 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 (énergie par exemple) et sociaux (e-administration par exemple). En santé, on ne peut plus imaginer un appareil médical sans composants électroniques et logiciels. 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, leur surveillance. 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 (e.g., puces sécurisées) et logiciels (e.g., plateformes cloud privées et/ou ouvertes) 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 sur étagère pour faciliter leur adoption, diffusion puis intégration aisée. La certification en regard de normes qualité doit 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.

INS s'intéresse à la production et la fourniture de logiciels propriétaires et libres (*open source* notamment). Ces deux modes vont économiquement cohabiter dans le futur, le logiciel libre ayant 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 émergents, est aussi une issue potentielle.

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 (par exemple, les logiciels pour télévision haute définition) est une ambition 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 (préventive et curative), 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).

La sûreté et la sécurité numériques visent prioritairement à protéger l'utilisateur et son intégrité mais ces qualités d'un système numérique sont aussi cruciales pour l'image d'un produit, sa réputation et donc sa pérennité et son succès économiques (fiabilité d'une automobile, résistance aux pannes d'un ascenseur, etc.).

## 2.3 Enjeux écologiques et environnementaux

Ce programme se préoccupe également de l'impact des TIC sur l'environnement. En ce sens, il pourra soutenir des projets visant l'économie d'énergie, l'optimisation 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 (par exemple, solution matérielle/logicielle fondée sur un intergiciel dédié déployé dans un bâtiment « intelligent » pour diminuer sa consommation d'énergie).

Ces outils peuvent aussi être déployés à des fins de surveillance de zones à risque ou d'une infrastructure de production industrielle critique.

### 3. Positionnement stratégique du programme

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

INS s'inscrit naturellement dans les thématiques françaises prioritaires pour le 7<sup>e</sup> PCRD et le 8<sup>e</sup> en préparation (embarqué, électronique avancée, dont composants de nouvelle génération, électronique 3D), les systèmes embarqués et leur sécurité en plus de la traditionnelle sûreté de fonctionnement. Sont mis en avant l'interfaçage et l'intégration de briques au sein de technologies génériques applicables à de nombreux secteurs d'activités (énergie, transport...). Ces 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 ainsi que les documents préparatoires Horizon 2020, 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, [www.itea2.org](http://www.itea2.org)), EURIDIPES (systèmes intégrés intelligents, [www.euripides-eureka.eu](http://www.euripides-eureka.eu)) ou encore des initiatives conjointes comme ARTEMIS ([www.artemis-ju.eu](http://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 ([www.nitrd.gov/Subcommittee/hcss.aspx](http://www.nitrd.gov/Subcommittee/hcss.aspx)).

- **Caractère international du programme**

L'ouverture du programme en 2013 avec le Canada, le Japon et la Chine sont en cours d'instruction. Les sujets recherche amont de ce programme sont également traités par l'ERA-NET CHISTERA que l'ANR coordonne.

#### 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 (INS2I). L'alliance Allistène fédère ce paysage de la recherche publique. Le programme INS est un vecteur significatif de consolidation et développement de la dynamique de la recherche dans le domaine embarqué, sécurité, ingénierie logicielle/matérielle, promouvant l'intégration d'industriels dans les projets. Les enjeux technologiques visent la préservation/consolidation d'un leadership en embarqué et en sécurité au travers de grands acteurs (EADS, Thales, Orange, Gemalto, Technicolor...) ainsi que leur tissu partenarial des PME ; l'incubation et le lancement de PME innovantes à l'issue de l'obtention de résultats proches du marché dans les projets est « standard » dans ce programme.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Le programme est centré sur de la recherche partenariale avec peu de projets amont (TRL 3) sur quelques thématiques cruciales pour préparer le futur (embarqué multi-cœurs, mémoires magnétiques par exemple). L'essentiel et reste des projets attendus se situent entre les TRL 4 et 7.



- **Type de partenariat de recherche**

Ce programme ne soutient que des projets collaboratifs. On cherche en particulier à soutenir presque 100% 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 exclusif par l'ANR.



## Programme : Contenus Numériques et Interactions (CONTINT)

### Résumé :

Le programme rassemble deux domaines entre lesquels il existe de multiples convergences :

- la filière des contenus numériques : capture, stockage, création, production, édition, traitement, interprétation, interaction, économie et usages ; ce domaine recouvre tout type de contenu multimédia (texte, image, vidéo, son, parole), public ou privé et s'applique à différents domaines tels que 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 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 l'analyse des données par des méthodes symboliques, statistique ou d'apprentissage automatique, la représentation des connaissances, le raisonnement.

Enfin, il prend en compte la protection des données personnelles et de la vie privée et encourage le développement des outils, méthodes et services associés.

### 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 ; acceptabilité, collaboration hommes-robots et robots-environnement ; usages, modèles économiques ; mémoire collective, gestion de l'identité numérique, protection des données personnelles, vie privée ; accessibilité.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national avec quelques accords d'ouverture à l'international.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : 5<sup>ème</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.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

Les objectifs du programme sont de faire progresser les connaissances scientifiques en mathématiques appliquées et en informatique dans les domaines de la production et l'échange des contenus et des connaissances, des services associés et de la robotique. L'application des connaissances, outils et méthodes de ces domaines aux autres champs scientifiques disciplinaires doit être partie intégrante de propositions aux autres programmes ANR qui leur sont consacrés. On présente ci-dessous les thèmes CONTINT dont l'application est attendue dans un ou plusieurs autres programmes ANR :

- Traitement d'images/gestion de grands volumes de données/interaction homme-système : programmes « **Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan)** », « **Maladie d'Alzheimer (MALZ)** », JPI « **Maladies neurodégénératives (JPND)** », « **Neuro-Compute/ Neurosciences computationnelles (NSF/NIH)** » ;
- Robotique/interaction homme-système, acquisition et interprétation de données : programmes « **Assistance à la vie autonome (AAL 185)** », « **EcoTechnologies & EcoServices (ECO-TS)** » ;
- Indexation automatique, extraction automatique d'information, traitement de grands volumes de données, enrichissement des contenus, sémantique et raisonnement : programme « **Sociétés & Changements Environnementaux (SOC&ENV)** » ;
- Fouille de données, extraction automatique d'information, traitement de grands volumes de données : programme « **Villes et Bâtiments durables** » ;
- Traitement de données et sécurité : programme « **Concepts, systèmes et outils pour la sécurité globale** » ;
- Réseaux sociaux, analyse de données (Data analytics), interface homme/machine, serious games : programme « **Sociétés innovantes** » ;
- Outils de traitement et d'analyse/ indexation automatique/extraction automatique d'informations/traitement de données hétérogènes/grands volumes de données : programme « **Corpus, données et outils de la recherche en sciences humaines et sociales** » ;

Enfin, le programme **ERA-Net CHIST-ERA** lancera en 2013 un appel sur le thème « Intelligent User Interfaces ».

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

Les projets financés dans le cadre des Investissements d'avenir traitant de thèmes scientifiques relatifs au programme CONTINT se répartissent majoritairement entre Labex, Equipex, IRT et dans une moindre mesure Instituts hospitalo-universitaires. On estime à près de 280 M€ le montant total des aides sur 10 ans qui financeront des travaux de recherche sur ces thématiques. L'ensemble des axes CONTINT est couvert.

On citera en particulier l'IRT B-COM (Rennes, Brest, Lannion) qui propose de développer des programmes centrés sur l'immersion et l'interaction avec l'image, l'efficacité des réseaux fixes et mobiles, l'internet du futur et la santé numérique. B-COM devrait permettre aux nouveaux usages et applications numériques de s'insérer dans la société numérique

bien au-delà de l'économie numérique et des technologies. Cet IRT représente un potentiel de nouveaux projets importants susceptibles d'être soumis à l'appel CONTINT.

Les Labex et Equipex traitant de sujets en lien direct avec les axes du programme seront certainement force de propositions de projets dans l'appel à projets CONTINT 2013. Nous mentionnons ci-dessous quelques-uns de ces Labex et Equipex. Enfin, les résultats de l'appel FSN « technologies des contenus numériques » clos en mars 2012, avec un positionnement plus aval et des exigences de participation industrielle très différentes, ne devraient pas avoir de conséquences significatives sur la soumission au programme CONTINT 2013.

Equipex :

- ROBOTEX : Réseau national de plateformes robotiques d'excellence
- DILOH : Bibliothèque numérique pour les humanités ouvertes
- ORTOLANG : Outils et Ressources pour un Traitement Optimisé des LANGues
- BIBLISSIMA : Observatoire du patrimoine écrit du Moyen Âge et de la Renaissance
- MATRICE : Outils de recherche pour l'analyse de la mémoire

Labex :

- ASLAN : Études avancées sur la complexité du langage
- COMIN Labs : Digital Communications and Informatics for the Future Internet
- DigiWorlds : Mondes numériques: Données, programmes et architectures distribués
- EFL : Fondements empiriques de la linguistique : données, méthodes, modèles
- FUTURBAINS : Futurs Urbains
- ICCA : Industries culturelles et création artistique. Numérique et Internet
- iDIVE : Recherche et Innovation dans les Environnements Visuels Numériques et Interactifs
- IMU : Intelligences des Mondes Urbains
- PERSYVAL-lab : Systèmes et Algorithmes Pervasifs au confluent des mondes physique et numérique
- SMART : interactions humain/machine intelligentes dans la société numérique
- BLRI : Institut de Recherche "Cerveau et Langage"
- CAMI : Gestes Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur

Bioinformatique :

- PHEROTAXIS : Localisation de sources d'odeur par des insectes et des robots

## **1. Objectifs et résultats attendus**

### **Objectifs**

Le programme Contenus et Interactions a pour objectifs de :

- développer des connaissances dans les laboratoires publics ou privés et leur diffusion dans les entreprises et chez les utilisateurs, que ce soit grâce aux résultats obtenus en commun ou à la mise en contact de chercheurs et d'acteurs issus de différentes sphères. On cherche à impliquer davantage les entreprises sur des sujets en amont du marché, mais également à construire des convergences entre la recherche, de nouvelles approches de la création, du design, du prototypage, du portage, du développement.
- susciter des synergies entre des secteurs actuellement distants comme la robotique et les contenus, la réalité virtuelle industrielle et les jeux, etc. Par exemple, les travaux en vision, interaction et intelligence artificielle menés dans le cadre de la

recherche en robotique peuvent être en forte synergie avec des thèmes tels que l'interaction homme-machine, l'analyse de scène, la réalité virtuelle et augmentée que l'on rencontre traditionnellement dans les projets liés aux contenus numériques.

- encourager les recherches sur des volets non techniques, qu'il s'agisse d'études sur les usages, les facteurs humains, les enjeux juridiques ou les modèles économiques et les chaînes de valeur. Il peut s'agir de la présence de partenaires en charge d'un volet non technique dans un projet à dominante technique ou de projets leur étant entièrement consacrés. La production de contenus expérimentaux, visant à démontrer la validité des travaux techniques et méthodologiques et la production de prototypes de contenus, sont également encouragées.

