

# Plan d'action 2014

## Appel à projets générique

Ouverture de l'appel à projets générique 2014: 31 juillet 2013

Clôture du dépôt des pré-propositions : 23 octobre 2013, 13h  
(heure de Paris)

# Plan d'action 2014 de l'ANR

---

1	Contexte et objectifs .....	3
1.1	Introduction.....	3
1.2	Structure du cadre programmatique 2014 .....	3
2	Une diversité de modalités d'actions.....	6
2.1	Les instruments de financement dédiés aux « recherches coopératives » .....	6
2.2	Les instruments de financement ciblés sur les individus .....	8
2.3	Les instruments de financement dédiés à l'amorçage.....	9
3	La composante « Grands Défis Sociétaux ».....	11
3.1	Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique.....	11
3.2	Une énergie propre, sûre et efficace.....	17
3.3	Stimuler le renouveau industriel.....	24
3.4	Santé et bien-être.....	31
3.5	Sécurité alimentaire et défi démographique .....	38
3.6	Mobilité et systèmes urbains durables .....	43
3.7	Société de l'information et de la communication.....	47
3.8	Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives .....	55
3.9	Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents.....	62
4	La composante « Aux frontières de la recherche ».....	65
4.1	Un défi spécifique : le « Défi de tous les savoirs » .....	65
4.2	Le programme OH Risque : un appel spécifique dédié à la prise de risque pour les projets à haut potentiel scientifique .....	66
5	Construction de l'Espace européen de la recherche et attractivité internationale de la France .	68
5.1	Partenariats bilatéraux dans le cadre de l'appel à projets générique .....	68
5.2	Construction de l'EER – Partenariat avec l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse.....	69
5.3	Appels à projets européens et internationaux (ERA-NET, JPI, appels bi- ou multilatéraux).	69
5.4	Programme d'attractivité internationale de la France.....	70
6	Impact économique de la recherche et compétitivité.....	71
6.1	Le programme LabCom .....	71
6.2	Le programme Chaires industrielles.....	72
6.3	Le programme Carnot .....	72
7	Modalités de soumission et d'évaluation de l'appel à projets générique .....	73
7.1	Description générale du processus .....	73
7.2	Evaluation des pré-propositions.....	74
7.3	Evaluation des propositions détaillées.....	76

# 1 Contexte et objectifs

## 1.1 Introduction

L'ANR a principalement pour mission de financer la meilleure recherche fondamentale, mais également la recherche finalisée et appliquée notamment au travers de partenariats associant les entreprises et les laboratoires publics. Ainsi, son action vise à soutenir l'excellence de la recherche française tant sur les plans académique que technologique par un processus de sélection rigoureux fondé sur l'évaluation par les pairs. Enfin, l'ANR a également pour mission de renforcer les coopérations internationales en contribuant notamment au financement de consortiums internationaux en partenariat avec d'autres agences de financement en Europe et à l'étranger.

Le Plan d'Action 2014 de l'ANR adopté le 26 juillet 2013 par son Conseil d'Administration, s'intègre au cadre fixé par l'agenda stratégique « France Europe 2020 » présenté par la ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche le 21 mai dernier. Il reconfigure l'ensemble des actions de l'ANR et clarifie les principales modalités d'interventions de l'agence. Le Plan d'Action 2014 est un document unique et synthétique, adopté par le Conseil d'Administration de l'ANR. Il décrit l'essentiel des actions et appels à projets proposés par l'ANR dans le cadre de l'exercice budgétaire 2014. Ce document se substitue à la fois au document de programmation et à la plupart des appels à projets tels qu'ils étaient proposés dans les programmations antérieures.

Le Plan d'action 2014 s'adresse à toutes les communautés scientifiques et à tous les acteurs publics ou privés impliqués dans la recherche française et notamment les PME et les TPE.

Il rassemble les éléments de définition des grands champs scientifiques et thématiques ouverts aux appels à projets, la description des différents instruments de financement et enfin les modalités d'évaluation des projets.

## 1.2 Structure du cadre programmatique 2014

Une large part du cadre programmatique 2014 est traitée comme un appel générique unique ce qui permet de réduire très significativement le nombre d'appels à projets et rendre plus lisible l'offre de financement.

**La procédure de sélection de cet appel générique se déroulera en deux étapes** (cf. paragraphe 7).

En complément de son budget d'intervention propre, l'ANR a conclu des partenariats avec d'autres financeurs de la recherche (Direction Générale de l'Armement, Direction Générale de l'Offre de Soins, Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, Fondation de Recherche pour l'Aéronautique et l'Espace, ...) sur des problématiques s'intégrant dans les grands défis sociétaux.

D'autres appels plus ciblés seront également ouverts dans le cadre de l'exercice 2014 (programme ASTRID financé par la DGA, appels dans le cadre d'ERA-NETs, d'initiatives de programmation conjointes (JPI), ou d'appels bi ou multilatéraux avec des agences étrangères). Ces appels feront

l'objet de procédures spécifiques et il est recommandé de consulter l'agenda de leur publication sur le site de l'ANR.

Le cadre programmatique 2014 se structure en **quatre composantes** qui font l'objet d'une budgétisation spécifique.

### **1. Les grands défis sociétaux**

Le MESR a demandé à l'ANR d'organiser une large part de son plan d'action 2014 autour de 9 grands défis sociétaux identifiés dans l'agenda stratégique France Europe 2020<sup>1</sup>, lui-même mis en cohérence avec la structuration du prochain programme cadre européen Horizon 2020 :

1. Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
2. Energie propre, sûre et efficace
3. Renouveau industriel
4. Santé et bien-être
5. Sécurité alimentaire et défi démographique
6. Mobilité et systèmes urbains durables
7. Société de l'information et de la communication
8. Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives
9. Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

La composante « grands défis sociétaux » fait l'objet d'un appel unique, où les champs scientifiques et thématiques sont mis en cohérence avec la Stratégie Nationale de la Recherche et intègrent notamment des priorités exprimées par les Alliances, le CNRS et les ministères concernés. Cette composante est ouverte à un très large spectre de projets depuis la recherche fondamentale jusqu'à la recherche finalisée. Les modalités d'évaluation et d'expertise des projets tiendront compte de ces typologies de recherche. Un certain nombre de priorités scientifiques sont partagées entre les différents défis sociétaux. Elles ne sont cependant détaillées qu'une fois.

Ce découpage en grands champs de recherche rassemble à la fois des recherches cognitives fondamentales, antérieurement soutenues par les programmes non-thématiques (programmes Blanc et Jeunes chercheurs), et des recherches ciblées, souvent finalisées, qui étaient essentiellement couvertes par des programmes thématiques.

### **2. Aux frontières de la recherche**

Cette composante est principalement ouverte au travers d'un « **défi de tous les savoirs** » dont l'objectif est de compléter la couverture disciplinaire pour le financement sur projets. Elle vise notamment à soutenir des disciplines fondamentales et des recherches essentiellement cognitives sans lien direct avec les champs couverts par les grands défis sociétaux. En complément, un programme dédié à stimuler l'émergence de projets à haut risque scientifique sera mis en place.

### **3. Construction de l'Espace Européen de la Recherche (EER) et attractivité internationale de la France**

Cette composante est transversale aux autres composantes du plan d'action, mais comporte également des instruments spécifiques visant à renforcer l'attractivité internationale de la France. Un comité d'orientation des actions internationales sera mis en place pour coordonner les actions, acquérir une vision d'ensemble et concevoir une stratégie cohérente de partenariat international.

---

<sup>1</sup>[http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/France-Europe\\_2020/21/7/AgendaStrategique\\_252217.pdf](http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/France-Europe_2020/21/7/AgendaStrategique_252217.pdf)

#### **4. Impact économique de la recherche et compétitivité**

Les projets menés en partenariat public-privé constituent l'un des principaux instruments de financement des « défis sociétaux » ayant un impact direct en termes économiques et de compétitivité.

En complément, cette composante dédiée a pour objet de stimuler le partenariat avec les entreprises et le transfert des résultats de la recherche publique hors des collaborations conventionnelles développées sous forme de projets partenariaux. Cette composante placée sous une gouvernance unique rassemble trois programmes : LabCom, Chaires industrielles et Carnot.

## 2 Une diversité de modalités d'actions

Le cadre programmatique 2014 de l'ANR propose aux chercheurs, en fonction de leurs objectifs scientifiques et de leurs besoins, différents instruments de financement dédiés ou communs aux quatre composantes du plan d'action précédemment décrites.

Les instruments de financement s'inscrivent dans trois catégories dont les attendus et les caractéristiques, déterminent des points-clés dans la sélection et le suivi des projets qui s'y rattachent :

- La catégorie « **recherche coopérative** » correspond aux travaux de recherche définis sur la base de la description des objectifs à atteindre dans un cadre de ressources et de délais contraints. Trois instruments de financement sont proposés : les **projets collaboratifs**, les **projets en partenariat public-privé** et les **challenges** ;
- La catégorie « **chercheur** » correspond au soutien de travaux portés par des individus dans un organisme de recherche, dans l'objectif que ces personnes acquièrent, maintiennent ou accroissent une visibilité scientifique de haut niveau et développent le rayonnement scientifique des laboratoires qui les hébergent. Trois instruments sont proposés : « **Jeunes chercheurs** », « **Accueil de chercheurs de haut niveau** » et les « **Chaires industrielles** » ;
- La catégorie « **amorçage** » correspond au financement sur une courte durée d'activités de structuration d'une communauté scientifique situées en amont des travaux de recherche d'ampleur. Un nouvel instrument est proposé : les **réseaux de recherche**.

### 2.1 Les instruments de financement dédiés aux « recherches coopératives »

#### 2.1.1 Les projets collaboratifs

Il s'agit jusqu'à présent du principal instrument de financement de l'ANR. Les projets collaboratifs visent à atteindre des résultats par la mise en commun de compétences et de moyens provenant de différentes équipes de recherche. Les financements octroyés permettent ainsi par la réalisation de travaux collaboratifs l'accélération des recherches proposées. Cet instrument encourage les équipes de recherche à mener des travaux pour lesquels la collaboration présente une valeur ajoutée scientifique, soit parce qu'elle rend possible les travaux, soit parce qu'elle permet d'envisager des résultats d'une ambition ou d'une qualité supérieure. Les travaux de recherches pluridisciplinaires sont les bienvenus dans cet instrument.

- Fourchette indicative d'aide ANR : 100 à 500 k€
- Consortium : au moins deux structures opérationnelles d'organismes de recherche<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Cf. définition dans le règlement financier 2014

- Catégorie de recherche<sup>3</sup> : principalement recherche fondamentale, mais aussi recherche industrielle et développement expérimental
- Durée : 24 à 48 mois

### 2.1.2 Les projets collaboratifs en partenariat public-privé

Les projets collaboratifs menés en partenariat entre laboratoires de recherche publics et entreprises visent donc à atteindre en commun des résultats de recherche qui seront profitables aux deux parties, en permettant aux laboratoires publics d'aborder de nouvelles questions de recherche, ou de les aborder différemment, et en permettant aux entreprises d'accéder à la recherche publique de meilleur niveau afin d'améliorer à terme leurs capacités d'innovation. Il s'agit également de renforcer le transfert de résultats et savoir-faire issus de la recherche publique vers le monde économique.

- Fourchette indicative d'aide ANR : 200 à 800 k€
- Consortium : au moins un partenaire organisme de recherche et au moins un partenaire entreprise
- Catégorie de recherche : recherche fondamentale, recherche industrielle, développement expérimental
- Durée : 24 à 48 mois

### 2.1.3 Les projets internationaux

Le renforcement des collaborations internationales est une des missions de l'ANR.

L'instrument « projets internationaux » vise à favoriser une recherche collaborative à travers l'Europe et d'autres pays partenaires. Il consiste aussi bien en des projets collaboratifs que des projets collaboratifs en partenariat public-privé dans lesquels il y a au moins un partenaire français et au moins un partenaire étranger. L'ANR ne finance alors que le(s) partenaire(s) français. Cet instrument s'appuie en partie sur des appels à projets multilatéraux ou bilatéraux, européens ou internationaux.

Dans le cadre de l'appel générique couvrant les « grands défis sociétaux » et le « défi de tous les savoirs », les projets internationaux impliquent nécessairement au moins un partenaire étranger sollicitant des subventions de la part d'une agence de financement étrangère dans le cadre d'un accord bilatéral ou multilatéral entre l'ANR et d'autres agences de financement étrangères (voir § 5.1). La sélection du projet est alors sujette à un accord des deux agences de financement. Il est nécessaire de consulter les modalités complémentaires publiées pour chaque pays.

- Fourchette indicative d'aide ANR : 100 à 800 k€
- Consortium : au moins un organisme de recherche français et un partenaire étranger
- Catégorie de recherche : principalement recherche fondamentale, mais aussi recherche industrielle et développement expérimental
- Durée : 24 à 48 mois

Dans le cas de propositions avec un (des) partenaire(s) étranger(s) participant sur fonds propre ou par le biais de financements nationaux obtenus en dehors d'accords bilatéraux entre l'ANR et une

---

<sup>3</sup> Cf. définitions dans le règlement financier 2014

agence de financement étrangère, la pré-proposition est alors soumise à l'ANR seule et hors du cadre des appels internationaux en justifiant simplement des moyens du (des) partenaire(s) étranger(s).

#### 2.1.4 Les challenges

Dans le cadre des défis sociétaux, certains sujets très focalisés sur des objectifs précis à atteindre justifient la mise en compétition d'équipes concurrentes. Les challenges encouragent plusieurs équipes à travailler sur une même problématique, en leur permettant de confronter leurs approches respectives sur une application ou une question scientifique. Plusieurs challenges seront initiés en 2014 en lien avec les défis sociétaux. Le sujet du challenge, les approches possibles, ainsi que les modalités de la mise en compétition font l'objet d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda 2014 sur le site web de l'agence.

## 2.2 Les instruments de financement ciblés sur les individus

### 2.2.1 Jeunes Chercheurs

L'objectif de l'instrument « Jeunes Chercheurs » est de préparer la nouvelle génération de jeunes chercheurs de talents appelés à devenir les futurs leaders et dirigeants de la recherche scientifique française. De même, il s'agit de favoriser la prise de responsabilité par des jeunes chercheurs et de les inciter à s'attaquer à des verrous scientifiques ou technologiques avec des approches originales.

L'instrument vise donc à favoriser la prise de responsabilité des jeunes chercheurs, l'acquisition d'une culture du mode projet, tout en leur permettant 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 leurs capacités d'innovation.

Il s'agit également d'un tremplin pour les jeunes chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, pourront plus facilement envisager de déposer un projet en réponse aux appels de l'ERC, et ceci avec de meilleures chances de succès.

- Fourchette indicative d'aide ANR : 100 à 400 k€
- Consortium : un seul partenaire de type organisme de recherche, le coordinateur scientifique ayant obtenu sa thèse depuis moins de 10 ans à la date de publication de ce Plan d'Action
- Catégorie de recherche : principalement recherche fondamentale, mais aussi recherche industrielle
- Durée : 24 à 48 mois

### 2.2.2 Accueil de chercheurs de haut niveau

L'instrument « Accueil de chercheurs de haut niveau » vise à renforcer l'attractivité internationale du système de recherche français. Il est géré dans le cadre de la composante « Construction de l'EER et attractivité internationale de la France » et fait l'objet d'un appel spécifique.



La capacité à accueillir durablement dans les laboratoires de notre pays des chercheurs de haut niveau venant de l'étranger est une composante importante du positionnement scientifique au plan international. Il s'agit de favoriser cet accueil en offrant aux meilleurs de ces scientifiques des moyens significatifs pour qu'ils s'implantent durablement en France. Ce programme vise tant des chercheurs juniors ayant un très bon potentiel (y compris après un post-doc à l'étranger) que des chercheurs seniors de haut niveau.

L'instrument a pour objectif de financer, avec un fort engagement de l'organisme de recherche d'accueil (EPST, université, etc.) du chercheur des moyens substantiels pour lui permettre de constituer une équipe et de réaliser un premier projet ambitieux dont un impact significatif est attendu.

Les coordinateurs scientifiques peuvent être étrangers ou français. Ils doivent avoir une période d'activité scientifique à l'étranger significative en fonction du profil. À titre indicatif, les candidats souhaitant venir en France après un post-doc à l'étranger devraient avoir effectué un séjour d'au moins un an ayant permis de mettre leur potentiel en évidence, tandis que des candidats seniors devraient avoir passé une majeure partie de leur carrière scientifique à l'étranger. Les coordinateurs scientifiques devraient être en position de s'installer rapidement en France après la mise en place du financement par l'ANR.

Cet instrument reprend en grande partie les actions des anciens programmes Retour Post-doc et Chaires d'Excellence. Il sera coordonné avec le programme Atip Avenir de l'INSERM et du CNRS.

- Fourchette d'aide ANR : 150 k€ à 900 k€
- Consortium : un seul partenaire de type organisme de recherche
- Catégorie de recherche : recherche fondamentale, recherche industrielle, développement expérimental
- Durée : 36 à 48 mois

## 2.3 Les instruments de financement dédiés à l'amorçage

### 2.3.1 Les réseaux de recherche

Le montage de certains travaux de recherche d'ampleur ne peut se faire facilement à partir des structures existantes, soit parce que la communauté visée n'est pas encore constituée et qu'il nécessite de mener une réflexion prospective, soit parce que les problèmes à résoudre doivent être formulés par une communauté particulièrement large.

L'instrument vise à financer une réflexion collective menée entre des laboratoires français et étrangers, des entreprises, des collectivités et des associations. L'objectif du financement ANR est d'aboutir à la définition et à la structuration d'un programme de recherche ambitieux ou d'une stratégie de recherche, notamment à l'échelle européenne, voire internationale.

Les propositions sélectionnées devront permettre de renforcer la participation de la France à la définition des agendas scientifiques internationaux. Ceci suppose à la fois la construction d'un réseau du meilleur niveau scientifique, le choix de sujets d'importance stratégique et la définition d'actions à mener ayant un impact majeur au niveau scientifique, technologique ou sociétal.

Le résultat attendu est par conséquent un renforcement de leadership scientifique français, qui s'exprimera notamment en terme de coordination de projets internationaux. Une attention

particulière sera donc portée aux réseaux de recherche dont l'objectif sera la soumission d'une proposition à un appel à projets européen ou international de grande ampleur.

- Fourchette d'aide ANR : 50k€ (environ)
- Consortium : un seul partenaire financé de type organisme de recherche, partenariat large
- Catégorie de recherche : études de faisabilité technique
- Durée : 12 à 24 mois

## 3 La composante « Grands Défis Sociétaux »

Cette composante structurée en 9 défis sociétaux représente la part prépondérante du budget d'intervention de l'ANR. Ces défis sociétaux couvrent à la fois des champs de recherche fondamentale et finalisée. Ils nécessitent tant des approches cognitives fondamentales que des recherches ciblées sur quelques priorités thématiques à forts enjeux. Les défis nécessitent pour la plupart un renforcement de recherches pluri ou interdisciplinaires. Pour chacun d'entre eux, un encart donne une information sur les domaines et programmes scientifiques précédemment soutenus par l'ANR.

**Cette composante fait l'objet d'un seul appel à projets générique.**

L'optimisation des aides publiques à la recherche est impérative. Les thématiques soutenues dans le cadre du Plan d'action 2014 viseront notamment à compléter des thématiques ne faisant pas l'objet d'un financement ouvert dans le cadre des appels à projets 2014 du programme cadre Horizon 2020 de la Commission Européenne. Il en est de même pour les thématiques soutenues soit dans le cadre d'actions européennes ou internationales (ERA-NETs, JPI, appels multilatéraux), soit sur le plan national par d'autres financeurs publics (plans nationaux spécifiques, appels de ministères, ADEME, ANSES, ANRS, INCA, ONEMA, etc.). Ces éléments seront pris en compte dans l'évaluation des pré-propositions.

### 3.1 Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique

Depuis les évolutions du néolithique, avec le déploiement de l'agriculture, de l'élevage et de l'urbanisation, l'environnement est profondément façonné par l'homme. Avec désormais plus de 7 milliards d'humains, aux besoins (énergie, matière, produits, services...) et aux pratiques (mode de vie, mobilité, culture...) sans cesse renouvelés, les changements environnementaux (changement climatique, érosion de la biodiversité, dégradation des sols et des ressources hydriques, pollution chimique de l'air et des eaux, etc.) sont aujourd'hui tels qu'ils sont perceptibles de l'échelle locale à celle de la planète entière. On estime ainsi que les coûts liés aux changements climatiques et environnementaux pourraient dépasser 5 % du PIB en 2030 si des politiques d'adaptation et de remédiation pertinentes n'étaient pas mises en place à temps. Cette nouvelle ère, qualifiée d'Anthropocène, pose le problème complexe de la gestion intégrée, y compris à l'échelle mondiale, des environnements et des trajectoires de développement des sociétés humaines dans leurs diversités.

Ce défi nécessite d'une part de développer les connaissances sur les processus à l'origine des changements environnementaux intriqués, dont le changement climatique, leurs évolutions, leurs actions, interactions et rétroactions, et d'autre part sur leurs conséquences locales ou régionales sur les activités humaines, notamment celles qui reposent sur les services écosystémiques et les composantes sensibles que sont les eaux naturelles, le sol, la biodiversité. Il nécessite d'autre part un accroissement des connaissances relatives à la remédiation de ces environnements, et à une exploitation des matières premières durable et respectueuse de l'environnement. Enfin, ce défi est

aussi celui de la transformation environnementale, du local au global, et des connaissances à produire pour s'adapter aux changements et saisir des opportunités de développements alternatifs, dans un contexte mondial à forte diversité culturelle où viabilité socio-économique, respect de l'environnement, justice et équité ne peuvent pas être pensés séparément.

Un grand nombre des questions posées à la recherche en environnement nécessitent aujourd'hui des approches pluridisciplinaires à l'intérieur même des grands champs disciplinaires ou entre disciplines éloignées. Enfin, le dialogue science-société est à renforcer afin que les priorités de recherche soient co-identifiées et co-construites en intégrant les connaissances et les besoins des utilisateurs de la recherche à l'interface environnement-développement. Les projets sont ainsi incités à intégrer dans leur partenariat des décideurs ou acteurs de la société civile, du secteur public ou privé.

De nombreuses disciplines scientifiques sont sollicitées pour répondre aux enjeux de ce défi : les sciences humaines et sociales, les sciences de l'environnement, les sciences de la vie et de la Terre, les sciences de l'ingénieur, mais également, dans certains cas, les mathématiques appliquées et les sciences de l'information et de la communication.

Les axes scientifiques sont présentés ci-dessous. Les projets attendus peuvent concerner tant un que plusieurs axes ou sous-axes, selon les divers instruments de l'ANR qui peuvent être déployés dans un cadre national, européen ou international.

Ce défi sociétal incorpore bon nombre de domaines scientifiques précédemment soutenus par le programme Blanc (SHS1, SHS2, SHS3, SIMI1, SIMI2, SIMI3, SIMI6, SIMI9, SVSE6, SVSE7) et par des programmes thématiques (Environnement & Sociétés et Ecotechnologies & EcoServices).

### 3.1.1 Axe : Comprendre et prévoir les évolutions de l'environnement

Evaluer et prédire les changements environnementaux, mondiaux et multi-factoriels, nécessite de consolider le socle des connaissances sur les processus dynamiques, physico-chimiques, biologiques des différents compartiments du système Terre. Ces compartiments sont en interactions constantes et les problématiques exposées ci-après sont de fait clairement interconnectées.

- **Fonctionnement du climat, des océans et des grands cycles**

Le domaine du climat, touche l'ensemble des compartiments du système Terre : l'atmosphère et l'hydrosphère, dont les océans et la cryosphère, en interactions étroites avec la géosphère, la biosphère et les sociétés humaines. De nombreux verrous de connaissance sont à lever pour une meilleure compréhension et représentation des processus et réduire les biais et incertitudes des modèles (par exemple physico-chimie aérosols-nuages, subduction des masses d'eaux océaniques, biogéochimie marine, turbulence, emboîtements et interactions d'échelles et d'espaces, zones d'interface entre les milieux, cycles de l'eau, du carbone et de l'azote, etc.). Le réchauffement climatique, chaotique et marqué d'événements extrêmes, conduit à s'interroger sur la variabilité naturelle et sur la séparation des signaux naturels et anthropiques (rejets de gaz et matières). L'utilisation des proxies et des chroniques historiques est encouragée sur les derniers millénaires, ou sur des périodes passées de transition rapide induisant des débâcles glaciaires du Groenland et/ou de l'Antarctique, afin d'éclairer l'interprétation des variabilités et des tendances sur le siècle en cours. Sur les dernières décennies ou les derniers siècles, la participation ou la valorisation des grandes ré-analyses mondiales du système Terre est encouragée pour une meilleure compréhension des modes de variabilités régionales et des extrêmes associés, tant dans les océans et la cryosphère que l'atmosphère.

- **Fonctionnement de la zone critique (cycle de l'eau, sols et sous-sols)**

Le caractère multifonctionnel de la zone critique liant sols, sous-sols, eau et cycles biogéochimiques constitue une question centrale pour de nombreuses propriétés des [agro-]écosystèmes avec des enjeux tant de fourniture de biens marchands, que de services non marchands (régulation climat, eau, gaz à effet de serre, éléments minéraux ou biogéochimiques, conservation biodiversité...), qui rétroagissent y compris à l'échelle globale avec le fonctionnement du système Terre.

Dans le domaine de l'eau, de nombreux questionnements scientifiques restent ouverts : mieux appréhender la dynamique au sein des sols et sous-sols, estimer les impacts quantitatifs et qualitatifs des modifications de régime hydrique associées aux changements du climat ou aux dégradations des sols, scénariser le développement des usages et de la gestion de la ressource en eau.

Dans le domaine des sols, la dégradation sur le long terme (érosion, perte de fertilité chimique et biologique, contamination, salinisation, urbanisation, etc.) est largement sous-estimée. Elle doit être appréhendée à différentes échelles, de la parcelle à la région, de la décennie à plusieurs siècles. Le renforcement des approches intégrées sera recherché avec des démarches pluridisciplinaires incluant notamment les recherches biotechniques et les recherches en sciences humaines et sociales.

- **Fonctionnement et adaptation des espèces, des agroécosystèmes et des écosystèmes continentaux et marins**

Les changements climatiques, l'augmentation du CO<sub>2</sub> et de l'acidification, et la dégradation de la biodiversité sont des conséquences majeures du changement global auxquelles sont confrontés les écosystèmes naturels comme les écosystèmes productifs. La compréhension des liens entre climat, biodiversité et productivité des agroécosystèmes doit être renforcée, afin de rendre compatible la protection de la biodiversité, l'adaptation au changement climatique et le maintien ou l'augmentation de la production agricole, forestière ou marine.

Ceci nécessite des connaissances fondamentales sur l'évolution des populations intra-spécifiques et inter-spécifiques (émergence, extinction, colonisation, invasion, ...) au sein des écosystèmes continentaux et marins en relation avec le changement climatique ou de façon plus générale en réponse aux modifications environnementales, notamment des connaissances concernant les relations hôte-pathogène et hôte-symbiote. Plus généralement, il est nécessaire d'estimer la capacité d'adaptation ou d'évolution d'un système en fonction de sa biodiversité fonctionnelle et en analysant les interactions d'échelle spatiales et temporelles ou entre niveaux trophiques qui y contribuent. Le champ d'application pourra couvrir toutes les espèces modèles ou non, sauvages ou exploitées (culture, élevage, essence forestière...), ainsi que tous les types d'écosystèmes naturels et productifs.

Des recherches sont particulièrement encouragées sur i) la dégradation des milieux marins ou aquatiques avec des enjeux de ressources halieutiques et de conservation des stocks, ii) l'adaptation des espèces (animales, végétales et microbiennes) et des agroécosystèmes face aux changements climatiques et environnementaux, iii) la contribution de la biodiversité à la stabilité, la résilience et la résistance des écosystèmes et des services associés, iv) les impacts des agroécosystèmes et des diverses pratiques sur les changements environnementaux dont le climat, en raison des composés relargués dans l'air ou l'eau.

- **Scenario d'évolution et d'adaptation, prévisibilité, impacts et risques**

L'évolution de la dynamique du système Terre, et de son climat, dépend de la compréhension des composantes lentes du système (océans, calottes glaciaires et pergélisol, sols et sous-sols,

écosystèmes, cycle des gaz et aérosols...), des facteurs anthropiques en synergie, et des causes externes (tellurique, solaire, astronomique...).

Dans un domaine à l'interface entre météorologie et climatologie, et au centre des demandes sociétales sur les services climatiques, les priorités à développer sont la prévision sub-saisonnaire à saisonnière, ainsi que la variabilité et la prévisibilité décennale. Cette échelle charnière entre la prévision saisonnière et les projections climatiques sur le siècle est indispensable aux développements de scénarii (GIEC). Cela s'appuie sur une meilleure connaissance des mécanismes qui confèrent de la mémoire aux écoulements fluides, dans l'atmosphère comme dans l'océan, que ce soit par leur dynamique propre ou par l'intermédiaire des conditions initiales, de l'évolution interne chimique ou biologique au sein des fluides ou par interaction avec des conditions terrestres.

Dans le domaine de l'eau, de nombreux questionnements intriqués restent ouverts : i) quantifier les évolutions des flux d'eau et des éléments associés, ii) scénariser le développement des usages et de la gestion des ressources en eau, iii) estimer les impacts quantitatifs et qualitatifs des modifications de régime hydrique associées aux changements globaux, iv) évaluer le potentiel du déploiement à grande échelle de technologies innovantes de restauration et remédiation des ressources en eau contaminées, v) assurer les équilibres entre les divers territoires (du rural à l'urbain). En particulier, l'intégration des résultats des modèles de prévision climatique dans ces questionnements nécessitera des avancées significatives sur les questions d'adéquations d'échelle, de désagrégation des résultats. Il faudra également prendre en compte l'hétérogénéité des ressources en eau et des aquifères à différentes échelles, via des approches stochastiques ou probabilistes sur les propriétés hydrodynamiques des aquifères associés aux différents contextes géologiques, voire issues des produits satellitaires.

Dans le domaine de l'évolution de la biodiversité terrestre, aquatique et marine et des usages des milieux, un effort de scénarisation pour le XXIème siècle est attendu dans un contexte européen et international (recherche amont pour IPBES, équivalent du GIEC pour la biodiversité et les services éco-systémiques associés). Ceci nécessite de développer un ensemble imbriqué et spatialisé de modèles de représentation de la biodiversité et de la biodiversité fonctionnelle. La gestion, la validation et l'intégration de vastes jeux de données et d'observations standardisés ou hétérogènes, actuels ou passés seront nécessaires à la proposition de modèles ou de dispositifs opérationnels.

### 3.1.2 **Axe : Innovation technologique pour analyser, remédier ou réduire les risques environnementaux**

Les enjeux associés aux ressources énergétiques et stratégiques sont traités dans le défi « Une énergie propre, sûre et efficace », paragraphe 3.2 et ceux associés aux bio-ressources marines et terrestres sont traités dans le défi « Sécurité alimentaire et défi démographique », paragraphe 3.5. Les problématiques du recyclage, de l'économie circulaire et les éco-procédés sont traitées dans le défi « Stimuler le nouveau industriel », paragraphe 3.3. Enfin, les enjeux associés à la toxicologie et l'écotoxicologie des milieux sont traités dans les défis 4 et 5.

Sur cet axe, les actions 2014 se focalisent sur les deux thématiques suivantes :

- **Systèmes d'observation et d'information, du capteur au service pour gérer les crises environnementales**

De nombreux domaines de variabilité de l'environnement restent largement sous-échantillonnés et nécessitent de développer des systèmes à vocation pérenne d'observation et d'information de

nouvelle génération pour prévenir et gérer les alertes et crises environnementales. Ceci nécessite des ruptures technologiques, numériques, économiques et méthodologiques.

L'abaissement des coûts de mesure, la miniaturisation, l'autonomie et la fiabilité des capteurs, l'augmentation du flux de données sont des enjeux majeurs. C'est un champ d'innovation très diversifié impliquant de nombreuses PME, où les transferts de technologies, issus des TIC (robotique, drones, bio-mimétisme, crowd-sourcing, applications big data...), des sciences du vivant (biotechnologies) ou de la télédétection (spatiale, aéroportée ou in-situ), sont particulièrement visés. Tous les milieux environnementaux sont concernés : eaux, air et sols que ce soit pour des applications en environnements urbains, industriels et agricoles et leurs composantes biotiques et abiotiques. Les apports technologiques issus d'autres domaines tels que les sciences de l'information et de la communication, les biotechnologies, les nanotechnologies, la géophysique, la chimie, l'ingénierie écologique, etc., seront particulièrement recherchés.

Dans le domaine de la prévision et de la gestion d'alertes et de crises environnementales, il est attendu le développement de services (pré-)opérationnels dédiés aux risques naturels et/ou anthropiques et de leurs synergies éventuelles (pollutions, floraisons toxiques, invasions d'espèce, allergènes, crues, surcotes, mouvements de terrain, éruptions volcaniques, feux, tempêtes, sécheresses, canicules, surexploitation de l'eau, etc.). L'évaluation et la modélisation des aléas et des situations à risques doivent reposer aussi sur des approches de sûreté/sécurité pertinentes. Des efforts sont attendus pour intégrer les données d'interactions entre homme-société et environnement (extraites notamment des observatoires développant de telles approches) jusque dans les approches mathématiques (déterministes ou probabilistes).

Dans le domaine de la prévision, il est attendu le développement de services (pré-)opérationnels de la qualité de l'environnement, de prévention des risques naturels ou anthropiques, y compris pour le diagnostic, l'attribution et la gestion d'événements extrêmes. Ceci nécessite de mettre en place des systèmes intégrés allant de l'assimilation de données hétérogènes à des ensembles de prévision et à un couplage à des systèmes d'alertes, en lien avec les acteurs et utilisateurs 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. Nota, les services climatiques sont traités plus haut (paragraphe 3.1.1).