### **Résultats et impacts espérés**

Ce programme ambitionne le développement des connaissances et leur transfert du monde de la recherche vers celui de l'industrie (notamment les PME) mais également le développement des synergies entre des secteurs actuellement distants (robotique et multimédia). Il cherche aussi à créer des masses critiques autour de sujets clés.

En plus de l'impact scientifique naturel au sein des communautés de recherche du domaine, ce programme est essentiel au développement 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 la compréhension de masses de données multimodales et hétérogènes, à l'émergence de contenus autoproduits, aux outils de traduction, aux mondes virtuels, au développement d'outils de maîtrise et de contrôle de ses données personnelles...).

L'enjeu dépasse la simple dimension économique et concerne tous les citoyens. 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, la protection des données personnelles. L'impact devrait être également significatif dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la sécurité, de l'environnement, de la formation et de la culture.

## **2. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1 - Enjeux économiques**

- **Enjeux de production et par rapport aux producteurs/ Enjeux de consommation et par rapport aux consommateurs**

Les secteurs concernés représentent des enjeux économiques importants, compte tenu de la taille des marchés auxquels ils correspondent : 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 fortement 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 dans 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.
- de nouveaux outils permettant d'accroître la confiance des consommateurs/ usages de leurs données personnelles.

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.

- **Jeux de productivité, de compétitivité, de positionnement par rapport à l'exportation, par rapport à l'avance technique, à l'avancé par rapport à l'évolution des normes**

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 constitue une évolution radicale dans la production et la manipulation des contenus. 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.

- **Jeux économiques à caractère géographique**

Compte-tenu du positionnement thématique des pôles de compétitivité, le programme CONTINT a une grande importance et un fort impact pour les pôles traitant des contenus numérique et de la robotique. Parmi les principaux pôles concernés par CONTINT, citons CAP DIGITAL, Images & Réseaux et dans une moindre mesure SYSTEM@TIC.

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

- **Jeux relatifs à l'emploi**

On a assisté ces dernières années 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 nombreuses PME du secteur dont on peut espérer en voir un certain nombre grossir mais aussi dans les grandes entreprises.

- **Jeux 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.

- **Jeux en terme de confiance, protection des données (vie privée, libertés individuelles)**



La protection des données personnelles et de la vie privée est au cœur des problématiques du programme CONTINT, qui encourage le développement d'outils, de méthodes et services associés à la maîtrise, au contrôle et à la protection de données personnelles.

- **Enjeux en termes de sécurité**

Il y a des enjeux de souveraineté nationale ou européenne clairs, la maîtrise de la production de l'information, de la capacité à analyser cette information et à croiser différentes informations est devenue de plus en plus stratégique.

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

On peut voir deux enjeux forts. Le premier, culturel, 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. Le second est celui de la francophonie, qui passe par des 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 à projets CONTINT 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 qu'au niveau européen.

Le programme Développement de l'Economie Numérique des Investissements d'avenir comporte un volet de soutien à la R&D dont une part est consacrée à des sujets proches de CONTINT (appels à projets « Technologies de numérisation et de valorisation des contenus culturels, scientifiques et éducatifs » et « Technologies des contenus numériques »). Toutefois, même si les acteurs sont souvent les mêmes (grandes entreprises et PME des secteurs des contenus et du multimédia, laboratoires publics de recherche), les niveaux de recherche (innovation avec objectif produit clairement identifié plus que recherche fondamentale ou industrielle) et les modalités (attente d'un retour financier direct pour l'Etat) sont différents. Il n'a jusqu'à présent pas été constaté de baisse de la demande sur les AAP ANR STIC qui indiquerait une compétition avec les appels du programme Développement de l'Economie Numérique.

On peut noter aussi l'existence d'appels européens complémentaires des thématiques développées dans CONTINT. En particulier, pour l'année 2013, la DGINFSO publiera les appels « Cognitive Systems and Robotics » (90 M€), « Technologies for Digital Content and Languages » (78 M€) en lien direct avec les axes 2, 3 et 4 du programme CONTINT.

- **Caractère international du programme**

L'ouverture du programme en 2013 avec le Canada, le Japon et la Chine sont en cours d'instruction. Les sujets recherche amont de ce programme sont également traités par l'ERA-NET CHISTERA que l'ANR coordonne.

## 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 dignité humaine (notamment en robotique), de la vie privée, des libertés individuelles et publiques. 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 visée dans les appels à projets

Le programme est centré sur la recherche industrielle (plus de la moitié des projets) avec une ouverture vers des travaux plus amont sur quelques thématiques cruciales pour préparer le futur mais également des projets de développement expérimental notamment en direction des PME qui veulent intégrer des briques technologiques dans des produits proches du marché.

### • Type de partenariat de recherche

Ce programme soutient des projets collaboratifs. On cherche à soutenir environ 90 % de recherches en partenariat public-privé.

### • Participation au financement du programme

La DGA peut cofinancer 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

Les orientations données par le comité scientifique sectoriel STIC et le comité de pilotage sont en ligne avec le texte de l'AAP 2012. Les modifications à la marge concernent la prise en compte de la problématique du déluge de données (Big Data), l'interaction entre mondes réels et numériques replaçant l'humain au cœur du système, le traitement du sens (systèmes cognitifs, dialogue naturel, agents multi-communicants, autonomes, intelligents), l'accès simplifié aux données par la spatialisation et la volonté d'utiliser la biologie comme source d'inspiration notamment en robotique (développement antro-po-inspiré).

#### 1. Axe thématique 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, le plus en amont possible, les questions structurantes, en particulier la protection des données personnelles, la gestion des droits de propriété numérique... et, de façon corollaire, les questions techniques pertinentes (la sécurité, l'archivage, la pérennité ou l'obsolescence, etc.).

Cet axe concerne en particulier les nouvelles dimensions créatives, les contenus dynamiques, les chaînes collaboratives d'édition, la diffusion / distribution de contenus numériques.

## **2. Axe thématique 2 : des contenus aux connaissances et grandes masses de données**

Cet axe thématique traite des problématiques d'agrégation de contenus et de connaissances, d'annotation, d'indexation, de stockage et d'archivage intelligent des contenus, de fouille, d'enrichissement et d'extraction de contenus, de modélisation et mise en œuvre de connaissances, jusqu'à la création de nouveaux services à partir de contenus et de connaissances. Il s'intéresse en particulier aux très grands volumes d'informations complexes, hétérogènes ou multimodales, issu du web, des réseaux de capteurs sans fil et notamment du stream computing (traitement en flux tendu des données) dans lequel le stockage classique est irréalisable voire non souhaitable (p.ex. caméras de vidéo-protection). Il couvre également les techniques innovantes de modélisation par les données, 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.).

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 symboliques sémantiques, inférences...). Ils peuvent également bénéficier des mécanismes des applications web 2.0 et des réseaux sociaux.

## **3. Axe thématique 3 : interaction homme-système**

L'axe thématique 3 concerne 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.

## **4. Axe thématique 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.

### **5. Axe thématique 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 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 de données, diversification des modes d'accès, explosion des services, remise en question des droits numériques. Le numérique fait évoluer 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.

Cet axe concerne en particulier la résolution de défis économiques et sociétaux : la gestion de l'identité numérique et des données personnelles (traçabilité, à l'authentification, au droit à l'oubli...), la traçabilité et l'intégrité des contenus, la simplification de l'accès aux contenus numériques, l'étude de nouveaux modèles techno socio-économiques (nouvelles articulations concepteurs/producteurs/consommateurs).



## Programme : Modèles Numériques (MN)

### Résumé :

Le développement et l'utilisation de la modélisation et de la simulation numérique liés au traitement de grandes masses de données et adossés au calcul intensif, jouent un rôle primordial pour **comprendre et prédire, concevoir et piloter, décider et agir**.

Les objectifs du programme MN sont de faire progresser les connaissances scientifiques en mathématiques appliquées et en informatique dans les domaines du calcul intensif, du traitement des grandes masses de données, de l'optimisation et de la conception, du traitement des incertitudes afin de résoudre de grands défis applicatifs scientifiques (dans les domaines de la combustion, des matériaux, des sciences de la terre et de l'univers, du climat, de la santé...) ou industriels (ingénierie, gestion du cycle de vie de produits (PLM)...). Le programme cherche en particulier à relever les nouveaux défis technologiques de calcul comme celui de l'*exascale computing*.

Le programme MN vise également à pérenniser et approfondir les connaissances développées dans des logiciels de simulation et favoriser leur exploitation et leur valorisation. Il cherche à contribuer au développement de l'écosystème de la modélisation et de la simulation en France et en Europe en y intégrant les développeurs, les utilisateurs et les industriels de l'informatique, principe de la recherche intégrative ou co-design.

Le programme MN vise à rapprocher la recherche de l'industrie en proposant des partenariats de recherche et de test en vraie grandeur, en favorisant le transfert dans les PME/TPE et les rapports recherche-industrie pour les jeunes chercheurs.

### Mots clés :

- calcul intensif, passage à l'échelle, modèles et langages de programmation parallèle, bibliothèques numériques, algorithmique parallèle, compilation, résilience, tolérance aux pannes, Exascale, ingénierie logicielle pour le calcul scientifique,
- modélisation, simulation, systèmes complexes, multi-échelle, multi-physique, gestion des incertitudes, couplage de modèles et de codes
- aide à la conception, aide à la décision, aide au pilotage, optimisation, validation, garantie de fonctionnement, conception pilotée par les modèles, PLM
- gestion de masse de données, Big Data, grande échelle, représentation, stockage, mise à disposition de données, apprentissage, pré et post traitement, visualisation, interaction, immersion dans les données de simulation, pilotage ou couplage de simulation, réalité virtuelle ou augmentée, visualisation de phénomènes physiques, maillage
-

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2012 – 2013
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme national avec quelques accords d'ouverture à l'international.
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : MN est la suite du programme « Conception et Simulation » (COSINUS) 2008-2010.

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** :

Les objectifs du programme sont de faire progresser les connaissances scientifiques en mathématiques appliquées et en informatique dans les domaines de la modélisation et de la simulation numérique liés au traitement de grandes masses de données et adossés au calcul intensif.