- **Technologies de remédiation : sols, sédiments, eaux, air**

En matière de remédiation, les problématiques principales se focalisent sur la restauration de la qualité des sols ou la restauration de la biodiversité dans différents milieux vulnérables (littoral, ultramarin, eaux de surface et souterraines, etc.). Ce thème vise à faire évoluer le concept de « traitement strictement curatif », vers des concepts plus systémiques de « remédiation durable » dans des stratégies intégrées d'amélioration de la recyclabilité (eaux grises, eaux polluées...) ou de réhabilitation (incluant dépollution, redéveloppement, restauration de la biodiversité, trame verte et bleue...) à l'échelle d'un territoire, d'un bassin versant, d'une zone littorale, d'une zone désindustrialisée. Il s'agit de dépasser l'empirisme et la compréhension de processus pour fonder les bases d'une ingénierie de pratiques, utilisant et développant des outils du génie écologique et des nouvelles technologies issues notamment des biotechnologies, de la chimie et des nanotechnologies associées au génie écologique.

Dans le domaine de l'eau, seront privilégiés les projets portant sur des ruptures en matière de 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.), de prise en compte des polluants émergents et d'efficacité énergétique.



En matière de changement climatique, le programme vise à soutenir des recherches exploratoires dans le domaine de l'ingénierie climatique planétaire, notamment le captage du CO<sub>2</sub> atmosphérique ou la séquestration du CO<sub>2</sub> océanique par méthodes physiques, chimiques ou biologiques. Des études de faisabilité technologique et économique-environnementale sont attendues, ainsi que des analyses critiques sur les impacts secondaires induits ou sur les enjeux de gouvernance et de jeux d'acteurs, prenant en compte les incertitudes et les risques associés.

### 3.1.3 Axe : Transition écologique, transformation sociétale, risques et opportunités

Les questions relatives à la gestion sobre des ressources et à l'adaptation aux changements environnementaux et climatiques, dans une perspective de développement soutenable, ne peuvent être abordées et traitées qu'en prenant en compte les interactions complexes entre écosystèmes et systèmes socio-économiques, c'est-à-dire au sein des socio-écosystèmes. Face à ces enjeux, les moteurs de l'évolution des activités humaines (mode de développement et de consommation, progression démographique, évolutions technologiques, évolutions réglementaires, pratiques et comportements sociaux) doivent être examinés en prenant en compte tous les facteurs de vulnérabilité et de transformation sociale. Au sein de ce vaste questionnement sur le fonctionnement et la dynamique des socio-écosystèmes, les trois grandes thématiques suivantes sont à approfondir.

- **Gouvernance, cohésion sociale et formes de solidarité, politiques environnementales**

Les enjeux de gestion de l'environnement datent de l'invention de l'écriture et des premiers centres urbains confrontés à la gestion des ressources locales en eau, en Mésopotamie. Il faut désormais mettre en place et en cohérence de nouveaux modes de régulation tant à l'échelle planétaire qu'aux échelles régionales, territoriales et locales. Les nouveaux modes de régulation et d'articulation normatives interagissent de façon complexe avec l'évolution de la cohésion sociale et des formes de solidarité inter et intra-générationnelle, dans un monde culturellement varié où les iniquités prédominent. Des approches novatrices pour la compréhension des processus de transition socio-écologiques vers des productions et des consommations soutenables et équitables (obstacles et opportunités, stratégies alternatives, facteurs de changement, innovations, etc.) sont particulièrement attendues. Des visions alternatives, traduisant des opportunités au sein des systèmes socio-économiques et politiques, et des changements de trajectoires de développement associés sont aussi encouragées ; ainsi qu'une évaluation critique des politiques environnementales, ex-post et ex-ante, et des cadres institutionnels associés.

- **Environnement, urbanisation globale et migrations**

Les nouvelles projections des Nations Unies pour 2050 (<http://esa.un.org/wpp>, 2012) indiquent un net ralentissement de l'accroissement démographique avec une stabilisation éventuelle de la population mondiale vers 8 à 11 milliards en 2050, dans un monde où le taux d'urbanisation passerait de 50 % à 75 %. La réalité régionale est toutefois très contrastée avec des pays post-industrialisés en décroissance (Japon, Russie, ...) où les problèmes de désurbanisation se posent déjà, alors que l'Asie du Sud et l'Afrique sont en pleine croissance avec une urbanisation galopante et multiforme.

Dans ce contexte, l'étude des cycles de vie des grandes villes ou mégapoles est un domaine important de recherche pour l'environnement en raison de la multiplicité des typologies urbaines et de la variété de leurs empreintes écologiques (par ex. étalée à Houston ou dense à Barcelone).

De plus, le changement climatique transforme les modalités d'appréhension des risques majeurs et de leurs relations avec les territoires (notamment en zone vulnérable comme les littoraux) et pose la



problématique de nouvelles migrations et de leurs conséquences, en particulier sur le terrain des politiques d'accueil, d'intégration sur le plan économique, sanitaire, social, juridique (respect des droits humains).

Des études comparatives, analyses historiques ou projections sur le siècle, sont encouragées.

- **Services écosystémiques, conflits et compromis**

Les services écosystémiques recouvrent de multiples aspects allant des services d'approvisionnement (nourriture, fibres, molécules utiles, ressources génétiques...) aux services de régulation de l'environnement (cycles de l'eau, du carbone, des éléments nutritifs, des oligoéléments, des métaux...) et aux services culturels et aménités (bénéfices spirituels, récréatifs, culturels, esthétiques, scientifiques, pédagogiques...). Leur identification, leur quantification et leur évaluation (estimation des valeurs marchandes et non marchandes) font débat et représentent un domaine de recherche en plein essor (les aspects spécifiques bio-productions et filières agroalimentaires sont traités dans le défi 5). L'identification et l'intégration des acteurs, notamment associés à la planification multi-usage des territoires terrestres et marins, dans les processus initiaux de définition des enjeux et dans les phases finales de scénarisation sont deux paramètres primordiaux pour la conduite de ces projets.

Des projets sont attendus dans ce domaine, notamment sur l'analyse des conflits d'usage entre différents services écosystémiques (par ex. conservation de la biodiversité versus stockage de carbone, ressources énergétiques versus patrimoine culturel, rôle épurateur ou tampon versus productivité, etc.) et sur les processus d'émergence de compromis entre des parties-prenantes. Sont également attendues des études rétrospectives sur plusieurs décennies, voire un siècle (par ex. création de parcs nationaux et conditions de vie des populations).

### 3.1.4 Actions européennes et internationales

Les recherches dans le domaine des changements environnementaux et climatiques appellent une ouverture importante à l'Europe et à l'international. Ces ouvertures s'inspirent des réflexions et des contributions scientifiques menées notamment dans le cadre des grands programmes comme « Future Earth, Research for Global Sustainability », de GEO (Global Earth Observation) ou des évaluations internationales dans le domaine de la biodiversité et des services écosystémiques (IPBES) ou du climat (GIEC).

Des partenariats bilatéraux sont possibles dans le cadre de cet appel. Il est nécessaire de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux. Par ailleurs, des actions européennes et internationales sont prévues en lien avec ce défi sous la forme d'appels spécifiques (ERA-NETs, JPI, Belmont Forum). Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux sur le site web de l'agence.

## 3.2 Une énergie propre, sûre et efficace

Ce défi vise à susciter et à soutenir des recherches qui contribueront à faire émerger ou à améliorer significativement des technologies pouvant avoir un impact important dans le « mix énergétique » national et plus généralement au niveau mondial aux horizons 2030 à 2050. Il doit permettre :

- d'accélérer les efforts de R&D sur les invariants des scénarii de transition énergétique : développement des énergies renouvelables (solaire, marine, éolienne, géothermie,

biomasse), optimisation du système énergétique (transferts entre énergies et inter-conversion entre vecteurs énergétiques, réseaux intelligents, stockage de l'énergie), utilisation efficace et sobre de l'énergie (dans le bâtiment, la ville, les transports<sup>4</sup> et l'industrie);

- de préparer les ruptures technologiques à fort impact potentiel sur la transition énergétique (captage, stockage et valorisation du CO<sub>2</sub>, gestion de la chaleur fatale).

Il intègre aussi une meilleure compréhension des comportements et des usages, afin de développer des modèles de marché et d'appropriation des utilisateurs de ces nouvelles technologies.

Quatre grands objectifs scientifiques sont visés :

- la production de connaissances ainsi que la compréhension des phénomènes et des mécanismes, grâce au développement de modèles théoriques, de modélisations multi-échelles et de simulations numériques, mais aussi de dispositifs expérimentaux à l'échelle du laboratoire ;
- la conception de méthodes et procédés qui seront mis en œuvre dans les technologies futures de l'énergie et accompagneront la transition énergétique ;
- la preuve de concept et l'intégration dans des dispositifs fonctionnels de laboratoire ;
- l'analyse économique et sociale des développements construits autour et pour l'utilisateur, s'inscrivant dans un cadre individuel ou collectif.

Pour relever le défi d'une énergie propre, sûre et efficace, en s'inscrivant dans une vision à long terme, il est donc nécessaire de consolider les compétences disciplinaires requises ainsi que leurs couplages. Il faut également favoriser et encourager les transversalités, la fertilisation croisée, par des collaborations académiques mais également par des partenariats public-privé.

Au-delà des apports individuels des disciplines, l'énergie requiert souvent une approche plus systémique et en général pluridisciplinaire. C'est le cas pour la mise en œuvre des analyses de cycle de vie, visant entre autres à minimiser la demande de ressources énergétiques et de matières premières rares ou toxiques.

Les attentes de la nouvelle programmation s'inscrivent donc dans cette démarche. Six axes thématiques, regroupant les verrous scientifiques majeurs et rassemblant notamment les principales propositions des alliances ANCRE, Allistene et Athéna, en constituent la trame de lecture :

1. Concepts innovants pour le captage et la transformation des énergies renouvelables
2. Usage du sous-sol dans une perspective énergétique
3. Transformations et inter-conversions énergétiques
4. Gestion des variabilités spatio-temporelles des énergies
5. Efficacité énergétique des procédés et des systèmes
6. Approches socio-économiques de l'usage de l'énergie et de l'impact des nouvelles technologies de l'énergie

Le périmètre d'intervention dans le cadre de ce défi reste dans un niveau de maturité technologique relativement amont (Technology Readiness Level 1-4), sont complémentaires d'autres dispositifs de financement de la R&D sur projets dans le domaine de l'énergie, positionnés sur des phases plus finalisées aux niveaux national (ADEME, Investissements d'avenir, BPIFrance) et européen (PCRD - Horizon 2020).

---

<sup>4</sup> Voir aussi le défi « Mobilité et systèmes urbains durables »

Sans que cela soit exclusif, une attention toute particulière sera portée aux sujets traitant :

- du stockage de l'énergie,
- la gestion de la chaleur fatale.

Ce défi couvre des recherches qui relevaient antérieurement du programme Blanc (SIMI5, SIMI6, SIMI7, SIMI9, SIMI10, SVSE5, SHS1 et SHS2) et principalement de trois programmes proposés dans le cycle de programmation 2011-2013, SEED (Systèmes énergétiques, efficaces et décarbonés), PROGELEC (Production renouvelable et gestion de l'électricité) et BIO-ME (Bio-Matières&Energies), mais également le programme « Sociétés Innovantes » pour certaines thématiques de sciences sociales.

Les thématiques portées par les programmes VBD (Villes et bâtiments durables), et TDM (Transports durables et mobilités) se retrouvent majoritairement dans le défi « Mobilité et systèmes urbains durables ».

Il est à noter que les thématiques de recherche en lien avec la filière nucléaire (matériaux, simulation, calcul...) et avec les métaux stratégiques relèvent des défis « Stimuler le nouveau industriel » et « Société de l'information et de la communication ».

### 3.2.1 Axe : Concepts innovants pour le captage et la transformation des Energies Renouvelables

Les énergies renouvelables constituent un enjeu majeur pour la transition énergétique. Au-delà des technologies classiques, ce domaine offre de larges possibilités de ruptures, d'innovations ainsi que de mise en œuvre de concepts nouveaux et inédits. Les approches croisées entre disciplines (biologie, chimie, nanotechnologies, matériaux...) constituent une voie qui sera encouragée.

#### La ressource solaire

En une heure, la Terre reçoit du soleil une quantité d'énergie équivalente à la consommation mondiale totale annuelle. Seul 0,1 % de cette énergie solaire est utilisée par la photosynthèse et une infime fraction pour les usages humains. Trois grands modes d'exploitation de cette énergie se dégagent et demandent à être développés en encourageant les recherches aux interfaces ainsi que les hybridations entre ces domaines et/ou technologies, et en recherchant la mise en place d'une chaîne cohérente :

- la production directe d'électricité, par effet photo-électrique ; il s'agit *in fine* d'améliorer la compétitivité des filières photovoltaïques, en abaissant notamment le coût du kWh produit. Les pistes de progrès concernent tant les alternatives au silicium cristallin, les multi-jonctions, la concentration, les couches minces, les semi-conducteurs organiques ou hybridés, que les concepts à très hauts rendements. Sont également visés les technologies de fabrication des modules, le développement de l'électronique associée et les conditions de « recyclabilité » ;
- la production de chaleur, basse ou haute température (solaire thermodynamique concentré) pouvant être utilisée pour chauffer mais aussi pour produire de l'électricité ou bien de l'hydrogène, en dissociant l'eau par cycles thermochimiques. La production de froid à partir du solaire thermique est aussi une voie à explorer ;
- la production de combustibles, soit par la voie photosynthétique naturelle, à partir des ressources végétales ou de micro-organismes photosynthétiques dont il s'agit de mieux comprendre et d'améliorer les rendements « énergétiques » (production de lipides, sucres,

hydrogène...) par la génétique ou la biologie synthétique<sup>5</sup>, soit par la voie bio-inspirée de la photo-électrolyse (ou photosynthèse artificielle).

#### **Autres ressources renouvelables (air, eau)**

Les milieux naturels proposent d'autres ressources renouvelables dont l'exploitation pourra conduire à diversifier et compléter le mix énergétique : flux aérauliques, hydraulique (énergie cinétique et potentielle), gradients thermiques, de pression... Des technologies comme, par exemple, les éoliennes ou des systèmes houlo-moteurs, permettent déjà d'exploiter un certain nombre de ces gisements énergétiques renouvelables, et sont soit au stade commercial (éolien notamment), soit au stade de démonstrateur (comme certains dispositifs houlo-moteurs, marémoteurs, d'hydroliennes...). Toutefois, le captage de ces ressources diffuses pourrait trouver un nouvel essor grâce à l'exploration et au développement de concepts en rupture, ouvrant la voie à des technologies innovantes et économiquement viables à moyen et long termes.

### **3.2.2 Axe : Usage du sous-sol dans une perspective énergétique**

Le sous-sol, qui fournit la plupart de nos ressources actuelles en énergie, reste pourtant un milieu encore peu exploré et qui devrait jouer un rôle considérable pour la diversification souhaitée du mix énergétique et le développement d'une énergie propre, sûre, efficace et à bas carbone.

Des recherches sont nécessaires pour développer son potentiel tant pour l'extraction de ressources clés pour la production d'énergie (ressources géothermiques, hydrogène natif, ressources fossiles...) que pour le stockage de CO<sub>2</sub> et d'énergie (chaleur, hydrogène, air comprimé, eau...), permettant de réguler l'offre et la demande. Les avancées à réaliser pour une meilleure valorisation du sous-sol bénéficieront à toutes les filières énergétiques (renouvelables, fossiles, nucléaire).

Concernant la production d'énergie, des avancées conséquentes sont notamment attendues pour que le recours à la géothermie, énergie renouvelable non intermittente, puisse s'étendre, à la fois pour la production d'électricité et de chaleur.

Des recherches sont particulièrement souhaitées sur les méthodologies d'évaluation des capacités du sous-sol (connaissance du sol, substances à extraire, capacités et conditions de stockage), les procédés d'accès aux ressources et d'exploitation dans le respect des règles de sécurité et de protection de l'environnement, les outils et stratégies de monitoring et de surveillance, les interactions (impacts, synergies, conflits) entre les différents usages du sous-sol, la planification dans l'espace (3D) et dans le temps des différents usages du sous-sol.

### **3.2.3 Axe : Transformations et inter-conversions énergétiques**

Les inadéquations entre les types d'usages énergétiques finaux et les ressources disponibles demandent, au-delà du recours à des dispositifs de stockage, des transformations, des hybridations et des inter-conversions entre différents types d'énergie, avec les rendements et les pertes les moins pénalisants possibles. Elles nécessitent aussi de s'interroger sur la demande et sur son évolution en fonction des usages et des comportements, eux-mêmes liés à des stratégies politiques (réglementation énergétique et environnementale) accompagnant la transition énergétique.

---

<sup>5</sup> Les questions relatives à la disponibilité de la ressource en biomasse et à sa mobilisation sont abordées de manière systémique dans le défi 5 « Sécurité alimentaire et défi démographique ».

Ainsi, outre la combustion directe des ressources énergétiques fossiles ou « biosourcées » (biomasse ligno-cellulosique, déchets organiques...) pour produire de la chaleur, de l'électricité ou faire de la cogénération chaleur-électricité, deux voies sont à développer pour produire plus efficacement des combustibles liquides ou gazeux peu émetteurs de CO<sub>2</sub>, et en particulier des biocarburants, qui occupent une place prioritaire dans les scénarii de transition énergétique :

- la conversion thermochimique, technologie la plus mature, où les pistes de progrès concernent les prétraitements spécifiques pour gérer la variabilité de la biomasse entrante, le traitement des composés inorganiques, des cendres et des goudrons, la purification des « syngaz » pour une utilisation directe ou une conversion en carburant liquide, et la recherche de nouveaux catalyseurs pour améliorer l'efficacité des procédés ;
- les procédés biologiques, mettant en œuvre des micro-organismes et/ou des enzymes, pour déstructurer la biomasse et la convertir en composés énergétiques liquides ou gazeux, voire produire directement de l'électricité.

La conversion vers le vecteur hydrogène doit aussi être considérée, que ce soit à partir de technologies peu émettrices de gaz à effet de serre (électrolyse basse ou haute température, cycles thermochimiques) dont il s'agit d'améliorer les rendements et la fiabilité ou bien, dans une perspective à plus long terme, par une production directe utilisant des processus biologiques cellulaires et moléculaires, ou bio-inspirés (biopiles à combustible, photolyse). Parallèlement, des travaux de recherche restent nécessaires pour bien comprendre les phénomènes de dégradation et de vieillissement des composants des piles à combustible, augmenter leur durée de vie et réduire leur coût : nouveaux catalyseurs réduisant le besoin en platine, membranes polymères à conduction protonique, céramiques conductrices d'ions, systèmes réversibles électrolyseur/PAC, PAC en cogénération... Enfin, alors que le stockage de l'hydrogène sous forme comprimée est proche de la maturité, des travaux amont restent nécessaires sur les matériaux et les structures adaptés au stockage solide, par adsorption ou par absorption.

Par ailleurs, le captage du CO<sub>2</sub> fossile progressant, une voie de valorisation du CO<sub>2</sub> à étudier est la production d'hydrocarbures de synthèse, permettant aussi de stocker des énergies renouvelables intermittentes. Diverses méthodes sont à explorer : procédés thermochimiques, hydrogénation, photo-électro-catalyse, photo-catalyse, métabolisation par des (micro)organismes, biocatalyse...

Il est à noter que les autres voies de valorisation non énergétiques du CO<sub>2</sub> sont traitées dans le Défi 3 « Stimuler le nouveau industriel ». De façon plus globale, en vue d'encourager une fertilisation croisée, les différentes composantes relevant de la capture, du stockage et de la valorisation du CO<sub>2</sub> (CSCV), classiquement réunies, ont été réorganisées au sein de problématiques nécessitant des développements scientifiques proches et mobilisant des disciplines complémentaires.

### 3.2.4 Axe : Gestion des variabilités spatio-temporelles des énergies

Une part importante des énergies renouvelables (éolien, solaire, énergies marines) étant intermittente par nature, le transport par les réseaux et le stockage de l'énergie sont nécessaires. De plus, le développement de dispositifs de stockage embarqué devrait réduire la dépendance aux énergies fossiles (via l'électrification des transports par exemple).

Si certains types de stockage sont déjà économiquement matures, d'autres ont encore des marges de progrès majeures, voire nécessitent des travaux de recherche fondamentaux pour émerger :

- le stockage dans les accumulateurs électrochimiques, pour des applications connectées réseau mais surtout pour des applications embarquées et nomades, doit encore améliorer ses énergies et ses puissances spécifiques ainsi que sa fiabilité, sa sécurité et son bilan environnemental, tout en réduisant ses coûts. Cela nécessite des travaux sur les électrodes, les électrolytes haute tension, les questions d'interface électrode/électrolyte, le passage à l'échelle nanométrique, les couples électrochimiques alternatifs ou le recours aux matériaux organiques ;
- le stockage dans les « supercapacités » demande un effort important de recherche pour améliorer la densité d'énergie (nouveaux électrolytes organiques permettant d'accroître la fenêtre électrochimique et la sécurité, augmentation de la capacité des carbones...). 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 une réduction des coûts, tout en améliorant la sécurité ;
- le stockage magnétique, notamment dans les supraconducteurs (SMES) ;
- d'autres types de stockage stationnaire de grande capacité de l'électricité (air comprimé, inertiel...) ;
- le stockage de la chaleur (matériaux réfractaires, thermochimie...) sur des durées compatibles avec les usages visés.

Des sources de production, de conversion et de stockage de l'énergie, gérées à l'échelle locale (autoconsommation) ou bien davantage distribuées sur le territoire, conduisent à de nouvelles stratégies de gestion de ces sources dans des réseaux intelligents, à différentes échelles spatiales. Des travaux de recherche sont notamment attendus sur :

- 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, combinaison de plusieurs solutions de stockage...);
- la sûreté (résilience et fiabilité) et la sécurité des systèmes et de leur intégration dans les réseaux ;
- la gestion de l'inter-conversion et de l'interopérabilité entre réseaux d'énergie (électricité, différents gaz, chaleur...), ainsi que les couplages et interdépendance avec les réseaux de communication ;
- le pilotage des réseaux, intégrant la prédiction spatio-temporelle du productible des énergies renouvelables et des appels de puissance ; dans cette perspective, les questions de développement de micro-réseaux (notamment de réseaux électriques en courant continu), de consommation locale (dont l'autoconsommation) et de conception d'usages en mode flexible (notamment dans les procédés industriels), délestables ou effaçables devraient être considérées ;
- une plus grande connaissance des usages et des comportements au regard des caractéristiques socio-économiques. Il s'agira en effet d'étudier les déterminants des consommations, des styles de vie et les facteurs d'évolution qui interagissent avec les variations spatio-temporelles des énergies et influent sur leur gestion.

### 3.2.5 Axe : Efficacité énergétique des procédés et des systèmes

Des économies d'énergie substantielles peuvent encore être obtenues en travaillant d'abord sur les procédés de production d'énergie, que ce soit en lien avec les énergies conventionnelles ou les nouvelles technologies de l'énergie. Des travaux sont également attendus sur les procédés spécifiques<sup>6</sup> des industries manufacturières via l'amélioration de procédés de production existants, la

---

<sup>6</sup> Voir aussi le défi « Stimuler le renouveau industriel »

recherche de procédés alternatifs plus économes en énergie ou en émissions de CO<sub>2</sub>, l'intensification des procédés...

Il conviendra aussi de traiter des systèmes auxiliaires (moteurs, turbines, pompes, systèmes de production de chaud ou de froid, ventilation...), ainsi que des systèmes, actionneurs et générateurs électriques à haut rendement réduisant l'usage notamment des terres rares et de l'électronique de puissance et sa commande, fiable, à grande efficacité énergétique (packaging, intégration du stockage, des énergies renouvelables...).

Les recherches sur les composants et les systèmes doivent tenir compte des contraintes environnementales (fonctionnement en conditions extrêmes, contraintes mécaniques, limitation de l'encrassement, de la corrosion...), mais aussi d'usage (fiabilité, robustesse, facilité d'utilisation, faibles temps de retour sur investissement). Les travaux devraient également s'appuyer sur la modélisation et la simulation numérique, multi-échelle, multi-physique, afin de mieux comprendre les phénomènes et identifier, *ab initio*, les voies d'améliorations les plus pertinentes.

Un enjeu majeur de l'efficacité énergétique est de travailler sur des méthodes et procédés de récupération, de transport et de valorisation de la chaleur fatale, soit par des dispositifs thermodynamiques (échangeurs thermiques, pompes à chaleur, cycles de Rankine organiques...), soit par les dispositifs thermoélectriques dont la viabilité exige d'améliorer la figure de mérite thermoélectrique et de mettre en œuvre des architectures nouvelles. Plus généralement, il s'agit de développer des dispositifs adaptés de récupération d'énergies perdues.

Au-delà de la recherche d'une plus grande efficacité énergétique, la « décarbonation » de l'énergie devra s'appuyer sur l'augmentation de la part d'électricité, d'origine « décarbonée », dans les procédés industriels (par exemple, chauffage par induction ou micro-onde) mais aussi sur le développement et l'optimisation de procédés de combustion moins émetteurs de gaz à effet de serre, intégrant notamment le captage (postcombustion, précombustion, oxycombustion) et le transport du CO<sub>2</sub>. Les recherches doivent viser à améliorer les performances technico-économiques, énergétiques et environnementales de ces procédés en rupture.

### 3.2.6 Axe : Approches socio-économiques de l'usage de l'énergie et de l'impact des nouvelles technologies de l'énergie

Les sciences humaines et sociales doivent apporter des éclairages importants dans un contexte de transition énergétique qui touchera l'ensemble de la société : analyse des transformations sociales liées aux changements de paradigmes technologiques (problèmes d'équité, de vulnérabilité...), étude des jeux d'acteurs, des déterminants des consommations, des pratiques et des facteurs d'évolution, contribution de la psychologie cognitive, de la psychologie sociale et de l'économie à l'étude des incitations non financières (« nudges ») ayant pour objectif la maîtrise ou la diminution de la demande, compréhension des phénomènes de rejet ou d'appropriation des innovations, construction des modèles économiques permettant de rendre viables certaines options bas carbone, stratégies industrielles et organisation des filières de production et de distribution, fonctionnement des marchés de l'énergie, amélioration des modèles « énergie et économie » par la prise en compte des inerties et des comportements des acteurs dans les différents secteurs. Le dialogue science-société autour de la perception du sous-sol, de son usage et de sa gouvernance nécessite des recherches sur différents plans historiques, sociologiques, économiques, droit, etc. Des projets en lien avec le défi « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives » sont particulièrement encouragés.

Il s'agit aussi d'analyser les verrous actuels au développement des énergies renouvelables en France (centralisation, difficulté à reconcevoir le mix énergétique en fonction des objectifs nationaux et



européens...) ainsi que les questions de sécurité et de vulnérabilité liées à l'émergence de nouvelles technologies. De même, il conviendra de prendre en compte les transformations sociales liées aux évolutions des ressources et des besoins (technologies solaires, éoliennes, qui marquent l'espace local plus que les systèmes énergétiques classiques, autoconsommation...). Enfin, l'optimisation des systèmes énergétiques à l'échelle d'un territoire (cf. défi « Mobilité et systèmes urbains durables), dans le cadre du développement des concepts de l'économie circulaire sera à reconsidérer.

### 3.2.7 Actions européennes et internationales

Des partenariats bilatéraux sont possibles dans le cadre de cet appel. Il est nécessaire de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux. Par ailleurs, des actions européennes pourraient être prévues en lien avec ce défi sous la forme d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux sur le site web de l'agence.

## 3.3 Stimuler le renouveau industriel

Le renouveau industriel passe par de profondes mutations. La performance industrielle doit être repensée dans une perspective sociétale. Cette perspective sociétale introduit de nouveaux acteurs avec lesquels il faut inventer et construire la manière d'interagir. Cette évolution industrielle est essentiellement basée sur la diffusion de **technologies clés génériques (KET)**<sup>7</sup>. Au-delà de leur fort potentiel de croissance, elles représentent une opportunité à l'échelle européenne comme française de rapprocher la recherche fondamentale de la recherche industrielle et de faire émerger de nouvelles filières industrielles. Une partie significative des projets de recherche retenus pour stimuler le renouveau industriel s'appuiera donc sur les technologies clefs génériques.

Ce défi recouvre donc un large domaine correspondant à plusieurs disciplines et à plusieurs secteurs industriels (par ex. industries manufacturières, industries chimiques, industries agro-alimentaires, ...). L'objectif est clairement de soutenir l'évolution et la compétitivité de l'industrie française. Il s'agit d'intégrer pleinement les enjeux et contraintes à venir (empreintes CO<sub>2</sub> et eau, économie d'énergie, réduction des pollutions, élimination des substances toxiques, économie de ressources naturelles, ...) afin de préparer une industrie propre plus « durable » et justement plus compétitive. Il doit également prendre en compte les dimensions humaines de l'industrie et du travail (nouveaux dispositifs de collaboration, nouvelles compétences, innovation participative, responsabilité des entreprises, sécurité et santé au travail, ...).

Le défi est construit notamment à partir des recommandations des alliances Alistene, AllEnvi, ANCRE et Athéna. Il bénéficie également des conclusions de l'atelier de réflexion prospective FUTURPROD. Le défi est structuré autour de 5 axes ; ils permettront aussi d'avoir une appréciation intégrée des projets de recherche allant de l'amont (TRL 1) vers des applications à venir (TRL jusqu'à 4) :

- Travail : organisation, relation, formation, santé, ...
- Sciences et technologies de production, l'usine numérique

---

<sup>7</sup> Key enabling technologies : [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key\\_technologies/](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/) : matériaux avancés, biotechnologie, nanoélectronique, nanophotonique, nanotechnologies, manufacturing avancé ».



- Produits : conception, procédés et matériaux
- Chimie durable, génie chimique et biotechnologie blanche
- Apport des nanosciences et nanotechnologies aux matériaux fonctionnels et biotechnologies

Ce défi regroupe en partie les programmes du cycle 2011-2013 « Matériaux et Procédés pour des Produits Performants », « Chimie Durable – Industrie - Innovation », « Nanotechnologies et Nanosystèmes » ainsi que les SIMI 3, 7, 8, 9, 10 et SHS 1, 2 et 3 du programme Blanc.

### 3.3.1 Axe : Travail : organisation, relation, formation, santé, ...

Les organisations industrielles de demain (de plus en plus mondialisées, virtuelles, en réseau) vont naturellement engendrer de nouvelles organisations du travail. Elles nécessiteront le développement de nouvelles qualifications et le renouvellement des compétences tout au long de la vie. La question de la santé et de la sécurité au travail sont des thèmes qui préoccupent l'ensemble de la société sous de multiples aspects : juridiques, psychologiques, sanitaires, sociétaux, etc. Ces évolutions devront s'appuyer sur des relations professionnelles différentes. De grandes enquêtes internationales ont notamment montré que l'absence de dialogue social entre les partenaires sociaux d'un pays pénalise grandement la compétitivité de ses entreprises. Un nouveau industriel ne pourra donc se produire de manière significative avec une approche purement technologique. Tous les aspects concernant le travail, son organisation, ses nouvelles formes de collaboration, doivent aussi faire l'objet de recherches. Les orientations suivantes sont à noter, de manière non-exclusive.

**Développer de nouvelles compétences professionnelles.** Dans un système de production fondé sur des technologies avancées, les ressources humaines doivent se renouveler en permanence pour que les compétences puissent s'adapter rapidement aux évolutions. De plus, le développement des compétences de l'opérateur dépend des conditions offertes par son milieu de travail (apprentissage, travail collectif, retour d'expérience, etc.). Il apparaît donc nécessaire de mieux identifier les ressources à mobiliser dans l'organisation du travail et pour développer les compétences. Il est important d'anticiper les transformations organisationnelles imposées par la production flexible et la mondialisation des chaînes logistiques. Les systèmes d'information partagés vont impacter la manière de construire du travail collectif ou en réseau. Des infrastructures seront nécessaires pour soutenir le partage de données et la construction de langage commun. Ces nouvelles formes de répartition des tâches favoriseront l'apprentissage et l'innovation.

**Produire en assurant sécurité et santé au travail.** Une régulation de la sécurité et de la santé au travail est de plus en plus nécessaire pour prévenir et maîtriser les risques potentiellement engendrés par les systèmes de production et les innovations technologiques. L'affaire de l'amiante, les grands accidents industriels et la prise de conscience de l'impact des innovations sur l'environnement amène à revoir la place de la société civile dans l'innovation, notamment en lien avec les questions de sécurité et de santé. La prise en compte des risques professionnels et industriels répond donc à une réglementation mais aussi à une demande sociétale croissante. La mondialisation renforce également les risques d'exposition à la précarité : les menaces de fragilité pour certaines populations constituent un frein à la créativité et l'innovation.

**Inventer de nouveaux dispositifs de collaboration.** Un système de production qui prend en compte les évolutions sociétales, doit également considérer les instruments qui circulent entre les acteurs visant à favoriser leur collaboration pour la production et l'innovation. Pour développer des dispositifs de collaboration, les acteurs industriels devront mieux prendre en compte les modifications de la relation de travail, les nouvelles possibilités d'organisation du travail à distance et

la nécessité de professionnalisation de certains métiers. Autre élément, la mobilité au sens large (produit, homme-compétences, production, organisation) est à concevoir dans un ancrage plus fort avec le territoire d'origine qui organisera par ailleurs l'inscription dans la mondialisation.

**Développer la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE).** Avec le développement de l'activité des entreprises, notamment industrielles, leurs impacts sur la société et notre monde sont devenus de plus en plus prégnants. Ces impacts touchent non seulement le domaine d'activité propre à ces entreprises, la production de biens et de services, mais ils génèrent également de nombreux effets induits (externalités) qui se manifestent dans de multiples domaines comme le fonctionnement de l'économie, la santé, l'environnement, la solidarité, etc. La prise de conscience de la société et des entreprises à cet égard est relativement récente et se heurte à la gouvernance classique des entreprises. Le développement de la responsabilité sociale des entreprises relève davantage de la mutation d'un système technico économique sous-tendu par des valeurs et des droits.