L'application des connaissances, outils et méthodes de ces domaines aux autres champs scientifiques doit être partie intégrante de propositions aux programmes ANR qui leur sont consacrés. On présente ci-dessous les thèmes MN dont l'application est attendue dans d'autres programmes ANR :

- **Modélisation et simulation de systèmes complexes** : TecSan, MALZ, CESA, BIOADAPT, SOC&ENV, AGROBIOSPHERE, PLANT-KBBE, Bio-ME, PROGELEC, SEED, Villes et Bâtiments durables, TDM, CD2I, Matériaux et Procédés, P2N, RTB, ASTRID, Soc Innov, ERA-NET NEURON II, ERA-NET SIINN

- **Optimisation et conception** : SEED, TDM, VBD, C2DI, MATETPRO, ASTRID

- **Modélisation et traitement de données massives** : TecSan, MALZ, NEURON II, Soc&Env, BioAdapt, BioDiversa II, CESA, AGROBIOSPHERE, PLANT-KBBE, ICTAGRI, RURAGRI, ARMINET, FACCE-JPPI, PROGELEC, SEED, VBD, TDM, Soc Innov

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

Les projets financés dans le cadre des Investissements d'avenir traitant de thèmes scientifiques relatifs au programme MN se répartissent majoritairement entre Labex, Equipex, IRT et dans une moindre mesure Instituts hospitalo-universitaires. On estime à près de 240 M€ le montant total des aides (étalées sur 10 ans) qui financeront des travaux de recherche sur ces thématiques. L'ensemble des axes MN est couvert. Ces outils traitant de sujets en lien direct avec les axes du programme seront force de propositions nouvelles dans l'appel à projets MN 2013. Nous mentionnons ci-dessous quelques-uns de ces projets.

Equipex :

- DIGISCOPE (Infrastructure pour la visualisation interactive et collaborative)
- Equip@meso (Fédération de 9 centres de calcul régionaux pour des services de formation/support)
- Sense-city (Capteurs innovants pour collecter des données en temps réel pour la gestion urbaine)
- BEDOFIH (Base européenne de données financières à haute fréquence)
- BRAIN (Bordeaux Région Aquitaine Initiative pour les Neurosciences)
- CACSICE (Centre d'analyse de systèmes complexes dans les environnements complexes)
- GAP (Plate-forme d'essais et de recherche sur les "Groupe Aéro Propulseur" pour l'aéronautique)
- LIGAN (Plate-forme Lilloise de séquençage du génome humain pour une médecine personnalisée)
- L-IPSL (Compréhension du climat et anticipation des changements futurs)
- PLANEX (Simulation et analyse in-situ en conditions extrêmes en planétologie)
- RESET (Modélisation et simulation des processus d'expression génique chez les bactéries)

Labex :

- Futurs Urbains (Modélisation et simulation de la ville durable)
- NUMEV (Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant)
- AMIES (Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société)
- Bézout (Mathématiques fondamentales pour des applications en biologie, risques financiers, sismiques, environnementaux)
- CALSIMLAB (Modélisation et simulation scientifiques en recherche)
- CARMIN (Centres d'Accueil et de Rencontres Mathématiques Internationales)
- CENAM (Centre d'Excellence en Matériaux Architecturés Multifonctionnels)
- CEMPI (Centre Européen pour les Mathématiques, la Physique et leurs Interactions)
- CIMI (Centre International de Mathématiques et d'Informatique)
- ICOME2 (Centre Interdisciplinaire sur les Matériaux Multi-échelle pour l'Energie et l'Environnement)
- IMUST (Institut des Sciences et Technologies Multiéchelles)
- IRMIA (Institut de Recherche en Mathématiques, ses Interactions et Applications)
- LaSIPS (Modélisation et simulation des structures et matériaux...)
- NUMEV (Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant)
- OSUG@2020 (Stratégies innovantes pour l'observation et la modélisation des systèmes naturels)
- PRIMES (Simulation en Physique, Radiobiologie, Imagerie Médicale)
- SMP Mathématiques fondamentales et applications en biologie, en prédiction des risques)
- UnivEarthS (Moyens et algorithmes de calculs pour le traitement de très grandes bases de données et le développement de modèles numériques dans le domaine de l'observation de la Terre et de l'Univers)

BioInformatique :

- ABS4NGS (solutions algorithmiques et logicielles pour le séquençage haut débit en BioInformatique)
- Bip:Bip (simulation pour le développement d'outils diagnostics en biophysique moléculaire)

- BRAINOMICS (méthodologies et solutions logicielles pour l'intégration des données de neuro-imagerie)
- IBC (Institut de biologie Computationnelle)
- Iceberg (Des modèles de population aux populations de modèles)
- MAPPING (Développement d'algorithmes et modèles pour l'étude des interactions entre protéines)
- MIHMES (Compréhension des réponses des animaux aux infections par la modélisation multi-échelle)
- PHEROTAXIS (Etude des des phéromones et odeurs pour les modéliser et créer des nez artificiels)

Instituts Hospitalo-Universitaires :

- LIRYC (Institut de RYthmologie et modélisation Cardiaque)

IRT :

- AESE (Aéronautique, espace, systèmes embarqués)
- SYSTEM X (Ingénierie numérique des Systèmes du Futur)
- Jules Vernes (technologies avancées de production, composites, métalliques, structures hybrides)

Enfin les appels du FSN « Ville numérique » se rapportent aux thématiques du programme notamment les outils de modélisation et simulation temps-réel. Ceux du FSN « Développement de l'économie numérique » au BigData (appel Cloud computing n°3).

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

Les objectifs du programme MN sont de faire progresser les connaissances scientifiques en mathématiques appliquées et en informatique dans les domaines du calcul intensif, du traitement des grandes masses de données, de l'optimisation et de la conception, du traitement des incertitudes afin de résoudre de grands défis applicatifs scientifiques (dans les domaines de la combustion, des matériaux, des sciences de la terre et de l'univers, du climat, de la santé...) ou industriels (ingénierie, gestion du cycle de vie de produits (PLM)...). Le programme cherche en particulier à relever les nouveaux défis technologiques de calcul comme celui de l'*exascale computing*.

### Résultats espérés

La connaissance de phénomènes complexes physiques et/ou logiques comme les molécules, les matériaux, les fluides, les milieux naturels, les systèmes manufacturiers... dépend de modèles de plus en plus détaillés à 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 n'est réalisable que par le recours au calcul intensif et le traitement de grandes masses de données (pré-traitement, post-traitement, visualisation, intégration des mondes réels et virtuels, mise à disposition de résultats à des communautés distribuées).

Ce programme doit développer et conforter les concepts, techniques et outils de modélisation, simulation et optimisation nécessaires à ces enjeux. Il a vocation à les valider dans le cadre de challenges applicatifs. Il anticipe et prépare l'arrivée de capacités de calcul et de traitement de données à l'échelle Exaflopique, ( $10^{18}$  opérations flottantes par seconde et/ou octets à traiter) qui constituent l'horizon du calcul intensif à 2020. Ce programme



n'aborde pas l'invention de nouvelles infrastructures et architectures matérielles<sup>39</sup> (architectures GPU, hybrides...) mais aide à anticiper et à préparer les environnements logiciels de demain (algorithmes, méthodes, plates-formes,...) pour la simulation et l'optimisation numériques. Ce programme doit 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...).

Le programme MN vise à pérenniser et approfondir les connaissances développées dans des logiciels de simulation et favoriser leur exploitation et leur valorisation. Il cherche à contribuer au développement de l'écosystème de la modélisation et de la simulation en France et en Europe en y intégrant les développeurs, les utilisateurs et les industriels de l'informatique, principe de la recherche intégrative ou co-design.

Dans le domaine de la conception, le programme MN souhaite faire émerger des outils et méthodes pour la conception de produits et procédés de plus en plus innovants et différenciateurs, réduisant les temps de cycle et les coûts de développement.

Enfin, le programme MN vise enfin à rapprocher la recherche de l'industrie en proposant des partenariats de recherche et de test en vraie grandeur en favorisant le transfert dans les PME/TPE et les rapports recherche-industrie pour les jeunes chercheurs.

### Résultats et impacts espérés

- aider à positionner la recherche nationale dans les premiers rangs mondiaux sur la modélisation appliquée, la simulation numérique et les technologies de calcul intensif ;
- améliorer l'ensemble du dispositif scientifique allant du modèle au code de calcul avec, en particulier, des synergies entre disciplines ;
- améliorer la compétitivité des industriels de la conception, de la simulation et de l'ingénierie dans les grandes entreprises et les PME ;
- avoir un fort impact scientifique et sociétal sur la compréhension des phénomènes physiques, biologiques, chimiques, climatologiques, environnementaux, etc.
- 

## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques

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

L'émergence du monde numérisé est un facteur différenciant dans le contexte de la compétition économique avec des pays à faible coût de main d'œuvre. Dans les secteurs concernés par ce programme (aussi bien l'industrie de la modélisation numérique que les grands secteurs utilisateurs), la maîtrise des technologies noyau (modélisation mathématique, nouveaux paradigmes de calcul et environnements de calcul) est un levier majeur de la compétitivité des entreprises. L'ensemble doit générer des connaissances nouvelles qui permettront d'accroître le leadership des industries nationales (énergie, automobile, aérospatial...). Ce programme concourt aussi au développement du numérique appliqué à la science (modélisation, conception collaborative, systèmes virtuels). Il a des retombées fortes pour la compétitivité des entreprises concevant des biens et des services.

---

<sup>39</sup> Cf. programme « Infrastructures du numérique ».

- **Enjeux économiques à caractère géographique**

Le programme s'intéresse à la production et la fourniture de logiciels propriétaires et libres (*i.e.* « open source »). Ces deux modes vont cohabiter économiquement 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**

Conserver et (re)internaliser 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 notamment 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, multi-physique). 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 et la structure européenne PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) dont GENCI est le représentant français, permettra d'amplifier à un niveau européen les moyens de simulation mis à disposition de nos chercheurs. Le programme MN joue un rôle d'entraînement crucial pour la création d'emplois à haute technicité 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 méthodes numériques, algorithmes, infrastructures et architectures, sont des atouts potentiels aujourd'hui en France, à exploiter ou intensifier dans ce programme MN, notamment en direction des PME.

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

La conception, l'optimisation et la maîtrise de systèmes complexes (production d'énergie, ville...), la connaissance et la prévision de phénomènes physiques (séismes, pandémies...) et sociaux (réseaux sociaux sur Internet, communautés virtuelles...) sont nécessaires pour offrir des cadres de développement stables, structurants et sûrs pour notre société. De plus en plus, le questionnement sur les défis sociétaux, l'anticipation, l'évaluation et la gestion des incertitudes encouragent 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, l'agriculture, l'alimentation, l'eau potable... Dans les domaines de la pharmacologie (p.ex. docking de molécules), de la santé (p.ex. imagerie médicale, traitement personnalisé via la génomique...), le programme se doit d'être à l'origine de bouleversements importants dans les protocoles de soins, notamment dans les diagnostics et traitements non invasifs.

- **Enjeux en termes de sécurité**

La simulation joue un rôle croissant et de plus en plus significatif dans la garantie de fonctionnement sur de longues périodes d'installations de production, la prédiction de phénomènes complexes, 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**

La modélisation numérique joue un rôle clef pour le développement de solutions d'efficacité énergétique (aux niveaux produits et systèmes énergétiques à grande échelle) et pour la simulation de phénomènes (météorologie, climat, pollution, incendies, inondations, séismes, explosions...) dont l'impact sur l'environnement est critique. L'acquisition de connaissances élaborées sur ces phénomènes et notamment leur évolution spatiale et temporelle par la simulation, permettent de définir des stratégies appropriées de protection des écosystèmes, des environnements fragiles à préserver et de prévenir les dangers et les impacts sur les sociétés humaines.

- **Ressources naturelles**

Le programme 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, l'établissement de méthodes d'utilisation et de gestion rationalisées de ressources naturelles, la préservation de l'environnement...

- **Ecosystèmes**

La modélisation numérique peut s'appliquer à 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, à 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**

Le positionnement thématique du programme correspond naturellement à celui du programme ICT du 7<sup>ème</sup> PCRD et se retrouve aussi dans de nombreux autres clusters EUREKA. Parallèlement, les programmes sur les matériaux, les procédés, l'environnement, la santé, etc. sont potentiellement à même d'utiliser des outils de calcul intensif et de simulation.

Les projets financés dans le cadre du programme MN pourront concourir pour des simulations à très grande échelle sur les moyens de calcul de l'infrastructure européenne PRACE, en complément de ceux accessibles au niveau national via GENCI. 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).

- **Caractère international du programme**

MN pourra contribuer à l'initiative européenne EESI, ouverte à la coopération à l'échelle mondiale, pour le co-design d'applications scientifiques et des nouvelles plates-formes pour l'*Exascale computing*. L'ouverture du programme en 2013 avec l'Allemagne, Canada,

le Japon et la Chine sont en cours d'instruction. Les sujets recherche amont de ce programme sont également traités par l'ERA-NET CHISTERA que l'ANR coordonne.

### 3.2 Positionnement scientifique et technologique du programme

- **Enjeux scientifiques et technologiques du programme**

La France dispose d'équipes et d'organismes publics de recherche solides 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 vise à fédérer ces acteurs. 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 visée dans les appels à projets**

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 des 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 favorisant l'insertion de PME et associant recherche, développement technologique et utilisateurs finaux. Le principe de plate-forme qui intègre 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 de ce programme.

- **Participation au financement du programme** : financement exclusif par l'ANR

## 4. Stratégies de recherche scientifique et technique

### Axes et thèmes des recherches

Les orientations données par le comité scientifique sectoriel STIC et le comité de pilotage ne modifient pas fondamentalement les axes de 2012, à l'exception de l'intégration de l'axe 4 au sein de l'axe 3. Les modifications proposées sont indiquées **\*\*en italique gras et entourées d'étoiles\*\***. Ils concernent en particulier la prise en compte des « big data », une meilleure intégration de l'homme dans la boucle de simulation, et la restitution/ingénierie participative à très grand nombre d'utilisateurs répartis.

### **Axe thématique 1 : modélisation et simulation de systèmes complexes**

Cet axe thématique concerne l'élaboration, l'implantation 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 couvrent tout le spectre du calcul intensif pour la résolution de problèmes frontières et la réalisation de « premières » applicatives, en passant par l'étude de nouveaux types de simulations (simulations digitales, simulations à événements discrets, simulations mixtes...). Il concerne les travaux relatifs à l'algorithmique, les solveurs et bibliothèques numériques qui permettent l'implémentation des modèles physiques sur machines parallèles, les langages et modèles de programmation parallèle, les outils et techniques de compilation, d'optimisation de codes, de tolérances aux pannes, de couplage de modèles et de codes.

Cet axe vise également à pérenniser et approfondir les connaissances développées dans des logiciels de simulation et favoriser leur exploitation et leur valorisation. Il cherche également à contribuer au développement de l'écosystème de la modélisation et de la simulation en France et en Europe en y intégrant les développeurs, les utilisateurs et les industriels de l'informatique, principe de la recherche intégrative ou co-design.

### **Axe thématique 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>40</sup>), sociétal (bâtiments, villes...) 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 thématique 3 : modélisation et traitement de données massives**

Cet axe thématique regroupe une classe de problèmes où le volume et la complexité des données, issues ou à destination du calcul scientifique, constituent un verrou majeur. Ces données sont caractérisées par leur nature différente (temporelle, spatiale, hybride, etc.), leur forme (signaux, déstructurées, semi-structurées, etc.), leur représentation matérielle et logicielle, leur gestion à grande échelle (transport, stockage, volatilité, acuité, pérennité, etc.).

Tous les aspects de la gestion des données impliquées dans les cycles de simulation sont concernés et en particulier les outils et méthodes de pré (maillage) et post traitement.

Cet axe intègre également la mise au point de nouveaux dispositifs, de nouvelles métaphores, de nouveaux paradigmes, algorithmes, méthodes, outils pour la visualisation et l'interaction avec des données de simulation.

---

<sup>40</sup> « N'importe quoi » assisté par ordinateur : CAO, CFAO, GPAO...

## **Programme : 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 13 agences, et qui reste ouvert à d'autres partenaires qui pourraient le rejoindre.

La première phase CHIST-ERA I a duré deux ans, de décembre 2009 à novembre 2011. CHIST-ERA II a pris le relais pour la période allant 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 :

- Échange des objectifs stratégiques et construction d'une vision commune,
- Échange 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 traite chaque année deux sujets jugés prioritaires et choisis l'année précédente. Ces sujets sont 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 2012 (publié en octobre 2012) traitera de deux sujets :

- Sujet n° 1 : Intelligent User Interfaces,
- Sujet n° 2 : User-driven, Context- and Content-aware Communication Networks

### **Mots clés :**

Coopération internationale, ERA-Net, STIC, Future and Emerging Technologies (FET), recherche transformative à long terme

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2010 - 2011 (dans le cadre de CHIST-ERA I) et 2012– 2015 (dans le cadre CHIST-ERA II)
- **Type de programme** : ouvert
- **Dimension internationale du programme** : programme européen ERA-Net (ANR, France ; EPSRC, United Kingdom ; MIUR, Italy ; MINECO, Spain ; PT-DLR, Germany ; FWF, Austria ; NCBiR, Poland ; SNSF, Switzerland ; FNRS, Belgium ; Tubitak, Turkey ; Partenaires associés : FNR, Luxembourg ; IRCSET, Ireland ; UEFISCDI, Romania)
- **Relations avec des programmes antérieurs de l'ANR** : Le programme s'inscrit dans le périmètre des STIC mais introduit la dimension internationale par rapport aux programmes antérieurs.
- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR** : Le périmètre couvert par CHIST-ERA est celui des STIC et les interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR sont donc essentiellement celles des quatre autres programmes du département STIC. Le programme se focalise sur les thèmes les plus amonts et pluridisciplinaires des STIC. Les thématiques des appels CHIST-ERA étant renouvelées chaque année, les interfaces précises dépendent des thématiques choisies. Les projets sont menés en collaboration avec des équipes européennes.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir** : De la même manière, l'articulation avec les projets Investissements d'avenir est celle des programmes STIC.

## 1. 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.

CHIST-ERA vise à mettre en place des processus de collaboration communs aux différentes agences durables sur plusieurs années :

- Échange des objectifs stratégiques et construction d'une vision commune,
- Échange 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 traite 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 2012 (publié en octobre 2012) traitera de deux sujets :

- Sujet n° 1 : Intelligent User Interfaces,
- Sujet n° 2 : User-driven, Context- and Content-aware Communication Networks

Au cours des années suivantes, 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 and Emerging Technologies de la DG CONNECT (ex DG INFSO).

## Résultats et impacts espérés

Ce programme doit permettre :

- de faire émerger une communauté scientifique française d'excellence reconnue à l'échelle internationale, engagée dans des projets transnationaux sur des thèmes prometteurs correspondants aux nouveaux défis des STIC ;
- de créer des communautés de recherche capable d'attirer les meilleurs chercheurs internationaux ;
- d'anticiper des ruptures technologiques dans le domaine des STIC.



## 2. Contexte et enjeux sociétaux

### 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, contribuer au leadership industriel. Les retombées économiques de ce programme sont donc à long terme, et passeront par la mise en œuvre de ses résultats dans de futurs 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**

Il s'agit de participer au développement d'équipes de recherche nationales connectées 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.

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**

Au-delà de la coopération européenne, 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**

L'objectif est de défricher des voies de rupture pour permettre à des équipes de dimension européenne 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 visée dans les appels à projets**

Le programme vise à soutenir des recherches exploratoires, fondamentales, interdisciplinaires. 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 visé est très majoritairement du type recherche publique, avec quelques projets en partenariat public-privé. Certaines agences européennes participant à l'ERA-Net ne financent pas de partenaires privés.

- **Participation au financement du programme**

Chaque pays membre finance ses ressortissants. Il faut au moins trois pays présents dans chaque proposition.

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

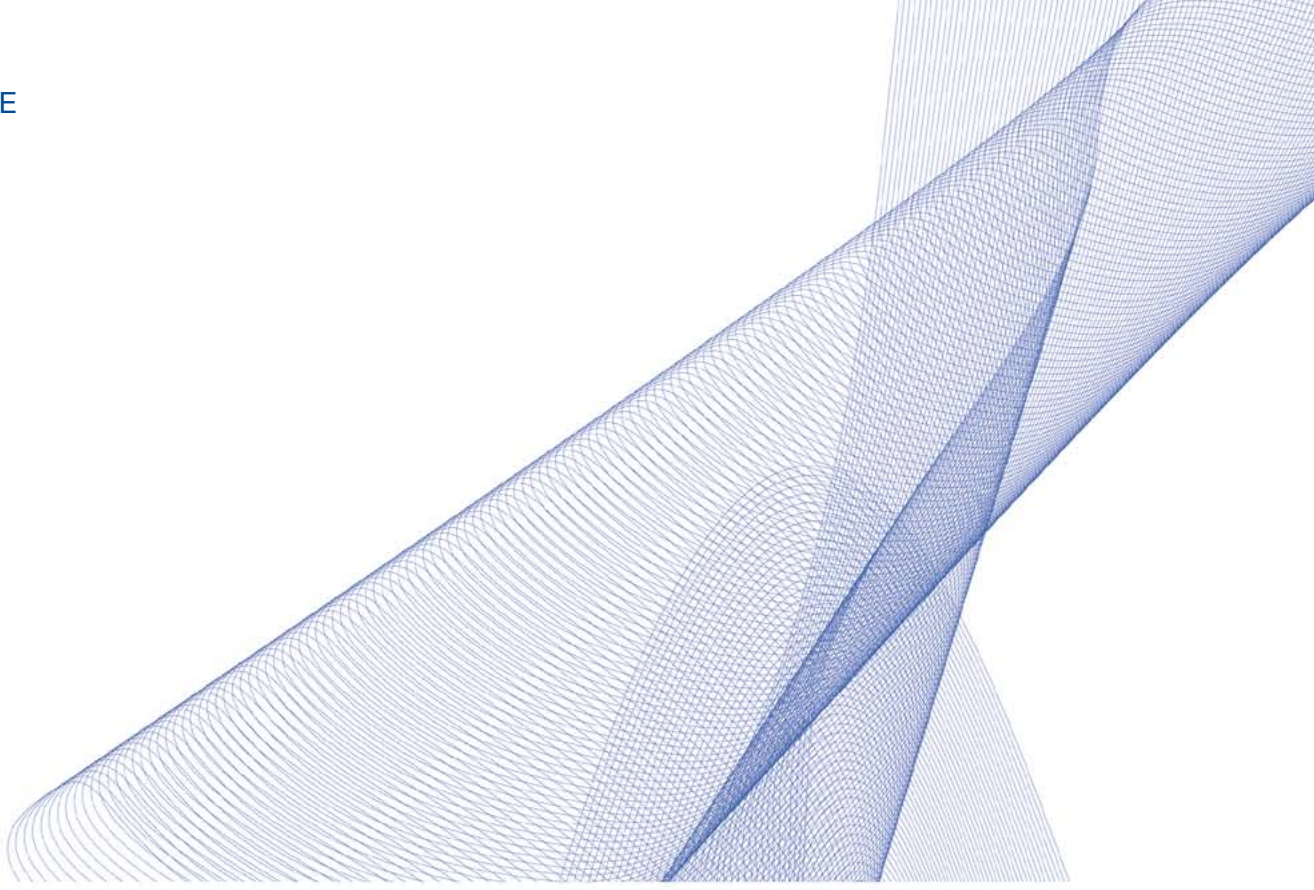
### **Axes et thèmes des recherches**

Les axes de recherche sont définis chaque année sur des sujets 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. Pour 2012, les sujets de l'appel qui ont été définis sont :