**Développer l'innovation participative.** Les relations de l'Homme dans l'écosystème vont devoir évoluer pour s'adapter aux nouveaux produits et environnements tant d'usage que de mise en œuvre de processus de création de valeur. Ceci passe par une meilleure prise en compte des souhaits, des ressentis et de la sensibilité de l'Homme producteur ou consommateur. Les entreprises doivent mieux intégrer l'Homme dans leur dynamique d'innovation participative tout en protégeant leur capital immatériel.

### 3.3.2 Axe : Sciences et technologies de production, l'usine numérique

Cet axe vise des recherches amont sur l'évolution de l'industrie, notamment manufacturière, mais sans exclure d'autres industries. Il s'agit de considérer dans une vision système les moyens de production et les organisations associées. Pour tous ces nouveaux enjeux les TIC jouent évidemment un rôle essentiel. Tout en considérant les besoins des industries, des projets plus fondamentaux visant des verrous bloquants, des modèles, méthodes d'analyse et d'optimisation, des méthodologies ou outils nouveaux, des concepts nouveaux sont parfaitement éligibles.

**De nouvelles technologies intelligentes.** Les principaux enjeux concernent à la fois les technologies en tant que telles mais également leur conception, leur mise en œuvre, leur interaction avec les utilisateurs.

*La robotique : un vecteur de productivité et nouveau secteur en pleine expansion.* La nature diffuse des recherches et des technologies robotiques en fait un enjeu important dans plusieurs secteurs industriels de la fabrication manufacturière. Ainsi, les enjeux concernés sont : la manipulation mobile et la dextérité ; les fortes accélérations et la précision élevée ; la conception et la commande de robots d'usinage, pour la robotique de production et la modélisation et l'analyse des fonctions sensori-motrices et cognitives ; la prise en compte de l'homme dans l'interaction, pour la robotique de service et la cobotique. Ce domaine est considéré comme une priorité pour la compétitivité des entreprises ancrées sur le territoire national.

*Mécatronique et co-conception de la production et du contrôle.* L'approche traditionnelle du développement séquentiel, séparant la conception mécanique et les fonctions de commande implantées sous forme logicielle dans les composants, les pièces d'équipement et les machines n'est plus viable, compte tenu de la complexité croissante et la nécessité de l'utilisation optimale des ressources. Ainsi, le défi consiste à développer une approche moderne de la co-conception intégrant co-conception mécanique, automatique et production.

**De nouveaux dispositifs de collaborations et d'interactions.** La qualité de la collaboration entre les organisations et/ou tous les acteurs et les interactions machines/logiciels/humains, à tous les stades (conception des produits et systèmes ou bien lors de la production) est un facteur décisif de performance.

*Interactions adaptées machines/logiciels/humains.* Les développements devront reposer sur des approches agiles mêlant développement matériel et logiciel mais aussi usages et technologies avec une démarche centrée utilisateur. Ils devront offrir un accès de plus en plus ouvert aux Big Data et une interopérabilité croissante des infrastructures numériques et prendre en compte les questions de sécurité et de vie privée.

**Les nouvelles technologies numériques au service des produits et usines du futur.** L'usine numérique, permettant une simulation précoce et conjointe des nouveaux produits et de leurs systèmes de production, est en passe de devenir une réalité. De nouveaux enjeux émergent donc dans la capitalisation et la réutilisation des connaissances, dans un contexte distribué et collaboratif. Les notions d'intelligence ambiante ou de produit intelligent permettent d'envisager de nouveaux modes d'organisation et de gestion des systèmes de production, mais aussi de décroquer les étapes du cycle de vie du produit, mettant en interaction concepteur, manufacturier, distributeur, usager, collecteur et recycleur dans un contexte de développement durable.

**Une logistique pour de nouvelles organisations.** Les futures organisations industrielles seront circulaires et multi-échelles. Elles devront être pensées en considérant les niveaux partant du plus près des marchés jusqu'à l'échelle mondiale, tout en assurant une réutilisation maximum des matières. Elles nécessiteront la mise en place d'une nouvelle logistique. Il faut savoir concevoir des circuits courts bouclés. Il faut aussi migrer d'une logistique de réseaux d'entreprises à une logistique de réseaux de service assurant à plus grande échelle l'interopérabilité des organisations logistiques par une standardisation des éléments physiques, des protocoles de communication entre systèmes d'information et objets communicants.

**Formation et nouveaux outils de production.** Le renouveau industriel implique de nouveaux outils et de nouvelles méthodes auxquelles la main d'œuvre doit être formée. Il repose également sur la création de nouveaux modèles de production, de l'usine numérique aux « FabLabs », ou autres structures coopératives dans lesquelles de nouveaux produits peuvent être conçus, prototypés et testés pour un coût réduit et dans un laps de temps plus court, sans oublier l'émergence de plateformes de « crowdfunding », en capacité d'évaluer rapidement l'existence potentielle (ou l'absence) d'un marché.

### 3.3.3 Axe : Produits (conception, procédés et matériaux)

Il s'agit d'aborder la partie recherche amont de la chaîne aboutissant aux produits : des matériaux à la conception en passant par les procédés. Des projets plus fondamentaux visant, par exemple, des verrous bloquants, des méthodologies ou outils nouveaux, des matériaux (matériaux moléculaires, etc.) ou procédés nouveaux, des concepts nouveaux sont également parfaitement éligibles. De manière générale, il est souhaitable que des démarches intégrant expériences et simulations numériques, ainsi qu'une analyse de cycle de vie, soient proposées. De manière plus spécifiques, et notamment pour les projets en partenariat public-privé, une priorité est souhaitée pour les orientations suivantes :

**Concevoir des fonctionnalités plus que des produits.** Les systèmes industriels sont interrogés sur les décalages entre les performances annoncées et finalement obtenues par les produits installés. Ceci est autant vrai pour la performance instantanée que pour son évolution dans le temps, et aussi bien

pour les performances techniques et économiques que pour les performances environnementales et sociales. Il s'agit alors de se préoccuper de la solution complète qui répond à la demande plus que du produit lui-même qui n'en est qu'un des éléments. Il s'agit maintenant de généraliser le concept à l'intégralité du cycle de vie et pour l'ensemble des performances. La vision « circulaire systémique » trouve naturellement à s'appliquer dans les approches de fonctionnalité.

**Produire de façon éco-efficente.** Les systèmes de production du futur doivent être durables, c'est-à-dire intégrer et maximiser les bénéfices des impacts économiques, environnementaux et sociétaux. Aussi, produire de façon éco-efficente permet de distribuer à un prix compétitif des produits (ou services) qui satisfont les besoins de la société tout en réduisant les impacts écologiques et l'usage des ressources tout au long des cycles de vie de ces produits qui seront recyclés ou réutilisés. L'enjeu scientifique est d'accroître l'innovation sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en matière première et en énergie : des procédés moins énergivores et moins consommateurs de matière ; des systèmes de réemploi des matières et de l'énergie ; des mécanismes d'incitation publique et finalement des méthodes d'éco-conception qui traitent les problèmes le plus en amont possible et qui les minimisent.

**Matières premières, matériaux et métaux stratégiques.** Les pressions sur les matières premières ont des origines liées à leur rareté ou à des problématiques environnementales (empreinte CO<sub>2</sub>, toxicité, écotoxicité, et REACH). Pour les aspects concernant les raretés et disponibilités des matériaux et métaux stratégiques, les projets devraient s'orienter vers :

- la recherche de substitutions face à des raretés (intrinsèques, conjoncturelles ou stratégiques) de matériaux et métaux stratégiques ;
- des procédés propres en rupture (extraction et recyclage) permettant l'obtention de matière à plus forte valeur ajoutée ou d'évolution vers un statut de « produit » (métaux, plastiques, etc.) notamment à partir des flux de déchets ;
- l'optimisation de l'utilisation des matières premières (amélioration des performances, amélioration de la durabilité).

En ce qui concerne l'environnement, il conviendrait :

- d'anticiper des solutions de substitution de substances qui risquent d'être proscrites (REACH), pour la formulation de matériaux à base de polymères ;
- de proposer des solutions de substitution pour des matériaux et substances de toxicité connue et déjà ou éventuellement soumis à autorisation (REACH).

**Matériaux et fonctionnalités pour des produits compétitifs.** Ce point vise à soutenir des recherches qui iront des matériaux aux produits finaux. Pour réaliser des produits performants, la prévision du comportement grâce aux outils de simulation et de modélisation (y compris multi-échelle) est devenue une démarche de base. 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 ») dédiés. Des progrès sont encore nécessaires notamment en ce qui concerne la prévision des durées de vie (endommagement, corrosion et phénomènes couplés). Les recherches sur des matériaux destinés à des pièces pour des conditions extrêmes (température, flux de chaleur, contrainte, irradiation, corrosion/oxydation,...) sont toujours d'actualité, renforçant les atouts compétitifs des filières industrielles telles que l'aéronautique, l'automobile ou le nucléaire. Pour des situations plus complexes, l'utilisation d'approches multi-physiques devient essentielle. Ce point est fortement connecté avec le défi « Société de l'information et de la communication » dans la mesure où le développement du calcul haute performance permet d'explorer par la simulation des domaines sur une large gamme de paramètres et de ne réaliser in fine que les essais expérimentaux les plus pertinents.

**Procédés optimisés et innovants.** Dans de nombreux cas, les matériaux utilisés ont atteint une certaine maturité et les voies de progrès passent alors par des procédés (mise en forme, assemblage, traitement en surface, ...). Les liens spécifiques entre matériaux, procédés et produits deviennent particulièrement importants. Une attention particulière doit être accordée à l'assemblage des multimatériaux ainsi qu'au procédé de fabrication additive. Un retour sur les procédés de traitement de minerais et déchets (bioprocédés, hydrométallurgie, traitements physiques, etc.) devient également d'actualité. Des recherches sur les procédés de séparation de produits complexes ainsi que sur des techniques de désassemblage présenteraient une grande importance pour le recyclage de grande envergure.

### 3.3.4 Axe : Chimie durable, génie chimique et biotechnologie

De manière générale, les recherches issues des principes de la chimie verte sont visées avec une grande ouverture vers l'amont. Plus spécifiquement, pour les projets en partenariat public-privé, une priorité est souhaitée sur les orientations suivantes :

**Optimisation des ressources en carbone.** Ici on vise la synthèse d'intermédiaires chimiques nouveaux ou existants à partir de l'exploitation de matière première carbonée issue de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la mer, de la valorisation du CO<sub>2</sub> (également abordé dans le défi 2 pour la production de combustible) ou bien de déchets. Pour cela, une attention particulière doit être accordée aux procédés de désassemblage sélectif, aux fonctionnalités attendues des produits bio-sourcés. Ils concernent aussi la chimie carbonée, en particulier l'activation du méthane, et le recyclage des polymères : comment déstructurer le polymère et à jusqu'à quel stade, afin d'obtenir de nouveaux précurseurs ?

**Réactions et procédés efficaces** - La conception de procédés innovants doit prendre en compte la qualité de la matière première et garder comme objectif la réduction des consommations en matière, énergie et notamment en eau. L'innovation en procédés repose sur la mise au point d'équipements permettant de lever les points bloquants dans les procédés d'intensification et fait appel aux travaux sur les nouvelles technologies d'extraction de purification et de séparation, au développement de réacteurs mettant en œuvre des techniques d'activation, de nouveaux objets catalytiques, ainsi qu'aux méthodes de régénération in situ de ces catalyseurs, au développement de dispositifs d'analyse en ligne associés... La modélisation (multi-échelle et multi-physique), la simulation et l'optimisation de ces nouveaux appareils sont également primordiales et doivent s'appuyer sur les derniers développements d'outils numériques. La sécurité des procédés doit rester une préoccupation constante et 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). Enfin, les recherches pourront s'appuyer sur l'éco-conception de procédé et 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), le développement de méthodologies pour la mesure de l'empreinte écologique.

**Biotechnologies « blanches »**, à travers le développement de nouveaux procédés. On s'intéresse ici à l'emploi de biotechnologies 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. Les biotechnologies « blanches » font déjà l'objet de premières applications industrielles, mais le potentiel en termes d'innovations technologiques reste élevé. Les biotechnologies blanches ne concernent pas seulement la chimie du végétal, car elles peuvent s'appliquer plus largement à la chimie organique.

Ce thème est également abordé dans les défis « Energie propre, sûre et efficace », pour les aspects visant les combustibles et « Sécurité alimentaire et défi démographique » pour les aspects biotransformations et ressources biologiques. Des projets intégrant les problématiques à l'interface de plusieurs défis sont bienvenus sur ces sujets.

**Méthodologies pour de nouvelles molécules, nouveaux produits.** Il s'agit ici de concevoir de nouveaux produits, en remplacement de substances soumises à autorisation dans REACH et/ou présentant des propriétés originales en accord avec les attentes sociétales et/ou qui permettent de réutiliser la matière. Les avancées attendues concernent la recherche de solutions de substitution concernant des substances soumises à autorisation dans REACH (critères CMR1, CMR2 ...) ou autres produits de substitution conduisant à des produits plus respectueux de l'environnement, le recyclage : réutilisation et 2<sup>ème</sup> vie. Le développement des méthodes d'évaluation *a priori* de la réactivité (approche *in silico*) de ces nouveaux produits joue un rôle primordial, dans un contexte de sécurité des installations et des impacts biologiques et environnementaux. On pourra s'intéresser au criblage de propriétés, (approches QSPR, QSAR ...) 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. L'élaboration de bases de données fait également partie de ce thème, qui s'appuie largement sur la communauté de chémoinformatique. Il est aussi important de s'appuyer sur l'utilisation de nouveaux solvants, milieux, d'objets multifonctionnels faisant appel à la formulation et plus particulièrement formulation verte.

### 3.3.5 Apport des nanosciences et nanotechnologies aux matériaux fonctionnels et biotechnologies

Les nanotechnologies constituent des technologies génériques clés reconnues par l'Europe, qui se situent à un niveau intermédiaire entre les matières premières et les applications en permettant de fabriquer les composants génériques nécessaires à de nombreuses autres industries. La mise en capacité de produire des matériaux avancés et fonctionnels passe par la maîtrise de la production des briques de bases et leur manipulation collective. **L'utilisation des nanotechnologies dans les domaines de la nanoélectronique et de la nanophotonique relève du défi « Société numérique ».** Ainsi, les recherches abordées dans ce défi concernent l'utilisation des nanotechnologies en **nanochimie** pour la production et la caractérisation de briques de bases (nanoparticules, nanotubes, nanofils, graphène), pouvant servir à de multiples domaines à forte valeur ajoutée comme les **revêtements fonctionnels** (optique, magnétiques, électriques...) ou en amont des composants électroniques nanoélectronique, les **matériaux fonctionnels obtenus par assemblage multiéchelle de nanoparticules**, leur utilisation en catalyse ou pour leur inclusion dans les systèmes de récupération et de stockage d'énergie.

Dans le domaine des biotechnologies et en amont des applications médicales (cf. thématiques de nanomédecine dans le cadre du défi « Santé et bien-être »), des recherches seront soutenues sur la conception de nanovecteurs, les édifices et procédés bioinspirés et les nanoparticules pour l'imagerie.

De plus, l'apport des outils **microfluidiques** pour des **procédés de production innovants** de l'ensemble de ces matériaux pourra être considéré. Enfin, afin de mieux comprendre l'apport de la taille nano, les recherches sur les instruments permettant une métrologie du monde nanométrique, en milieu idéal ou dans des matrices complexes seront également soutenues.



### 3.3.6 Actions internationales

Des partenariats bilatéraux sont possibles dans le cadre de cet appel. Il est nécessaire de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux. Par ailleurs, des actions internationales sont prévues en lien avec ce défi sous la forme d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets sur le site web de l'agence.

## 3.4 Santé et bien-être

### 3.4.1 Contexte de l'action ANR autour du Défi « Santé et bien-être »

Le Défi « Santé et bien-être » recouvre un large champ de recherche pour répondre à la naturelle aspiration des citoyens à leur bien-être dans un contexte d'optimisation des politiques de Santé. Celle-ci implique l'avancée du front des connaissances, en développant les recherches les plus fondamentales et en les couplant avec les activités liées à la santé humaine. Les sciences de la vie et de la santé constituent un champ en permanente évolution en regard des concepts, des échanges entre disciplines, et des enjeux scientifiques, technologiques, sanitaires et socio-économiques. La santé humaine bénéficie aujourd'hui d'une extraordinaire accélération de la production de données provenant de l'observation du fonctionnement des organismes vivants à toutes les échelles et de la conjonction d'approches pluridisciplinaires. Les approches et les concepts de la biologie font désormais appel aux domaines de l'ingénierie, de la physique, de la chimie, des biomatériaux, des mathématiques, de l'informatique, des sciences humaines, économiques et sociales, et nourrissent en retour ces disciplines en impulsant les technologies bio-inspirées.

La compréhension des mécanismes du vivant et celle des déterminants du bien-être de l'homme dans son environnement est un objectif qui dépasse largement l'état de Santé. Le champ de la recherche biomédicale est donc particulièrement large et doit tenir compte d'un contexte marqué notamment par le vieillissement croissant de la population ou les changements de cadre de vie et de comportement social qui peuvent favoriser le développement de pathologies nécessitant des mesures de prise en compte nationales, telles les atteintes du système nerveux, les pathologies métaboliques ou nutritionnelles, ou les maladies infectieuses.