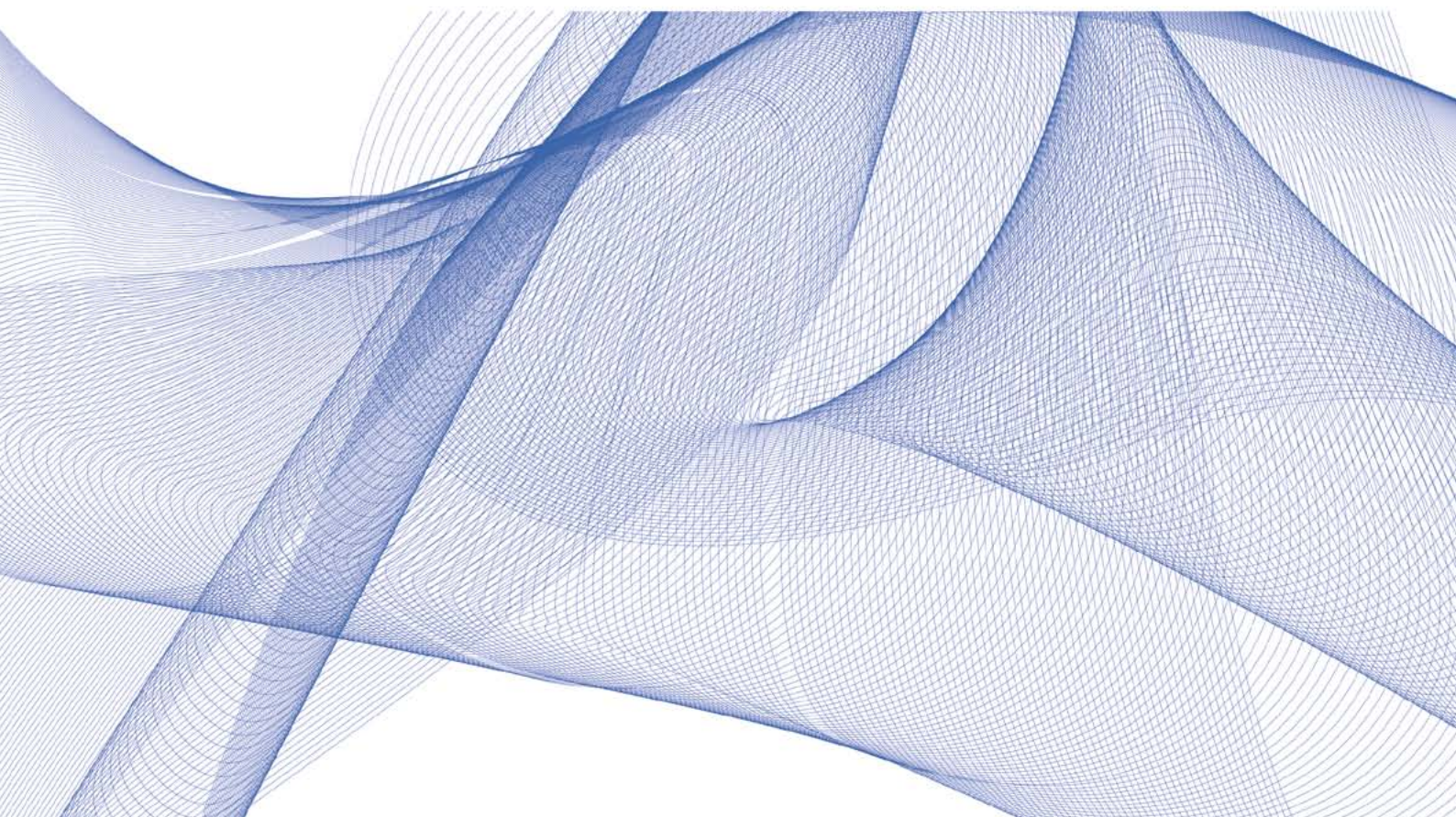
- Sujet n° 1 : Intelligent User Interfaces,
- Sujet n° 2: User-driven, Context- and Content-aware Communication Networks.

Les thèmes précis de l'appel seront définis au cours de la conférence stratégique qui se tiendra les 5&6 juillet 2012 à Édimbourg pour un appel lancé en octobre 2012, qui sera clos début 2013. Les thématiques des appels à projets 2013 et 2014 seront définies en début de chaque année pour une publication de l'appel visée en octobre de la même année.





# NANOTECHNOLOGIES



## Programme : Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N)

### Résumé :

Les nanotechnologies sont prometteuses d'innovations dans de nombreux secteurs industriels (électronique, photonique, informatique, communications, santé, énergie, environnement, ...). Plus de 10 années de recherches dans ce domaine se sont écoulées permettant l'émergence des nouvelles connaissances, de nouvelles technologies et l'émergence de nouvelles applications issues de l'intégration technologique. Aujourd'hui, il est désormais important, tout en poursuivant l'effort de recherche amont, de favoriser l'émergence des retombées des nanotechnologies dans les domaines applicatifs.

Dans ce contexte, le programme P2N se focalisera plus spécialement sur (i) les procédés technologiques pour de nouvelles applications, (ii) l'utilisation des nanotechnologies pour les composants génériques, les nano- et microsystèmes intégrés, (iii) la simulation multi-physique et multi-échelle associée à la caractérisation et en accompagnement du développement des filières technologiques, (iv) l'utilisation des nanotechnologies dans les domaines de la santé, de l'énergie et de l'environnement de façon complémentaire aux autres programmes thématiques de l'Agence et (v) l'intégration matérielle dans le cadre de projets destinés à favoriser un transfert industriel rapide et à créer de la propriété intellectuelle.

Le programme ciblera plus particulièrement les projets pluridisciplinaires (incluant en particulier les enjeux sociétaux associés) et les projets partenariaux. Il s'appuie aussi sur le réseau des grandes centrales de technologies (RTB) et les centrales de proximité pour les aspects de micro-nano-fabrication et de nanocaractérisation.

### 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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu : 2011 – 2012 – 2013**
- **Type de programme** : partenarial
- **Dimension internationale du programme** : Programme ouvert à l'international

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Le programme se positionne également dans une perspective de pluridisciplinarité afin de favoriser la diffusion des nanosciences et des nanotechnologies vers les autres disciplines (santé, énergie, environnement, etc...). Il s'articule avec les autres programmes thématiques de l'ANR en particulier les programmes « Matériaux et Procédés pour des Produits Performants (MatetPro) », « Modèles Numériques (MN) », « Infrastructures matérielles et logicielles pour la société numérique (INFRA) », « Production et Gestion de l'Electricité (PROGELEC) », « Technologies pour la Santé (TECSAN) », « Ecotechnologies etEcoServices (ECO-TS) ».

Les recherches sur les nanomatériaux (structure et fonctionnalités) relèvent ainsi de MatetPro. Pour ce qui est de la simulation numérique, les projets du programme P2N se focaliseront sur l'utilisation avancée de connaissances préétablies en calcul haute performance et en simulation pour la conception numérique innovante de nanocomposants et de nanosystèmes. Le programme INFRA, quant à lui, s'adresse davantage aux composants et sous-systèmes matériels et logiciels dédiés aux infrastructures de communication, de calcul ou de stockage. Le programme PROGELEC est plus centré sur l'intégration mais inclut de nombreux aspects de l'utilisation des nanotechnologies pour l'énergie qui ne sont pas repris dans P2N. En ce qui concerne l'instrumentation pour la santé, P2N se limite aux projets pluridisciplinaires faisant usage des nanotechnologies.

D'autres aspects des nanotechnologies sont totalement pris en charge dans d'autres programmes. Ainsi en ce qui concerne la nanotoxicologie, l'écotoxicologie, l'évaluation et la maîtrise des risques des nanotechnologies, les projets doivent être déposés dans le programme : « Contaminants et Environnements : Métrologie, Santé, Adaptabilité ». Dans le domaine des sciences humaines et sociales, le programme « Sociétés Innovantes », créé en 2011, permet de lancer des recherches dédiées aux enjeux sociétaux, culturels et économiques relatifs aux nanotechnologies en complément des aspects spécifiques aux projets du programme P2N.

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

Dans le cadre des Investissements d'avenir, parmi les **Labex**, 14 émergent en partie ou en totalité au domaine des nanosciences et des nanotechnologies. Citons plus particulièrement l'« Institut Pierre-Gilles de Gennes pour la microfluidique » (IPGG), « Miniaturisation des dispositifs innovants de la nanoélectronique » (MINOS), « Laboratoire d'Alliances Nanosciences - Energies du Futur » (LANEF) et « Systèmes miniaturisés dotés de nouvelles fonctionnalités pour des applications dans le domaine de la santé, des transports, de l'énergie » (ACTION) dont les positionnements sont en adéquation avec les thématiques du programme P2N que ce soit dans le domaine des technologies génériques, des composants ou des microsystèmes et leurs applications à la santé et l'énergie ou l'environnement.

De même, en ce qui concerne les **EquipEx**, 4 concernent la nanotechnologie (électronique imprimée, silicium, microfluidique, semi-conducteurs III-V) et 11 la nanocaractérisation (physique, électronique, optique, magnétique...). Ces projets viennent compléter le paysage dressé par la mise en place du réseau des centrales de micro-nanofabrication et de nanocaractérisation (RENATECH, CEA-LETI).

Dans le cadre de l'appel à projets « **Nanobiotechnologies** », 6 projets ont été sélectionnés en 2011 et 3 en 2012.. 5 concernent plus particulièrement le diagnostic, 2 la thérapeutique ciblée et 2 l'imagerie. Ils complètent les orientations prises dans le cadre du programme P2N en visant l'intégration des nanobiotechnologies dans des preuves de concept systèmes dans le but d'accélérer le transfert des nanotechnologies vers des applications industrielles.

Les 2 **Instituts de Recherche Technologique** - 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. En particulier l'IRT Nano adresse 3 thématiques cœur qui sont : l'assemblage 3D de puces, la nano-photonique sur silicium pour la communication rapide sur puce, de puce à puce, et les technologies de liaison pour des systèmes miniaturisés intelligents plus interactifs avec l'homme et son environnement.

Enfin, beaucoup plus en aval, 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.

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

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 nano et microsystèmes et de permettre le transfert des connaissances scientifiques vers l'innovation et le transfert industriel. Il s'agit en particulier de donner la possibilité aux entreprises françaises d'exploiter les 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 microsystèmes intégrant diverses fonctions telles que du traitement de l'information, une interface de communication, des capteurs, des transducteurs, etc...

### Résultats et impact espérés

Les programmes PNANO (2005-2008) et P3N (2009) ont permis de donner une forte impulsion au développement des nanosciences et des nanotechnologies au travers d'un ensemble de projets de recherche académiques et de projets en partenariat public/privé. Ils ont contribué au renforcement du couplage entre la recherche fondamentale et la recherche technologique et se sont traduits 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 2009. Le programme renommé P2N à partir de 2010 a été recentré autour des nanotechnologies et est devenu exclusivement partenarial en 2012 tandis que les projets les plus amont ont été regroupés dans les programmes blanc et jeunes chercheuses/jeunes chercheurs

du département "Recherches Exploratoires et Emergentes de l'Agence". Le bilan des programmes antérieurs a permis d'identifier plusieurs faits marquants que ce soit dans le domaine des nanomatériaux, de l'instrumentation (Spectrométrie Raman à l'échelle nanométrique, caractérisation de la résistance par microscopie à force atomique), de la simulation des matériaux et des composants électroniques, des mémoires magnétiques intégrées, des sources de photons uniques, des capteurs MEMS et NEMS plus rapides ou plus performants, des nanoparticules pour la théranostique, des nanomatériaux biocompatibles ou encore des enjeux économiques ou juridiques des nanotechnologies. Ces résultats illustrent l'action significative que ce programme a eue dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies.

Aujourd'hui, on observe également la diffusion progressive de thématiques impliquant les nanosciences et les nanotechnologies dans d'autres programmes de l'Agence que ce soit dans le domaine des STIC, de la santé, de l'environnement, de l'énergie ou des sciences humaines et sociales. Cela traduit l'appropriation progressive des nanotechnologies par ces communautés. Cependant le programme P2N garde toute sa pertinence afin de permettre le développement et la maturation de nouvelles technologies génériques avant qu'elles ne soient reprises par des communautés plus proches des finalités pour leur intégration dans des systèmes. Par ailleurs le programme P2N se positionne dans un contexte de forte interdisciplinarité entre spécialistes désirant converger vers l'échelle nanométrique où des outils instrumentaux et technologiques dédiés sont nécessaires. Enfin le programme P2N vise à prolonger le rapprochement des acteurs académiques et industriels qui s'est opéré dans les éditions précédentes du programme que ce soit dans des projets de recherche fondamentale, industrielle ou de développement expérimental, et de poursuivre les recherches en restant sensibilisés par les domaines applicatifs des nanotechnologies et des nanosystèmes.

Les nanotechnologies sont également perçues comme une opportunité pour faire face aux problématiques qui apparaissent actuellement dans les sociétés dans le contexte général principalement caractérisé par :

- La question des économies de ressources et le défi de la production d'énergie bas carbone, en prenant en compte de la préoccupation environnementale ;
- Le nécessaire développement responsable, sûr, maîtrisé et partagé des technologies allant 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 attend de ce programme une meilleure diffusion des nanotechnologies dans le milieu industriel et sociétal et 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. Contexte et enjeux sociétaux**

### **2.1 - Enjeux économiques**

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

Les nanotechnologies permettent d'augmenter la valeur des produits en leur ajoutant de nouvelles fonctionnalités (calcul, capteur, actionneur, communication, ...) dans un même volume. Elles permettent de miniaturiser les systèmes par intégration, de les rendre plus performants et d'en réduire le coût et la consommation d'énergie en raison du meilleur rendement dû à leur faible taille. Elles sont ainsi porteuses de nouveaux produits et de nouveaux marchés en particulier dans le domaine des communications, du traitement de l'information, de la santé, de l'énergie ou de l'environnement.

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

La poursuite des recherches en nanotechnologie sont un enjeu majeur pour le maintien de la compétitivité dans l'industrie européenne des technologies génériques clés face à la compétition mondiale et le développement de nouvelles entreprises utilisant ces technologies. Citons en particulier le secteur de la nanoélectronique du fait de son effet multiplicateur. Ce secteur va se traduire par des marchés dans le domaine des loisirs, des services, de l'énergie et de la communication.

- **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 nanotechnologies font partie des technologies génériques clés qui se situent à un niveau intermédiaire entre les matières premières et les applications. Leur maîtrise est indispensable pour rester compétitif au niveau mondial dans ce domaine et dans celui des applications qui en sont issues. Les nanotechnologies permettent en effet de fabriquer les composants génériques nécessaires à de nombreuses autres industries (communication, traitement de l'information, santé, énergie ou encore environnement). Elles représentent 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 les 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 systèmes de systèmes.

## 2.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **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 miniaturisées. Enfin dans le domaine de l'énergie, ce programme doit avoir un impact sur les procédés de récupération et de conversion d'énergie à l'échelle nanométrique.

- **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, ...) ou un meilleur suivi de l'environnement.

## 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**

Au niveau européen, le programme NMP, qui recouvre partiellement 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> PCRD. Enfin le programme NMP a des thématiques beaucoup plus ciblées que P2N. Le programme P2N s'articule de façon analogue avec le programme européen ICT. P2N est également articulé avec l'ERA-Net Euronanomed2 sur la nanomédecine et permet aux équipes françaises d'être positionnées en leader dans cet ERANET.

- **Caractère international du programme**

Le programme est ouvert à l'international mais les partenaires étrangers doivent trouver leur propre financement.

#### **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 procédés technologiques innovants pour de nouvelles applications,
- l'utilisation des nanotechnologies pour les composants et les microsystèmes intégrés,
- la simulation multi physique et multi échelle en accompagnement du développement des matériaux et des filières technologiques, et en lien avec la caractérisation ad hoc
- les applications des nanotechnologies dans les domaines de la santé, de l'énergie et de l'environnement
- l'intégration matérielle des nanotechnologies au sein de projets de recherche visant à la création de propriété intellectuelle.

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 visée dans les appels à projets**

Le programme vise les recherches permettant la réalisation de preuves de concept et se positionne à un niveau TRL 2 à 3. Les projets de recherche intégrative conduisent à une validation des composants de base dans des systèmes matériels intégrés miniaturisés et se situent au niveau TRL 4. Les

projets de recherche pourront être de type recherche fondamentale, recherche industrielle ou développement expérimental selon la typologie de l'ANR.

- **Type de partenariat de recherche**

Le programme P2N sera ouvert uniquement à des projets de recherche en partenariat public-privé. Cependant, afin de permettre une plus grande souplesse pour la participation industrielle, l'implication des partenaires industriels en moyens humains et financier ne fera pas l'objet d'un quota recommandé. L'éventail des projets pourra être en effet assez varié : certains ayant un TRL très faible et d'autres se rapprochant d'applications potentielles.

Enfin pour transformer les développements amont technologiques en opportunités de produit, il est important de développer le lien entre laboratoires et plateformes technologiques de nanofabrication pour y injecter des nouvelles briques et des nouveaux concepts, tirant partie des investissements réalisés dans le réseau RTB (IEF-LPN, LAAS, LETI, IEMN, FEMTO-ST, FMNT) et d'utiliser les initiatives d'ouverture de filières technologiques parmi les plus avancées pour valider de nouveaux concepts telles les initiatives Multi Project Wafer (MPW) du LETI en technologies 20nm, en photonique sur Si et en intégration 3D.

- **Participation au financement du programme**

Depuis 2009, la DGA cofinance ce programme. Les modalités de cofinancement 2013 seront précisées dans l'appel à projets.

## 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 la dimension nanométrique dans des projets pluridisciplinaires, dans une démarche de conception et de réalisation allant des nanotechnologies aux micro-nanosystèmes et dans une perspective d'application. L'articulation des axes thématiques décrite ci-dessous a pour objectif de refléter les enjeux stratégiques majeurs identifiés au niveau national.

### **Axe 1 - Nanotechnologies, Nanocomposants et Micro-nanosystèmes**

Si la densité d'intégration n'a cessé de croître ces dernières années, les défis technologiques à relever se font de plus en plus marqués pour conserver cette course à la miniaturisation. Celle-ci est dopée par l'explosion de l'internet et le besoin croissant de traitement d'information pour des usages variés. 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. Dans ce contexte, la combinaison des approches « *More Moore* », « *More than Moore* » et « *Beyond CMOS* » se redessine dans une vision intégrée de l'évolution de la nanoélectronique.

### a. Miniaturisation

Le premier volet concerne la miniaturisation pour laquelle 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 pour CMOS sub-14 nm en se focalisant sur les aspects suivants : les technologies basées sur les nanofils, l'introduction de matériaux de haute mobilité type III-V, les technologies du type FDSOI ou les transistors verticaux.
- les mémoires avancées, de type NVM ou pseudo-DRAM : MRAM, PCRAM, OXRAM, 1TDRAM... Les innovations sont attendues au niveau des matériaux, au niveau de la structure du point mémoire et du plan mémoire, avec comme objectif aussi le stockage de l'information d'une manière pérenne.

### b. Nouvelles technologies et nouveaux composants pour l'électronique

Le deuxième volet concerne d'une part les recherches sur un nouveau type de commutateur remplaçant ou améliorant le transistor MOS, en prenant en compte les critères de fonctionnalité et de consommation introduits récemment dans l'ITRS. Il concerne d'autre part des dispositifs utilisant d'autres phénomènes physiques que la charge (par exemple le spin de l'électron etc ...), ou encore des composants et circuits à base de nouveaux concepts (quantique, neuromorphique). L'accent devra 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,
- l'électronique « à un électron », comme les transistors SET (Single Electron Transistor) ou les mémoires monoélectroniques SEM (Single Electron Memory),
- l'électronique à base de carbone, avec l'émergence du graphène en tant que matériau à haute mobilité et des nanotubes de carbone,
- les procédés en rupture pour le CMOS avancé tels que les nouveaux matériaux de grille ou d'isolation, les polymères et les procédés pour la lithographie par auto-assemblage,
- les nouveaux composants non plus basés sur la charge électrique, mais sur des phénomènes physiques différents (par exemple le spin) permettant un codage de l'information intrinsèquement différent,
- les technologies ayant des rôles identifiés pour des fonctions spécifiques comme la cryptographie,
- les composants bio-inspirés ou neuro-mimétiques grâce à l'apport de technologies comme les memristors.