« Santé et bien-être » constitue donc un défi riche de potentialités aux frontières de la connaissance et de son transfert vers l'individu et la société. Ce défi représente également un vecteur d'innovation et de croissance économique pour les secteurs industriels des biotechnologies, de la pharmacie, du diagnostic et du dispositif médical.

Le défi Santé et bien-être rejoint sur de nombreux aspects les défis « Société de l'information et de la communication », « Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives » et « Sécurité alimentaire et défi démographique ».

Les grands champs de recherche concernés par ce défi ont été définis sur la base de l'agenda stratégique pour la recherche et le transfert de l'innovation « France Europe 2020 » étayé par les contributions et recommandations du CNRS, des alliances Aviesan, AIIEnvie, Allistene et Athéna pour la programmation ANR 2014, et par la feuille de route proposée par l'IFRES.

L'action de l'ANR se veut complémentaire des actions portées par d'autres acteurs. Sont donc exclus des domaines gérés par l'ANR les recherches sur le Cancer, le VIH/Sida et les hépatites virales, prises en charge par l'INCA et l'ANRS ; les projets en partenariat industriels sur ces thèmes restent toutefois éligibles aux financements de l'ANR. Sont également exclues certaines problématiques de santé publique relevant de l'IRESP. Concernant la recherche clinique, l'ANR ne soutiendra pas les projets correspondant éligibles au Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC), ni les recherches sur les systèmes de santé et de soins éligibles au Programme de Recherche sur la Performance du système des Soins (PREPS) de la DGOS.

La programmation « Santé et bien-être » permettra aux investigateurs de déposer des projets s'inscrivant dans une recherche à long terme dans les domaines LS1 à LS7 de l'ERC. Un apport de compétences issues d'autres disciplines est possible : chimie, physique, biomécanique, mathématiques, informatique et numérique, sciences humaines et sociales, ainsi que l'utilisation de systèmes modèles variés, animaux, végétaux ou microbiens. Les projets collaboratifs pourront être mono ou pluri disciplinaires. Ces projets seront évalués sur leur excellence scientifique et leur pertinence en regard du défi, en particulier dans le cadre programmatique tel que proposé par l'alliance Aviesan.

Afin d'encourager des domaines transversaux en émergence et répondre aux enjeux du défi Santé et bien-être, 18 sous axes pour la plupart transversaux et pluri-disciplinaires seront particulièrement soutenus en 2014. Ces sous axes sont très variables dans leurs positionnements, leurs ambitions et leur contours. Ils n'ont pas vocation à couvrir l'ensemble du domaine biomédical, qui reste donc ouvert aux projets ne s'identifiant pas avec l'un des sous axes. Pour certains sous axes, des instruments spécifiques sont à considérer (cf paragraphe 2.1).

Ce défi correspond en partie aux précédents programmes ANR « blanc » SVSE1 à SVSE6 et SVSE8, SIMI7 et SIMI9, ainsi qu'aux programmes transdisciplinaires CESA et DSS, et aux programmes thématiques « biologie Santé », dont MALZ, SAMENTA, PRTS, RPIB, TecSan, proposés dans les programmations de l'ANR en 2011-2013.

### 3.4.2 Axe : Une nouvelle représentation du vivant

L'axe « Une nouvelle représentation du vivant » vise à décrypter les mécanismes multi-échelles de la physiologie, du développement et du vieillissement mis en œuvre dans les formes du vivant, une étape indispensable à la compréhension et au diagnostic des pathologies dérivées de leur dysfonctionnement. La recherche soutenue par cet axe abordera des approches et des questions de génétique, de biologie cellulaire, de biologie du développement, de biologie de l'évolution, de biologie structurale et de physiologie. Elle fera appel à des méthodologies d'imagerie, de physiologie intégrée, de médecine expérimentale multi-échelles et multidisciplinaires. La recherche visant à faire émerger de nouveaux modèles d'étude, animaux, végétaux et microbiens sera également soutenue dans la perspective de retombées à court ou long terme en santé humaine et/ou animale. Les projets de recherche de cet axe doivent dépasser le stade descriptif de l'observation et du séquençage des génomes et aborder la compréhension des mécanismes fonctionnels intimes porteuse d'applications fortes en santé humaine.

#### Sous axe 1. Décryptage des fonctions biologiques élémentaires et de leur intégration

La cellule est l'unité fondamentale de la vie. Cette action vise à comprendre comment les cellules animales et végétales sont constituées à partir d'assemblages moléculaires, comment elles croissent, se multiplient, se différencient et se déplacent en réponse aux stimuli de l'environnement, comment



elles coopèrent pour former un organisme multicellulaire, et comment ces mécanismes se sont mis en place au cours de l'évolution.

#### Sous axe 2. Exploration des branches méconnues du vivant par des approches multi-échelles et multimodales

Cette action couvre la caractérisation phénotypique et fonctionnelle des branches méconnues du vivant et des populations bactériennes, aussi bien dans divers environnements qu'en symbiose avec les organismes supérieurs et l'homme. L'émergence de nouveaux modèles d'étude sera soutenue, en particulier des modèles de cycle de vie court capables de se reproduire en laboratoire et sur lesquels l'expérimentation et la perturbation des fonctions est possible par des voies génétiques ou pharmacologiques.

#### Sous axe 3. Génétique : relation génotype-phénotype, interactions génome-environnement, épigénétique : chromatine et ARN non codants

La caractérisation des bases génétiques, épigénétiques des maladies humaines représente un enjeu considérable. En particulier l'étude des variations des régions génomiques cibles des modifications épigénétiques et les ARN non codants est une voie de recherche de grand intérêt, aussi bien par une recherche fondamentale de pointe qu'en validant ces recherches fondamentales par des études réalisées sur les populations humaines et les espèces modèles. Cette action ciblée nécessite des collaborations étroites entre biologistes, cliniciens, physiciens, mathématiciens et informaticiens.

#### Sous axe 4. Etude des systèmes biologiques, de leur dynamique, des interactions et inter-conversions au niveau moléculaire

Ce sous-axe vise à comprendre la dynamique des systèmes coordonnés au niveau cellulaire, en prenant en compte deux niveaux d'intégration : utilisation et développement de différentes technologies, rendant possible des synergies multi-résolutives dans l'espace et dans le temps ; intégration multi-échelle de données hétérogènes, structurales et fonctionnelles, de manière à intégrer les aspects atomiques et cellulaires, voire tissulaires. L'objectif est de : 1) comprendre, visualiser et quantifier des mécanismes permettant aux composants moléculaires d'œuvrer ensemble dans leur environnement cellulaire ; 2) faire émerger de nouvelles technologies permettant des approches expérimentales sur molécules et cellules uniques par des approches multidisciplinaires.

#### Sous-axe 5. Exploration du système nerveux dans son fonctionnement normal et pathologique

Il s'agit de comprendre la logique de l'assemblage hiérarchique de milliers de composants moléculaires, cellulaires et tissulaires du système nerveux et des organes des sens, comment leur dynamique et leur plasticité génèrent les propriétés fonctionnelles du système nerveux et comment l'altération ou le dysfonctionnement d'un ou plusieurs de ses composants est à l'origine de pathologies. C'est à dire de comprendre les bases neurales des fonctions cognitives et des comportements (code neural, multi-modalité sensorielle, mémoire, reconnaissance des objets et des actions) et de l'être dans sa dimension sociale (conscience du corps et de soi, pensée, langage, symboles, relations avec autrui...).

#### Sous-axe 6. Etude des mécanismes de défense de l'organisme

Pour faire face à l'incidence croissante des pathologies inflammatoires, allergiques et auto-immunes, l'objectif est d'identifier les gènes de susceptibilité, de décoder les interactions entre gènes et environnement, de décrire la dynamique des interactions entre cellules dans divers tissus et organe, et d'identifier les molécules et processus essentiels au bon fonctionnement de l'organisme en

situation normale et face à des stress. Seront également soutenus les criblages fonctionnels des cellules permettant une analyse intégrée du système immunitaire pour élaborer de stratégies d'immuno-monitoring efficaces permettant de mieux décrire et prédire l'état du système immunitaire chez l'homme aux différentes périodes de sa vie.

### 3.4.3 **Axe 2 : Améliorer la Santé par la médecine personnalisée, le diagnostic, la prévention et la thérapie, les stratégies palliatives, en concevant le vivant dans son environnement**

Un effort de recherche biomédicale est attendu dans les domaines codifiés par les items et sous items LS4 à LS7 de l'ERC (approximativement SVSE 1, SVSE 3 à 5, SVSE 8), visant à une meilleure connaissance des processus pathologiques et ouvrant vers des approches de soustraction au risque, de prise en compte au niveau de l'individu comme de la communauté, ou de la mise en place de stratégies de compensation. Cet axe recouvrira les champs suivants :

- Recherches permettant d'identifier de nouveaux biomarqueurs biologiques ou en imagerie, les facteurs de risque associés au développement de pathologies, de nouvelles cibles thérapeutiques
- Recherche de stratégies de prévention, soustraction aux facteurs de risque ou renforcement des mécanismes de résistance des individus ou des populations
- Gestion et utilisation de l'E-santé

#### Sous axe 7. Organismes et pathologies virtuelles

Cette action centrée sur les enjeux actuels majeurs de la médecine numérique et personnalisée consiste à créer une biologie-médecine virtuelle (simulation in silico anatomo-fonctionnelle-métabolique) réaliste et la confronter aux données acquises par des systèmes physiques (existants ou à inventer) en biologie et/ou en médecine (patients), combinant les technologies de santé et la compréhension des systèmes vivants. Cette action ciblée, à rapprocher du défi sociétal « Société de l'information et de la communication » nécessitera des consortia comprenant des équipes spécialisées dans le domaine de l'informatique et du numérique.

#### Sous axe 8. Systèmes informatiques et numériques et données de Santé, phénotypage

Cette action concerne les outils pour le phénotypage préclinique et clinique intégrant les données de la biologie à haut débit et de nouveaux biomarqueurs facilitant le démantèlement nosologique des maladies communes, avec la formation numérique de masse, la récolte intensive de données souvent hétérogènes (biologiques, génétiques, cliniques, imagerie, environnement), le traitement des données massives, l'interprétation des données, la simulation numérique, l'exploitation pour l'aide à la prise de décision, les échanges de données, la sécurité et l'éthique de la gestion de ces données.

#### Sous axe 9. Microbiomes et relations microbiomes-hôte

L'objectif est d'identifier les différentes espèces microbiennes des flores normales et pathologiques, de comprendre les relations entre flore microbienne et hôte et d'évaluer l'importance jouée par les microbiomes sur le fonctionnement des organismes supérieurs, et leur influence sur la relation génotype-phénotype, par exemple en relation avec l'obésité, le syndrome métabolique, la sensibilité aux infections, les pathologies inflammatoires, auto-immunes ou neuro-psychiatriques.

#### Sous axe 10. Émergence et transmission des agents pathogènes, résistances

L'objectif est de soutenir les recherches multidisciplinaires prenant en compte les dimensions sociales et environnementales des maladies infectieuses dans une optique de préparation au risque pandémique. Les projets concerneront les transferts inter-espèces, la saisonnalité et la périodicité de la transmission ; les comportements des hôtes vertébrés, des vecteurs et des pathogènes; et les interventions possibles (vaccination, traitement, etc.). Cet axe concerne des recherches sur les aspects sociétaux et de santé publique, sur les aspects liés à la biodiversité, aux vecteurs animaux et à leur dissémination dans l'environnement, l'ensemble étant perçu dans un contexte « One Health ».

#### Sous axe 11. Santé environnementale, toxicologie prédictive

Cette action vise à soutenir les projets sur les mécanismes d'action et les effets sanitaires des perturbateurs endocriniens. La recherche sur les perturbateurs endocriniens est un enjeu sociétal et scientifique très important pour les raisons suivantes : 1) les effets avérés ou suspectés de ces produits affectent des fonctions vitales, 2) ce sont des produits courants dont l'exposition est pour beaucoup d'entre eux très prévalente en population générale; 3) ils peuvent agir de manière combinée, 4) ils représentent vraisemblablement un nouveau mécanisme de toxicité qui pourrait s'avérer généralisable à d'autres perturbations (neuronales, immunologiques, etc.), 5) il existe une volonté de réglementation internationale dans laquelle la France doit apporter une contribution éclairée, car 6) des secteurs industriels importants sont concernés, notamment pour la recherche de substituants. Les PE ont un mécanisme d'action original qui interfère avec des mécanismes physiologiques. Leurs profils de dose-effet inhabituels indiquent un nouveau type de mécanisme. Les approches encouragées en toxicologie et écotoxicologie sont celles des voies ou réseau de toxicité, de biologie systémique, d'épigénétique et celles qui ciblent des phases vulnérables du cycle de vie des individus (fœtus, puberté), les effets transgénérationnels, les effets des mélanges ou les traits d'histoire de vie clés pour la dynamique des populations dans l'environnement. En épidémiologie, les approches privilégiées sont les études longitudinales incluant la période fœtale et des études en population explorant les effets transgénérationnels et les mécanismes épigénétiques. Elles pourraient s'appuyer sur des cohortes environnementales qui devraient être soutenues.

#### Sous axe 12. Vieillesse normale et pathologique, autonomie et qualité de vie

Cette action vise à soutenir les projets relatifs au vieillissement abordé sous ses aspects biologiques aussi bien que sous ses aspects sociaux. Seront éligibles, d'une part les projets concernant les mécanismes biologiques du vieillissement (chaines causales impliquées dans la sénescence cellulaire) et les pathologies liées au vieillissement (immunologique, métabolique, cognitive et neurologique), d'autre part les projets relatifs aux facteurs favorisant l'intégration des seniors et l'accroissement de leur potentiel contributif économique et social (apprentissage au long de la vie, etc.) ainsi que les conditions de leur autonomie accrue (innovations sociales du type co-housing etc.). On soutiendra également ainsi les projets ayant trait au développement de nouveaux concepts et techniques de soin et de maintien à domicile (domotique) et les projets relatifs à l'impact économique du vieillissement et à ses aspects éthiques et anthropologiques

#### Sous axe 13. Psychiatrie et santé mentale

Cette action vise à soutenir des projets abordant l'ensemble des déterminants (biologiques et sociaux) de la santé mentale, en particulier ceux relatifs, d'une part aux troubles envahissants du développement (TED), d'autre part aux conduites addictives. Dans les deux domaines, une attention particulière sera accordée aux projets développant une approche intégrative (déterminants génétiques ou autres, imagerie cérébrale, données comportementales relatives à l'altération des fonctions cognitives et communicationnelles) et à ceux qui proposent une articulation avec la

recherche translationnelle et la mise au point de protocoles de prise en charge fondés sur des preuves scientifiques.

S'agissant des TED et des pathologies du spectre autistique, seront soutenus notamment les projets concernant les mécanismes de l'altération de la plasticité cérébrale et ses marqueurs précoces et l'incidence des facteurs environnementaux, ainsi que les projets ayant trait aux affections des capacités méta-représentationnelles et de la cognition sociale, des fonctions exécutives et de l'attention. Un soutien particulier sera apporté à l'étude des troubles relatifs à la perception du discours parlé et à la maîtrise du lexique et de la syntaxe, dans la perspective, notamment, d'une approche appropriée des questions liées à la scolarisation et à l'insertion sociale des populations autistes. L'action soutiendra également la recherche relative aux dispositifs de remédiation les plus appropriés, issus notamment du domaine des sciences de l'information, pour améliorer les capacités d'échange langagier des personnes affectées

Pour ce qui concerne la recherche relative aux drogues et aux comportements addictifs (lesquels doivent être compris de façon large, sans référence centrale à la distinction licite/illicite et incluant les addictions sans substances), seront soutenus à la fois les projets visant à l'explication biologique des phénomènes d'addiction (identification des mécanismes cellulaires qui en sous-tendent les différentes formes, recherche des facteurs de susceptibilité génétique, identification des biomarqueurs permettant une analyse des facteurs de vulnérabilité) et ceux qui proposent une analyse des pratiques addictives envisagées comme comportements sociaux (étude du sens donné par les usagers à leurs pratiques, analyse des motivations, qui peuvent être socialement différenciées, contribuant ainsi aux inégalités sociales de santé). Une attention particulière sera portée aux projets présentant une dimension interventionnelle et évaluative permettant d'apprécier l'impact des protocoles de prise en charge et des politiques publiques (« salles de shoot », etc.). S'agissant des drogues proprement dites, on soutiendra également les projets relatifs aux modalités de construction de l'offre de drogues, aux marchés et aux circuits d'approvisionnement.

#### 3.4.4 Axe 3 : Santé publique

Les projets en santé publique devront être orientés selon les trois priorités définies par l'organisation mondiale de la santé : comprendre les chaînes causales conduisant à des inégalités socio-économiques de genre, environnementales ou culturelles et se traduisant en mécanismes pathologiques, mieux comprendre en quoi un choc de santé et/ou l'installation d'une pathologie chronique peuvent contribuer à aggraver les inégalités sociales et économiques.