### c. Diversification des filières technologiques

Le troisième volet concerne l'interface entre le monde digital et notre environnement analogique où plusieurs révolutions sont attendues impactant les grands secteurs économiques. Il concerne aussi des nouvelles filières technologiques particulièrement prometteuses en termes d'application. Il s'agit donc de soutenir les aspects suivants :

- l'apport des nanotechnologies à l'électronique de puissance, en particulier l'intégration de nouveaux matériaux,

- l'apport des nanotechnologies à 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 autonomes à faible coût, faible consommation d'énergie, meilleure sensibilité, agilité et interopérabilité,
- les technologies 3D notamment en apportant des solutions pour le micro-empilement et les techniques d'encapsulation innovantes, ou encore pour réduire l'influence des interconnexions, en s'affranchissant au maximum des effets thermiques,
- les technologies d'assemblage, tels que le collage moléculaire, ou de fonctionnalisation qui sont à la base de nombre de ruptures, de par la modification des propriétés à l'échelle nanométrique,
- les nanocapteurs pour la récupération d'énergie à petite échelle,
- les nanotechnologies pour le traitement de l'eau et la décontamination.

#### **d. Nanophotonique**

Le quatrième volet concerne la nanophotonique dont les priorités thématiques sont :

- l'ingénierie quantique avec la perspective de contrôler le photon unique pour l'information & communication quantique, les détecteurs et mémoires, les répéteurs, les sources, les composants semi-conducteurs compacts et intégrés,
- la nanophotonique sur silicium, en particulier les interconnexions optiques, les circuits photoniques intégrés, les composants passifs, les modulateurs, détecteurs, lasers, amplificateurs, nano-sources optoélectroniques,
- les métamatériaux et cristaux photoniques pour le confinement (utilisé en biophotonique ou en plasmonique) ou l'exaltation du champ électromagnétique et les composants les utilisant,
- l'imagerie photonique en milieu diffusant ou complexe, incluant de nouveaux efforts sur la super-résolution et la correction de front d'onde, le contrôle de la polarisation et de la cohérence

#### **e. Nanochimie**

Le cinquième volet concerne le champ émergent de la chimie en milieux confinés à l'échelle nanométrique dont la compréhension des mécanismes ouvre de nouvelles perspectives qu'il convient d'explorer en tant que telles.

### **Axe 2 - Nanosimulation**

L'explosion de la puissance de calcul, les avancées théoriques et les progrès des codes ouvrent la perspective d'une expérimentation numérique réaliste et prédictive, et d'une révolution des outils de design. Aujourd'hui, seule la nanoélectronique s'appuie sur un environnement de design numérique intégré, sans lequel aucun développement concurrentiel n'est possible. Pour les acteurs de la plupart des autres technologies ancrées dans l'échelle nanométrique, l'émergence d'un environnement de design numérique est une condition de la compétitivité des futurs développements.

Le programme soutiendra donc la simulation numérique, depuis la simulation multi-échelle, multi-physique jusqu'au design numérique pour les nanotechnologies, les nanocomposants et les microsystèmes. Les projets soutenus pourront également

être axés sur un développement méthodologique en lien avec une technique de nanocaractérisation.

### **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 à l'aide de nanotechnologies et de faciliter la convergence des disciplines et des technologies au service de ces deux domaines. Compte-tenu de la dynamique créée par l'ERA-Net Euronanomed2, P2N pourra pour 2013 se positionner de façon complémentaire à cet appel. Les enjeux concernent les domaines suivants :

- l'apport des nanotechnologies au développement de l'imagerie et des nanobiocapteurs,
- la micro-nanofluidique sur substrat rigide ou souple en particulier pour la biologie digitale dont l'échelle spatiale est celle de la molécule unique,
- l'apport des nanotechnologies au geste médical assisté,
- l'apport des nanotechnologies à la biologie de synthèse,
- l'apport des nanotechnologies à l'instrumentation pour la biologie et la médecine.

Il s'agit d'autre part de considérer les apports spécifiques des nanotechnologies dans le domaine de l'agronomie, des sciences vétérinaires et de l'alimentation notamment :

- la protection et vectorisation de micronutriments indispensables au travers d'aliments nanostructurés, les nouveaux additifs ou compléments alimentaires sous forme nanométrique,
- l'apport des nanotechnologies aux emballages intelligents et aux revêtements.

Ces développements se feront dans le cadre d'une mise en synergie de compétences disciplinaires très variées. Ils ne se feront que dans un cadre éthique et réglementaire respectant les impératifs de sécurité sanitaire et environnementale et d'information et de protection des consommateurs, traduisant une démarche de développement responsable, sûr, maîtrisé et partagé.

### **Axe 4 - Recherche intégrative**

Ces projets de recherche plus ambitieux visent à intégrer les nanotechnologies préexistantes dans des systèmes complexes où l'intégration représente l'enjeu majeur du projet. Les thématiques scientifiques concerneront l'apport des nanotechnologies dans des microsystèmes intégrés (intégration de nanosources de récupération ou de stockage d'énergie, intégration pour l'électronique de puissance miniaturisée, capteurs d'image, capteurs multi-fonctions à haute densité d'intégration, intégration hétérogène 3D de modules miniaturisés pour capteurs, circuits intégrés en rupture et à très basse consommation, fonctions mémoires intégrées et à faible consommation).



Retour  
SOMMAIRE

# SÉCURITÉ GLOBALE ET RECHERCHE DUALE





## **Programme : 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) qui en assure le financement. 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. Le programme s'organise autour des 9 domaines scientifiques prioritaires identifiés par la Mission pour la recherche et l'innovation scientifique de la DGA : 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.

### **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.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel 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 a été initié en 2011. Il fait suite à des appels à projets similaires, gérés par la DGA.
- **Articulation avec les instruments des Investissements d'avenir :**  
Les thématiques du programme ASTRID, soit par leur contenu, soit par leurs objectifs sont essentiellement absentes dans les actions financées dans le cadre des Investissements d'avenir.

## 1. Objectifs et résultats attendus

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 potentielles qui sont sources d'innovations bénéfiques à la Défense ainsi qu'à la Recherche et l'Industrie.

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 prioritaires identifiés par la DGA (cf résumé).

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. Contexte et enjeux sociétaux

### 2.1 - Enjeux économiques

Les actions menées dans ce programme permettront de renforcer les partenariats recherche/industrie en rapprochant les PME des laboratoires de recherche et en facilitant les transferts de technologies. 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 les résultats dans leurs systèmes. En effet, sans la démonstration du concept, 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 soutenues par le programme ASTRID permettent par exemple :

- d'améliorer les performances au niveau des capteurs, actionneurs, micro et nanosystèmes ou des matériaux ;
- de raccourcir et de fiabiliser les processus de conception dès lors qu'ils s'appuient sur des méthodes de simulation plus fines (par exemple, pour les ondes acoustiques et radio électriques, les fluides ou les structures) ;
- d'apporter des fonctionnalités supplémentaires nouvelles, par exemple en ingénierie de l'information permettant d'incrémenter les performances, de mettre en synergie les systèmes et *in fine* de valoriser et de pérenniser les produits. A ce titre, ces nouvelles technologies peuvent être sources de gains en contribuant au retour sur investissement industriel.

Ces nouvelles technologies ont également un fort impact dans d'autres domaines d'activité. Citons à titre d'exemple, les recherches menées pour la Défense dans les secteurs des télécommunications (optimisation de l'utilisation du spectre radio-fréquences par des modélisations ou via l'extension des domaines d'emploi des antennes), de la navigation (hydrographie et océanographie), de la santé (sécurité vis-à-vis d'agents pathogènes)...

- **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 soutient également des technologies à fort enjeu de souveraineté nationale.

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

- **Enjeux relatifs à l'emploi**

Dans la mesure où elles apportent des réponses nouvelles à un besoin, 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 valorisent une activité industrielle existante et peuvent être à l'origine de l'extension de cette activité ou de créations 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 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 thématique du « 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**

L'importance pour la DGA d'une thématique 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 intérêt fort 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 de renommée sensibilisés aux problématiques de défense entre dans cette catégorie d'enjeu.

- **Type de recherche visée dans les appels à projets**

Ce sont des recherches exploratoires se plaçant dans l'échelle TRL de maturité technologique d'un projet sur les niveaux 1 à 4 (Validation en environnement de laboratoire de briques élémentaires et/ou de sous-systèmes de base).

- **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 et les documents de mise à jour éventuels. La politique globale devrait donc connaître assez peu de changements sous réserve d'évolution du contexte budgétaire et de définition d'un nouveau document de stratégie R&T ajoutant ce qui relevait auparavant du POS aux orientations plus appliquées de R&T.

Les activités scientifiques sont ainsi répertoriées selon les 9 domaines scientifiques suivants :

### 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.

### Fluides, structures

Le domaine recouvre les thèmes suivants :

- Écoulements fluides : performances aérodynamiques et hydrodynamiques, écoulements multi-fluides ou multiphasiques, écoulements à surface libre, contrôle des écoulements (passif/actif).
- Conception et dimensionnement des structures: approches avancées en modélisation des structures, chargements des structures, couplage fluide-structure, vibration, comportement dynamique
- Propulsion et énergétique : combustion fluide/solide, nouveaux concepts propulsifs, contrôle des écoulements réactifs, écoulements énergétiques (explosions, feux) et systèmes de protection.
- Furtivité et discrétion: bruit et écoulement, bruit et vibration, signatures d'écoulement et sillages, signatures thermiques.

### Ondes acoustiques et radioélectriques

Ce domaine traite de l'acoustique et de l'électromagnétisme.

Il s'étend de quelques Hz à la limite du THz. Son spectre ne couvre pas le domaine optique.

Le domaine s'intéresse aux techniques et technologies appliquées :

- aux communications ;
- à la détection (radar, sonar) ;
- au guidage et à la navigation ;
- à l'imagerie ;
- à la guerre électronique ;
- aux agressions et armes électromagnétiques ;
- à la compatibilité électromagnétique.

## **Nanotechnologies**

Le domaine Nanotechnologies est un domaine très transverse et fortement dual.

Concernant les technologies duales, des points spécifiques comme la tenue aux environnements sévères sont à considérer.

Le domaine est découpé selon les 6 sous-thématiques scientifiques suivantes :

- Micro & Nanoélectronique : nanoélectronique, électronique moléculaire, spintronique, nanomagnétisme, électronique 3D ...
- Micro & Nanosystèmes : MEMS RF, MEMS/NEMS inertiels, MEMS/NEMS pour la détection chimique et biologique, packaging associé...
- Nanomatériaux : textiles fonctionnalisés et intelligents, métamatériaux ...
- Nanophotonique : composants pour chaînes hyperfréquence (opto hyper), nanosystèmes intégrant des fonctions optiques, détecteurs issus de la filière CMOS...
- Nanobiotechnologies : dispositifs de détection de menaces (chimiques et biologiques), microfluidique associée...
- Intégration de nanodispositifs : capteurs autonomes et communicants, laboratoire sur puce, micro- nano antennes reconfigurables, micro centrale inertielle, sources d'énergie associées pour micro/nanodispositifs autonomes, sources d'énergie associées pour micro/nanodispositifs autonomes....

L'ensemble de ces sous-thématiques vise à améliorer la protection du combattant, la détection des différentes menaces (radar, NBC ...), le guidage/ navigation, les communications (agilité, furtivité, réduction de dimensions, débit ...), ainsi que la tenue aux environnements sévères.

## **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

## **Matériaux, chimie et énergie**

Ce domaine recouvre les thèmes suivants :

- Matériaux pour les structures, les protections et la pénétration. Matériaux pour applications thermosturales et réfractaires ;
- Matériaux fonctionnels avancés passifs, actifs ou intelligents. Matériaux à fonctions particulières : diélectriques, électromagnétiques, optiques, thermo-optiques, 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.

### **Biologie et biotechnologies**

Le domaine biologie traite en priorité du risque nucléaire, radiologique, biologique et chimique (NRBC) d'origine provoquée, accidentelle ou naturelle et de la recherche en biologie pouvant présenter un intérêt pour la santé du militaire en opérations. Les objectifs principaux se déclinent en quatre thèmes :

- Analyse et évaluation du risque
  - Connaissance des agents pathogènes pour l'homme, les animaux, les plantes.
- Détection, identification, diagnostic très précoce
  - Collecte et analyse d'échantillons de terrain ;
  - Mise en évidence d'une infection (notamment avant apparition de symptômes) ;
  - Filière de la preuve.
- Protection décontamination des matériels et personnels
  - Décontamination corporelle, contrôle de contamination (levée de risque). Contre-mesures médicales (prophylactiques ou thérapeutiques)

### **Hommes et systèmes**

Le domaine concerne la prise en compte de la composante humaine dans les systèmes de défense. Il recouvre plus particulièrement :

- La protection de l'opérateur contre les contraintes environnementales ;
- Le maintien de la capacité opérationnelle ;
- Le soutien médical des forces en opération ;
- Les interfaces homme-système (IHM) ;
- L'homme comme acteur systémique.

### **Environnement et géosciences**

Le domaine couvre les activités de recherche suivantes :

- Domaine océanique :
  - Bathymétrie, gravimétrie et géomagnétisme ;
  - Géologie marine et océanographie acoustique ;
  - Circulation océanique ;
  - Houle et modélisation des états de la mer ;
  - Biochimie marine.
- Météorologie et physique de l'atmosphère :
  - La prévision de phénomènes atmosphériques locaux et de basses couches ;
  - Les systèmes précipitants, rayonnement, nuages, milieux complexes ;
  - Les interactions océans/atmosphère et les aérosols.
- Environnement terrestre :
  - Les sols, avec caractérisation des états de surface ;
  - Les interactions atmosphère/sols/végétation ;
  - Le milieu urbain.
- Géographie numérique
  - Information géoréférencée.



## Programme : 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).

### Mots clés :

Sécurité globale, protection du citoyen, infrastructures critiques, réseaux, gestion de crise, systèmes, criminalité, terrorisme ; cyber criminalité, technologies, sciences humaines et sociales, risques, vulnérabilités, pandémie, résilience.

- **Exercices budgétaires pour lesquels un appel est prévu** : 2011-2012-2013
- **Type de programme** : affichant des axes ouverts ou partenariaux
- **Dimension internationale du programme** : Programme national ouvert en bilatéral depuis 2009 avec le programme national allemand sur la sécurité du ministère de la recherche (BMBF)

- **Interfaces thématiques avec d'autres programmes de l'ANR :**

Interface avec les programmes : Ingénierie Numérique et Sécurité (cybersécurité et cybercriminalité), Transports Durables et Mobilité (sécurité des infrastructures de transports), Sociétés Innovantes (place et rôle de la sécurité), Villes et Bâtiments durables (Sécurité des infrastructures) et CONTINT (Sécurité des échanges et contenu, fouilles de données)

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

Très peu d'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).

## 1. Objectifs et résultats attendus

### Objectifs

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 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 et futur Défi Sociétal Sécurité d'Horizon2020). Ce programme vise également à faire émerger une dimension sociétale spécifique aux recherches sur la sécurité, préoccupation fondamentale de nos sociétés.

### Résultats et impact espérés

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. Pour exemples, l'utilisation des dernières avancées de la robotique terrestre dans les interventions des sapeurs pompiers ou la théorie des graphes au service de lutte contre la fraude sur internet.
- 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 intègrent des équipes spécialisées des sciences humaines et sociales.

En terme d'impact, le programme contribue notablement à l'agglomération et à la 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 issus des laboratoires publics ou privés et utilisateurs de la sécurité. Ces acteurs, ainsi que les

résultats des projets financés renforcent la compétitivité française en Europe sur un enjeu considéré comme majeur par la Commission européenne et les principaux Etats membres.

## 1. Contexte et enjeux sociétaux

### 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. 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>41</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>42</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, un groupe de travail ISO<sup>43</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 a lancé un mandat de norme européenne sur la sécurité et s'apprête à publier une communication sur la politique industrielle en matière de sécurité. Enfin, il faut signaler la démarche

<sup>41</sup> Cf. étude ECORYS (financée par la DG entreprise), Novembre 2009

<sup>42</sup> selon une étude 2007 de la Fondation de la Recherche Stratégique.

<sup>43</sup> Groupe TC 223 de l'ISO.

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.

## 1.2 Enjeux sociaux et pour la société

- **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 en 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 cinq 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 contribue 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). Le thème de la Sécurité à l'école a été d'ailleurs proposé en 2011 et 2012 dans les appels à projets.

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

Le principal enjeu est de savoir si l'Europe est capable de proposer un modèle à même de concilier efficacité, et juste proportion des réponses face aux menaces et aux risques. 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. La sécurité par conception devra donc aller de pair avec le respect de la vie privée.

- **Enjeux en termes de 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.

## 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.

## **2. 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 ce jour, la France arrive en tête en matière de retour géographique, avec l'Allemagne en terme de retour géographique. 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. Cette articulation avec Horizon 2020, et en particulier sur le volet Défis sociétal Sécurité, sera recherchée.

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 et a donné lieu jusqu'à présent à deux appels à projets par an, focalisés sur des sujets inclus dans le périmètre de CSOSG. Il a été renouvelé pour une période d'au moins 5 années en 2012 avec un budget de 55M€ /an.

- **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. Une feuille de route commune a été proposée en 2011 dans le cadre du 4<sup>ème</sup> forum franco-allemand. Des initiatives comme le lancement d'un ARP bilatéral sur la cartographie des acteurs franco-allemands ou la mise en place d'une programmation pluriannuelle ont été actées.

### 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 principaux impacts 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. 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 visée dans les appels à projets**

Le programme CSOSG promeut une recherche finalisée, industrielle et interdisciplinaire. Cependant en 2010 et en 2012, un axe spécifique de projets de recherche exploratoire (axe transverse), à fort risque, mais de durée limitée (inférieure à 24 mois), a rencontré un très bon succès. Des projets proches des concepts de plateforme ont été déposés et financés en 2006, 2007 et 2009.

Les projets s'inscrivant dans les axes thématiques des principales missions de sécurité visent un TRL de 3 à 5. Dans l'axe dit transverse, les TRL vont de 1 à 3.

- **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 exploratoire (dit axe transverse).

- **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). La DGA entend renouveler son soutien en 2013.

### 3. Stratégies de recherche scientifique et technique

#### Axes et thèmes des recherches

Ce programme cible un certain nombre de fonctions spécifiques ou capacités, sous-ensembles des missions suivantes, qui constituent donc le large périmètre de la sécurité couvert :

- la sécurité du citoyen qui recouvre la lutte contre le terrorisme et la grande criminalité, les problématiques liées à la « petite » criminalité et à la délinquance, le secours aux personnes, mais également la gestion de la preuve (police scientifique par exemple) ;
- la protection des infrastructures vitales et des réseaux (transport, énergie, informatique) et leurs interconnexions ;
- la gestion de crise, quelle que soit son origine (malveillance, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle) et cela lors des phases de préparation et de planification jusqu'à la réparation ;
- la sécurité des frontières maritimes terrestres et aériennes ainsi que la gestion des flux matériels et immatériels et des interconnexions.

Au sein de ces axes thématiques, les sujets abordés et les projets retenus sont cohérents thématiquement avec les priorités nationales (renouvelées chaque année) et/ou temporellement avec le programme de travail du programme européen (PERS).

En 2012-2013, un groupe de réflexion franco-allemand travaillera à faire émerger des pistes de recherche sur la thématique de la protection des infrastructures critiques et des réseaux en particulier celles liées aux transports (collectifs terrestres et aérien) et à la production d'énergie. Ces réflexions seront utilisées afin d'élaborer un appel commun franco-allemand fin 2013-début 2014.

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>44</sup>, car cette approche prometteuse, en termes d'efficacité opérationnelle et économique, ouvre des perspectives très importantes sur de nouvelles méthodologies de recherche. La recherche visera notamment à l'élaboration d'un nouveau paradigme permettant de sortir du jeu 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>45</sup>. Ce concept se propose d'imaginer des solutions combinant les potentialités technologiques, 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 2013 abordera cette problématique en s'appuyant sur les conclusions d'un colloque pluridisciplinaire et international mandaté par l'ANR, et organisé par la MSH, Paris Descartes, Sciences-Po, l'INT et la société Morpho.

Le futur programme de recherche et d'innovation de la Commission européenne présente plusieurs nouveautés, en particulier, la présence d'un pilier regroupant des axes thématiques de recherche « systémiques » et « finalisés » organisé en 6 à 7 défis sociétaux. On notera donc que la démarche « Sécurité » initiée en 2007, est dorénavant étendue, et

<sup>44</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>45</sup> Cf. travaux de Anne Cavoukian –[www.privacybydesign.ca](http://www.privacybydesign.ca)

bénéficiera probablement elle-même d'un défi intitulé « Protéger la liberté et la sécurité de l'Europe et de ses citoyens ». Il est probable qu'à cette occasion, le périmètre déjà vaste de la recherche en sécurité soit étendu à la lutte contre la cybercriminalité mais aussi à la dimension extérieure des politiques publiques, comme la gestion de crise humanitaire suite à des catastrophes naturelles, ou d'origine humaine. Tout d'abord sur l'intégration d'un large spectre technologique, en particulier les TIC mais pas exclusivement, dans la lutte contre la cybercriminalité, en prenant en compte par exemple des *modus operandi* des organisations criminelles mais aussi en aidant à l'agrégation de la sécurité physique et numérique. En ce qui concerne la gestion de crise, le programme pourra contribuer à positionner des équipes et solutions françaises sur les futurs appels à projets de la Commission européenne, avec des enjeux d'interopérabilité et de mobilité des forces de secours, des systèmes de protection de populations à large échelle, de collecte et de corrélation d'information, et enfin de résilience de systèmes.

Pour l'ensemble des futurs sujets d'intérêt pour la programmation sécurité, 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.







[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