##### Sous axe 14. Inégalités sociales de santé en France : santé et prévention, soins primaires et services sociaux

L'objectif est d'articuler la recherche transdisciplinaire et d'enrichir le débat sur des interventions possibles autour de certaines des principales causes d'inégalités sociales de santé en France. Une réponse adaptée des pouvoirs publics aux inégalités de santé suppose des analyses préalables sur les dimensions sociales (déficit de prévention, hétérogénéité des soins primaires, difficultés d'articulation entre services de santé et secteur social), comportementales, psychosociales, économiques et biologiques, tenteront d'élucider des mécanismes expliquant l'impact de certains déterminants sociaux sur la santé, ainsi que d'identifier l'ampleur et la nature de ceux qui échappent à cette analyse causale. L'analyse intégrée des déterminants socio-économiques, psycho-sociaux et biologiques nécessite des développements méthodologiques. Cette action, transverse avec le domaine des Sciences Humaines et Sociales, et le défi sociétal « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives ».

### 3.4.5 Axe 4: Innovation biomédicale

Cet axe concerne les aspects translationnels de la recherche, vers des applications cliniques et/ou industrielles :

- Recherches permettant de valider de nouveaux biomarqueurs biologiques ou en imagerie et de les amener en phase d'exploitation ;
- Validation de nouvelles cibles thérapeutiques, recherche de nouvelles molécules thérapeutiques, criblages innovants, recherche de nouvelles utilisations de drogues déjà enregistrées, innovations en galénique et pharmacologie ;
- Recherches sur les biothérapies régénératrices et de substitution, biomatériaux ;
- Développement de stratégies de traitements par actions physiques et/ou chirurgicales, avec l'apport de l'assistance par les technologies de robotiques ou du numérique ;
- Validation clinique de stratégies de prévention ;
- Recherche technologique en e-santé et télé-médecine, et donc s'appuyant sur les technologies de l'information et de la communication appliquées à la santé.

#### Sous axe 15. Biologie des cellules souches, remodelage tissulaire, médecine régénératrice

Cette action couvre l'étude des cellules souches adultes, fœtales ou embryonnaires dans toutes les espèces et modèles appropriés. Elle concerne les études sur l'auto-renouvellement et la détermination de la différenciation des cellules souches, la reprogrammation des cellules somatiques en cellules souches, et le remodelage tissulaire normal ou pathologique. Les biothérapies ciblant les cellules souches et/ou le remodelage tissulaire ainsi que la modélisation expérimentale des niches abritant les cellules souches seront également couvertes par cette action. Le programme inclura des projets allant de recherches très fondamentales à des recherches visant des applications médicales ou industrielles.

#### Sous axe 16. Recherche translationnelle en Santé

L'action incitative sur la recherche translationnelle entend financer des études qui se situent en aval des projets exploratoires soutenus par l'ANR et en amont des projets soutenus par le Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) de la DGOS. L'objectif est de soutenir des projets collaboratifs concernant des questions scientifiques situées à l'interface entre la recherche fondamentale et la recherche clinique. Les résultats de la mise en œuvre de ces projets doivent permettre la formulation de nouvelles hypothèses susceptibles d'être testées dans le cadre d'une recherche clinique.

Les autres objectifs sont : i) l'accélération des transferts d'informations des laboratoires de recherche vers les établissements de santé (« bench to bed »); ii) l'accélération des transferts d'informations des établissements de santé vers les laboratoires de recherche (« bed to bench »); iii) l'augmentation de l'activité de recherche se donnant pour objectif la validation clinique d'un concept et/ou d'une stratégie d'investigation ou de traitement conçus à partir des résultats de la recherche exploratoire; iv) la prise en compte des contraintes imposées par les investigations chez l'homme dès les étapes les plus précoces de la recherche afin de diminuer les risques d'échec aux étapes ultérieures.

#### Sous axe 17. Innovation médicale, nanotechnologies, thérapies et vaccins innovants,

Cette action ciblée soutiendra les projets de recherches biologiques et biomédicales finalisées, et favorisera le transfert de connaissances entre des partenaires industriels et académiques dans le domaine de la santé afin de renforcer la compétitivité française dans le secteur biomédical. Le champ concernera uniquement les innovations destinées à la santé autour des aspects de détection, diagnostic, pronostic, prévention et traitement, et des aspects d'industrialisation et de production. Les projets de biologie de synthèse pour la compréhension des mécanismes biologiques et des outils applicables à la santé sont insérés dans cette action. Un enjeu important est de mettre en phase les possibilités offertes par ces technologies avec les véritables besoins médicaux. Cette action soutiendra particulièrement les projets en partenariats public-privé.

#### Sous axe 18. Technologies pour la Santé

Les sciences de l'ingénieur et du numérique sont des outils puissants de transformation de la qualité de vie dans les secteurs de la santé et de l'autonomie, et déterminant pour le progrès de la médecine : instrumentation de recherche, imagerie et capteurs, traitement des données massives biologiques et médicales, aide au diagnostic et au geste médical, aide aux thérapies cognitives ou comportementales, prothèses et orthèses intelligentes. Elles représentent des vecteurs de transformations du système de santé et de la qualité de vie, au travers de l'e-santé, de la compensation du handicap, et de la perte de l'autonomie.

L'action incitative sur les Technologies pour la Santé concerne les travaux de recherche à finalité applicative et à fort potentiel de valorisation. Elle soutiendra la double participation de partenaires académiques et industriels assortie d'une stratégie de transfert.

#### 3.4.6 Renforcement de la stratégie nationale par des actions au niveau d'appels conjoints de type « ERA\_Net » ou « Joint program initiatives ».

En complément des actions nationales et internationales issues d'accords bilatéraux décrits ci-dessus, l'ANR soutiendra fortement dans sa programmation 2014 le soutien aux équipes désirant s'associer à des partenaires internationaux d'excellence dans le cadre des actions conjointes de types appels d'offres des ERA-NETs et des Joint Program Initiatives. Il est recommandé de consulter le site web de l'agence.

## 3.5 Sécurité alimentaire et défi démographique

Dans les décennies à venir, les écosystèmes utilisés pour produire des ressources alimentaires ou non alimentaires vont être de plus en plus sollicités non seulement pour nourrir une population mondiale en augmentation dont les demandes évoluent fortement mais aussi pour répondre à la raréfaction des sources de matières premières en produisant notamment des biomatériaux. Il s'agira de mieux gérer et utiliser les multiples services des écosystèmes dans la perspective d'un développement plus durable soucieux de compétitivité économique, d'emploi et de réduction des inégalités sociales. La production durable de biens et de services de manière renouvelable, résiliente et équilibrée est recherchée. Ceci suppose d'inclure la gouvernance et la gestion des activités et des usages ainsi que leur multifonctionnalité pour un écosystème donné.

Ce « défi sociétal » vise à définir les évolutions technologiques et les accompagnements économiques, institutionnels, et sociaux pour permettre une utilisation durable des écosystèmes (au plan environnemental, économique et social), tout en garantissant que les écosystèmes exploités

produisent les biens et les services nécessaires aux niveaux de production optimum en minimisant les intrants et en prenant en compte les autres services écosystémiques (biodiversité, utilisations industrielles ou énergétiques des bioressources...) pour permettre d'aboutir à la conception de produits, de process et de systèmes de distribution et de commercialisation plus durables et à forte valeur ajoutée.

La bioéconomie qui désigne l'ensemble des activités économiques liées au développement de filières, procédés et produits d'origine biologique, est un secteur dont la France, à l'instar de l'Europe, souhaite accompagner la croissance. Cette ambition nécessite des efforts accrus de recherche et d'innovation dans le domaine des bioressources, des biosciences, des biotechnologies et de leur couplage à la chimie et au génie des procédés, en complément du défi « Stimuler le renouveau industriel ». L'ouverture d'une économie aujourd'hui essentiellement basée sur le carbone fossile vers la bio-économie requiert également des changements majeurs dans les modes de vie, des modèles économiques et dans l'utilisation des ressources naturelles. Une approche globale et systémique est ainsi requise.

Les recherches portées par les disciplines des sciences humaines et sociales constituent un atout dans notre capacité à répondre au défi démographique de sécurité alimentaire (minimisation des déchets, compréhension des déterminants des transitions alimentaires, comportement des consommateurs...)

Les projets collaboratifs en partenariat public-privé sont fortement incités en particulier pour les axes agroalimentaires, biotransformation des ressources biologiques mais aussi pour l'axe productions durables. Ce « défi » se décline en quatre axes scientifiques : Productions durables, Agroalimentaire, Contaminants, Biotechnologies : Biotransformation des ressources biologiques, Santé et en un axe transversal sur l'intégration des différentes activités.

L'influence du changement climatique sur les ressources des différents écosystèmes et l'adaptation de ces ressources aux changements globaux sont traitées dans le défi 3.1

Ce « défi » regroupe en partie les programmes du cycle 2011-2013 « Agrobiosphère », « BIOADAPT » « ALID » et CESA, ainsi que les SVSE5, SVSE6, SVSE7, SHS1, SIMI9, SIMI7 du programme Blanc.

### 3.5.1 Axe : Productions durables

Toutes les formes d'exploitations des ressources (agriculture, foresterie, aquaculture, pêche) sont concernées dans l'ensemble des écosystèmes continentaux et marins, impliquant les acteurs qui gèrent ces ressources. Dans le cadre du « verdissement » de la nouvelle Politique Agricole Commune et de la nouvelle Politique Commune des pêches, l'adaptation des productions doit s'inscrire dans une stratégie économiquement et écologiquement intensive. Cela inclut l'ensemble des enjeux sanitaires, environnementaux, économiques et sociaux prenant en compte particulièrement la diminution des intrants, l'optimisation des ressources en eau et la reconstruction des sols. L'approche est nécessairement systémique et doit prendre en compte l'impact sur les filières économiques et sur les territoires. La notion de rendement doit être revisitée et s'appuyer sur des organismes vivants adaptés aux conditions abiotiques dans lesquelles ils sont produits (sécheresse, pluviométrie, température, variabilité, caractéristiques organiques des sols, contraintes des écosystèmes ...), mais également aux conditions biotiques auxquelles ils sont soumis en particulier la pression de l'ensemble des agents pathogènes et des ravageurs. Sont particulièrement encouragées les recherches visant à :



- **Favoriser la biodiversité dans les milieux exploités ou cultivés** et développer l'écologie du paysage notamment dans la perspective de l'installation de trames vertes et de trames bleues. Proposer des aménagements des milieux pour augmenter leur contenu en biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes et leur résilience pour contribuer au bon état de conservation des habitats.

- **Produire autrement** : diminuer les intrants et optimisation de leur action. Nécessité de réduire fortement les pesticides (plan Ecophyto), optimisation des fertilisants (azote, phosphore), des molécules chimiques pour la protection des végétaux et des animaux, diminution des dépenses énergétiques et de l'usage de l'eau pour l'irrigation tout en maintenant des niveaux élevés de production. La physiologie, la biologie, la génétique et la génomique (des micro-organismes, des plantes et des animaux) participent à la détermination des gènes impliqués et de leur régulation et des mécanismes mis en jeu. Ces travaux permettront de sélectionner ou de développer des organismes adaptés au double défi de la diminution des intrants et du maintien de la productivité et de la compétitivité. Pour assurer la durabilité et la résilience de ces capacités adaptatives il est également indispensable de définir aux différentes échelles de l'organisme les conditions de leur expression, de leur transmission et de leur maintien au fil des générations. La validation de ces mécanismes en conditions réelles d'exploitation est une composante importante de cette thématique. Favoriser des recherches sur les pratiques alternatives visant à maximiser les services écosystémiques tout en limitant les intrants (eau, engrais, phytosanitaires...).

### 3.5.2 Axe : Enjeux agroalimentaires

Les enjeux portent sur la quantité, la qualité, la sécurité des aliments et des systèmes alimentaires avec leurs impacts sur la santé et le bien-être des consommateurs. Pour être plus compétitive, l'industrie agro-alimentaire a besoin d'innover par la recherche afin d'associer productivité, qualité et salubrité tout en restant dans une approche de renforcement de la gestion durable de l'environnement. Ainsi, les industries agroalimentaires ont besoin d'une part, d'anticiper et de développer des solutions face aux enjeux auxquels elles sont confrontées et, d'autre part, d'investir en innovation pour mieux répondre à l'attente des consommateurs qui souhaitent se procurer des produits sûrs et sains, agréables, pratiques, aux valeurs nutritionnelles intéressantes, disponibles pour tous et préservant l'environnement. En complément du défi « Stimuler le renouveau industriel », des recherches sont particulièrement encouragées sur :

- **Technologies innovantes, compétitivité** : un volet consiste à 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.

- **Durabilité de la filière agroalimentaire** : sobriété énergétique, analyse de cycle de vie du producteur jusqu'au consommateur, évaluer le compromis bénéfices-risques de filières de production ou de systèmes transversaux multi-filières (distribution, logistique, restauration...), en prenant en compte l'ensemble des contraintes et exigences des différents acteurs.

- **Aliment sain** : un effort portera sur l'amélioration de l'alimentation de populations à risques, telles que les populations précaires, les populations sujettes à des maladies liées à des problèmes de nutrition (dénutrition, obésité, allergie, intolérance...) ainsi que les populations âgées.

- **Aliment salubre** : les interactions synergiques, antagonistes, ou inhibitrices des aliments sur les effets des contaminants chimiques ou biologiques ingérés simultanément et l'exposition et la sensibilité de certaines populations aux effets indésirables de contaminants dans les aliments et les études de risque associées (en liaison avec l'axe sur les contaminants). Cette analyse de la salubrité



de l'aliment sera étendue à l'ensemble de la filière (préparation, conservation, emballage, utilisation par le consommateur).

- **Matières premières optimisées** : explorer la diversité des matières premières cultivées ou sauvages et la diversité de leurs composants moléculaires pour permettre de renouveler et de diversifier l'offre aux différents niveaux de la filière. Produire des matières d'origine animales, végétales ou microbiologiques nouvelles nécessitera d'explorer les capacités des organismes pour la production de molécules originales, ou pour l'adéquation à des équilibres nutritionnels adaptés. L'utilisation de variétés améliorées ou d'espèces non valorisées pour ces caractéristiques permettra de renouveler ou diversifier l'offre nutritionnelle.

- **Pertes et gaspillages** : analyser l'ensemble de la filière pour identifier l'origine des pertes, proposer des solutions pour la réduction des gaspillages (estimés à 30 %) et développer des procédés de récupération et de transformation pour un recyclage de ces matières déjà transformées.

### 3.5.3 Axe: Biotechnologies : biotransformation des ressources biologiques

Le développement d'une nouvelle filière dans ce secteur passe par le développement de procédés innovants permettant une compétitivité des industries (agro-alimentaire et chimie bio-sourcée). L'innovation passe nécessairement par une meilleure compréhension des mécanismes chimiques et biochimiques sur les matrices, des mécanismes biologiques pour les microflore et microalgues, du développement de l'application des enzymes. Les biotechnologies de productions (bioréacteurs, bioraffineries...) devront être optimisées et automatisées en favorisant l'éco-conception et notamment en optimisant les composants eau, énergie, matières, emballages...

Les propositions seront coordonnées avec le défi « Stimuler le renouveau industriel », en particulier l'axe 5 : Chimie durable, génie chimique et biotechnologie et le défi « une énergie, propre, sûre et efficace » pour les bioproduits à application énergétique.

Des recherches sont particulièrement encouragées sur :

- La **conception des aliments et matières premières renouvelables** pour la chimie, les matériaux et pour l'énergie) doit intégrer les enjeux de durabilité, l'efficacité énergétique et la prise en compte des sous-produits et des déchets comme ressources à valoriser, en y incluant la gestion des coproduits. La conception d'aliments plus adaptés aux contraintes économiques, technologiques et aux attentes des consommateurs, passe par la caractérisation et la valorisation de la diversité moléculaire et physicochimique des organismes vivants locaux ou bénéficiant de propriétés originales intrinsèques ou « introgressées » dans les programmes d'amélioration variétale.

- **Économie circulaire** : il faudra examiner si ces nouvelles filières ont une capacité à intégrer de nouvelles contraintes et à générer de nouveaux gains de productivité dans un contexte mondialisé. Il faut pour cela analyser, entre autres, les enjeux de concurrence et de complémentarité entre industries de production, transformation et de distribution.

- **Synthèse biologique et bio chimique** : les voies vertes et/ou bleues et écoresponsables seront soutenues et structurées pour résoudre les difficultés liées à leur production industrielle et finalement réussir une réelle transition écologique et bioéconomique. La synthèse chimique étant traitée par le défi « Stimuler le renouveau industriel », en particulier l'axe 5 : Chimie durable, génie chimique et biotechnologie.

### 3.5.4 Axe : Enjeux de santé

L'impact des contaminants doit être étudié sur les écosystèmes et sur la santé humaine. Ces travaux permettent de poursuivre les interrelations fortes entre écologie (écotoxicologie) et la santé humaine (toxicologie), avec une composante épidémiologique, et les sciences humaines et sociales (comportement des consommateurs). Les impacts des polluants émergents et les pollutions industrielles dans les milieux aquatiques, air et sols seront recherchés. Les remèdes pour la réduction des contaminants font partie intégrante de cet enjeu. Les propositions concernant la santé humaine seront réalisées en association avec le défi « Santé et bien-être » en particulier le sous axe 8 sur les contaminants de l'environnement et santé, toxicologie prédictive.

Le concept de « One Health » permet de rapprocher les travaux de recherche des pathogènes des productions animales et végétales et les enjeux de la santé humaine. Il apparaît nécessaire de combiner de manière opérationnelle les approches de l'épidémiologie prédictive, de la dynamique des populations, des relations hôte-pathogène, de la lutte biologique et écologique, des résistances génétiques spontanées ou induites et, si nécessaire, de l'utilisation de nouvelles molécules bioactives. Des rapprochements sont également à effectuer avec le domaine de la toxicologie et de l'écotoxicologie, dans la mesure où certains polluants peuvent moduler la sensibilité des organismes aux agents pathogènes et conduire à des mortalités importantes qualifiées de « multifactorielles » (cas des abeilles ou des huîtres, par exemple). Les frontières de cet axe se limitent aux espèces et aux impacts sur les écosystèmes naturels et productifs. Des propositions transversales à cet axe et à ceux du défi « Santé et bien-être » sont éligibles, mais devront mentionner de leur double appartenance. Des recherches sont particulièrement encouragées sur :

- Contaminations faibles doses et les effets cocktails à long terme devront être associés à des études épidémiologiques pour définir les risques pour les populations les plus sensibles.
- Les produits vétérinaires. Dans les élevages, on se doit également de développer des solutions alternatives à l'emploi de médicaments dont les résidus peuvent se retrouver dans les produits alimentaires ou être rejetés dans l'environnement. Le plan Eco-antibio 2017 prévoit une réduction des usages vétérinaires des antibiotiques afin de limiter le développement des résistances.
- Sélection de variétés multi résistantes, recherche de fitness aux paramètres abiotiques, aux pathogènes et aux bio-agresseurs. La compréhension des mécanismes génétiques, physiologiques, épigénétiques et moléculaires génériques ou spécifiques seront indispensables pour développer les méthodes et les outils de sélection et d'amélioration des espèces à ces stress multiples. L'optimisation et la diversification génétique et physiologique de ces organismes assureront leur capacité de résilience écologique.

### 3.5.5 Axe : Approche transversale de la filière

Une recherche interdisciplinaire et développant des approches systémiques pourra répondre aux attentes de la bioéconomie, de la conservation de la biodiversité et du développement durable. Il est nécessaire d'intégrer les différents usages dans un même écosystème pour assurer un développement durable de la gestion des milieux et des ressources. L'enjeu du changement d'affectation des terres se pose ainsi que l'intensification ou extensification de la production de la production de biomasse alimentaire ou non. Les projets sur la gestion de l'espace et les modes de gouvernance dans les territoires soumis à de fortes contraintes (zones côtières, les bassins versants, etc.) sont souhaités. C'est pourquoi, les activités de transformation des ressources naturelles non alimentaires (chimie verte), de valorisation des friches industrielles (chimie écologique), de

transformation des déchets en nouveaux matériaux et ressources (chimie durable) doivent être incluses dans cette analyse. Des projets sur le bassin Méditerranéen, soumis à des fortes contraintes de ressources, seront bienvenus.

### 3.5.6 Actions internationales

Un ensemble d'actions internationales est prévu dans le cadre de ce défi. Ils feront l'objet d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter le site web de l'agence. Les thématiques qui seront ouvertes au niveau européen (JPI, ERA-NETs) ou international (Belmont forum) ne seront pas prioritaires au niveau national. De même, les thèmes faisant l'objet d'appels à projets européens d'Horizon 2020 en 2014 ne seront pas éligibles pour des financements ANR 2014.

Des partenariats bilatéraux sont éventuellement possibles dans le cadre de cet appel. Il est nécessaire de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux. Par ailleurs, des actions européennes et internationales sont prévues en lien avec ce défi sous la forme d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux sur le site web de l'agence.

## 3.6 Mobilité et systèmes urbains durables

Ce défi vise à explorer la capacité des systèmes urbains, des constructions et des transports à se transformer pour s'engager dans la voie du développement durable. Cela demande d'élaborer de nouvelles grilles de compréhension des processus qui prennent en compte les dimensions physiques (flux de matières, d'énergie, de personnes, réseaux...), environnementales, politiques, culturelles, sociales et qui s'attachent également à mettre en évidence les vulnérabilités. Les espaces urbanisés sont en effet à l'intersection des enjeux d'habitat, de mobilité et, plus globalement, du bien vivre ensemble. Les villes, qui représentent 70 % de la consommation énergétique en Europe, contribuent aussi fortement à l'effet de serre et aux pressions sur l'environnement. Inversement, elles sont sensibles aux nuisances environnementales et aux conséquences des changements globaux. Les principaux autres défis à relever concernent les performances des bâtiments et des transports, l'organisation de systèmes urbains favorisant un accès fluide, efficace, équitable aux ressources et aux services, l'émergence de la société du numérique pour accompagner, développer et promouvoir des usages de transports durables et gérer plus intelligemment la ville, et la pérennité et l'adaptation des infrastructures et réseaux aux besoins existants et émergents.

Les travaux développés dans ce cadre doivent répondre à plusieurs objectifs :

- constituer de nouveaux savoirs relatifs à l'efficacité énergétique, aux impacts environnementaux et à la qualité d'usage (confort, qualité de l'air, bruit, sécurité...), pour les composants (véhicules, bâtiments...) et aux différentes échelles (îlot, quartier, ville, réseau de villes...), en s'intéressant aussi aux interactions entre ces critères et ces échelles ;
- développer la modélisation et la simulation numériques des phénomènes, en appui à la conception, l'aide à la décision et l'évaluation des performances ;
- participer au développement d'une offre méthodologique et technologique pour construire, réhabiliter et adapter aux nouvelles exigences énergétiques et environnementales mais aussi d'usage le patrimoine existant et gérer plus efficacement les différentes composantes des systèmes urbains et des transports, en impliquant notamment l'utilisateur.

Ce défi regroupe en partie les programmes thématiques du cycle 2011-2013 « Villes et Bâtiments Durables », « Transports Durables et Mobilité » et « Métamorphoses des sociétés », ainsi que les SIMI 3, 9 et SHS 1 et 2 du programme Blanc.

### 3.6.1 Axe : Systèmes urbains durables

La ville étant un système complexe, il est nécessaire de développer des approches intégrées multisectorielles et transdisciplinaires, permettant de mieux appréhender la dynamique des systèmes urbains, à différentes échelles temporelles et spatiales. Les apports des technologies de l'information et de la communication, de la modélisation et des réseaux intelligents à la production de la ville et des services urbains devraient faire l'objet de recherches pluridisciplinaires, de même que l'impact de la ville intelligente sur les pratiques des citoyens et sur le métabolisme urbain.

**Métabolisme urbain et écologie territoriale.** Les villes consomment de grandes quantités de matières, de produits alimentaires et d'énergie, dont elles rejettent une partie sous forme d'émissions dans l'environnement. Il apparaît essentiel de mieux comprendre les processus de ce métabolisme urbain, ce qui constitue un domaine de recherche éminemment pluridisciplinaire, au regard de leurs dimensions politique, économique, spatiale, technique, sociale, culturelle... étroitement imbriquées à leur dimension naturelle. Les enjeux sous-jacents concernent non seulement la compréhension du fonctionnement des villes et de leurs interactions avec la biosphère, mais interrogent également les questions de prospective et d'action – bouclage des flux, symbioses urbano-agro-industrielles, relations entre inégalités et vulnérabilité/résilience des territoires, circuits courts, conflits d'usage de l'espace...

**Biodiversité et écosystèmes urbains.** Si certains des rôles joués par la nature en ville commencent à être mieux appréhendés, des travaux de production de connaissances nouvelles relatives au fonctionnement des socio-écosystèmes urbains demeurent nécessaires afin de constituer le socle d'une ingénierie écologique urbaine. Ces écosystèmes naturels rendent de nombreux services : approvisionnement, régulation, services à caractère social. Le développement d'approches d'évaluation des services écosystémiques s'avère également essentiel, en lien avec la question de l'usage des sols (bilan écologique, social, contribution à l'adaptation au changement climatique...). Le développement d'une approche multiscale permettrait d'aborder à la fois les inégalités d'accès aux services écosystémiques, la ségrégation et les inégalités spatiales et de rechercher des pistes pour y remédier.

**Adaptation et résilience urbaines.** La vulnérabilité des villes est protéiforme : technologique, économique, sociale, environnementale. L'étude des risques et de la vulnérabilité urbains doit considérer non seulement les risques de type catastrophique (événements soudains), mais aussi les évolutions progressives susceptibles d'affecter le fonctionnement urbain (par exemple impacts lents du changement climatique). Il s'agit d'une part de quantifier la fragilité des systèmes urbains et d'autre part, de développer des approches permettant d'évaluer leur vulnérabilité, qui intègrent les interactions entre les différents éléments constitutifs de ces systèmes, à différentes échelles spatiales et temporelles, leurs évolutions, ainsi que les interfaces avec leur environnement. Un enjeu important, tant en termes de connaissances qu'en termes opérationnels, concerne la construction de la résilience et les stratégies d'adaptation. Il serait en particulier nécessaire d'étudier le développement d'une ingénierie de l'adaptabilité, notamment pour le patrimoine bâti (bâtiments, réseaux, infrastructures de transport...).

**Pratiques urbaines et durabilité.** Les pratiques des citoyens se transforment progressivement, sous l'effet, notamment, d'une « environnementalisation » des représentations. D'autres facteurs contribuent à ces transformations comme la crise économique et le développement des télé-services. Cependant, des écarts, voire des contradictions subsistent entre des représentations davantage éco-centrées et des pratiques qui demeurent souvent intensives en ressources. C'est le cas des pratiques de mobilité, fortement liées aux choix résidentiels, aux stratégies de localisation des activités économiques et à la configuration des réseaux de transport. La connaissance, la compréhension et la régulation des tensions inhérentes à l'avènement de pratiques durables définissent ainsi un champ de recherche à part entière. Faisant écho aux questions sur le bien-être et la qualité de vie, la recherche sur la durabilité urbaine appelle à une convergence des travaux sur les transformations des modes de vie urbains et des rapports qu'entretiennent les sociétés à leur environnement.

**Urbanisation, spatialisation, morphologies et dynamiques urbaines.** Les dynamiques urbaines, les transitions, les interactions entre temps court et temps long, échelle locale et échelle globale sont encore mal appréhendées, alors qu'elles sont au cœur des enjeux de durabilité urbaine. Il s'agit de mieux comprendre les facteurs d'évolution des villes (croissance, déclin...) et des dynamiques qui contribuent à consolider ou à fragiliser des systèmes de villes, à renouveler les relations entre métropoles, villes moyennes et arrière-pays, reposant la question de la localisation des populations et des activités économiques (centres, périphéries urbaines, rural...). Dans cette perspective dynamique, il s'agit aussi de revisiter les liens entre formes urbaines, organisation du tissu urbain, offre de services de transport et d'infrastructures, mobilités et impacts sur l'environnement et sur la cohésion sociale. Les recherches doivent notamment permettre d'éclairer les controverses sur la densification, la compacité, la mixité (de fonction, sociale, générationnelle), la multipolarité... dans la construction de la durabilité urbaine. Un autre enjeu important de l'évolution des sociétés urbaines concerne l'accès équitable aux ressources et services urbains, dans le contexte d'une fragmentation et d'une ségrégation socio-territoriales croissantes.

### 3.6.2 Axe : Du bâtiment au cadre de vie bâti durable

**Du bâtiment à l'îlot à énergie positive et à faible impact environnemental.** 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 de recherche restent notamment ouvertes sur les bonnes échelles d'espace et de temps pour aborder l'énergie positive. Parallèlement, une mutation forte se dessine en matière de réglementation dans le domaine du bâtiment : à l'obligation de moyens se substitue une obligation de résultat. Si ce changement laisse davantage de liberté dans les choix et devrait favoriser l'innovation technique et architecturale, il va aussi demander la mise au point de méthodologies et d'instruments pour la mesure physique (notamment pour l'audit énergétique et le suivi des performances).

Beaucoup d'outils et de modèles pour la conception des bâtiments reposent sur des hypothèses que rendent caduques les nouvelles cibles de performance énergétique, notamment parce que des phénomènes de second ordre, négligés jusque-là, deviennent importants dans ce nouveau contexte. Il s'agit de revoir ces outils destinés à la conception, la réalisation et la rénovation (maquette numérique). Ils doivent non seulement intégrer les questions d'énergie mais aussi de santé (qualité de l'air, acoustique...), de confort (approches multi-physique) ainsi que les interactions/rétroactions entre systèmes techniques et utilisateurs. Ce qui nécessite une meilleure connaissance des comportements, des qualités et valeurs d'usage ainsi qu'un dialogue renforcé entre sciences humaines et sociales et sciences de l'ingénieur pour mieux prévoir les performances réelles des bâtiments.

**Construction et gestion durables du patrimoine bâti et des infrastructures.** Au-delà des outils de mesure, d'instrumentation et de modélisation, il faut repenser les solutions de construction et d'entretien, d'inspection et de gestion, d'optimisation de l'exploitation, les matériaux, les technologies de rénovation à bas coût et haute performance, les modes d'intervention destinés aux bâtiments, aux infrastructures de transport et aux réseaux dans la perspective du développement durable, en tenant compte des contraintes de rareté à venir, des impacts potentiels des changements climatiques, démographiques... et s'intéressant à l'ensemble du cycle de vie. En complément des travaux d'optimisation technique, économique et environnementale, la recherche doit aussi accompagner le développement d'innovations destinées renforcer la résilience et les capacités d'adaptation (voire de réversibilité) des constructions et infrastructures aux besoins des générations futures et aux transformations de l'environnement, en adoptant notamment des approches de conception/gestion guidées par l'usage.

Un champ important de recherche concerne les modèles économiques ainsi que les mécanismes de diffusion et d'appropriation de ces innovations tant par les acteurs de la construction que par les utilisateurs, notamment pour le secteur de la réhabilitation des bâtiments et des infrastructures. Il s'agit aussi de concevoir des innovations plus facilement appropriables et robustes en termes de performance face à une grande diversité d'usages, en tenant compte, *ab initio*, des pratiques et des valeurs des usagers.

**Articulations bâtiment – infrastructure – transport.** L'émergence de dispositifs de production d'énergie décentralisée, au niveau même des bâtiments, voire des infrastructures de transport, et de transports individuels davantage électrifiés amène à reconsidérer les relations techniques et les échanges énergétiques possibles entre les différents composants des systèmes urbains que sont les bâtiments, les infrastructures et les véhicules de transport ainsi que les modèles économiques qui permettront de développer ces interconnexions.

### 3.6.3 Axe : Mobilité durable et systèmes de transport

Si le transport des personnes et des marchandises (routier, ferroviaire, fluvial, maritime...) répond à une demande sociétale forte, il est également un grand consommateur d'énergie fossile, avec un fort impact environnemental et sanitaire. D'importantes marges de progrès sont encore à réaliser pour réduire les émissions de polluants locaux et de gaz à effet de serre, augmenter l'efficacité énergétique, la sécurité, la qualité des services et de l'accessibilité. Promouvoir une mobilité durable suppose une approche systémique et pluridisciplinaire, intégrant innovations technologiques, nouveaux services et nouvelles pratiques.

**Mobilités et systèmes de transport.** La transition énergétique et écologique invite à repenser globalement et à rendre plus efficaces les systèmes de transport en s'appuyant sur la multi-modalité et l'interopérabilité, l'amélioration de leur exploitation et les échanges d'information (intelligence ambiante), tant pour le transport de personnes que de marchandises, à toutes les échelles spatiales (urbain, rural, interurbain...).

Elle repose également sur la compréhension de la dynamique des mobilités et des usages et au développement de services de mobilité intelligents visant à assurer la continuité des systèmes de transport. La mobilité des personnes ne peut être dissociée des modes d'habitation, d'aménagement de l'espace et d'organisation des activités, qui relèvent d'échelles spatiales et temporelles très différentes. Les questions de mobilité peuvent être éclairées par les sciences de l'ingénieur mais elles sont aussi pertinentes pour les sciences humaines et sociales, notamment pour les disciplines fondées sur l'étude des dynamiques spatiales et de l'aménagement des territoires.

La mobilité durable implique aussi une amélioration de l'efficacité des systèmes de transport, reposant notamment sur la mise à disposition de modes de transport plus sûrs et plus sécurisés afin



de réduire la mortalité et l'insécurité, le développement de véhicules mieux adaptés à la demande, plus accessibles et ergonomiques notamment pour les personnes à mobilité réduite, et de véhicules et d'éléments – en particulier l'électronique et les technologies de l'information et de la communication – de systèmes de transports fiables.

Le développement de véhicules entièrement automatiques s'inscrit dans ce contexte d'amélioration de la sécurité des modes de transport et sera traité dans le cadre d'un challenge dédié (VIVIANES).

**Véhicules à grande efficacité énergétique et faible impact environnemental.** Comme une large part de la mobilité continuera à être assurée par le recours à des véhicules, la réduction des impacts environnementaux des transports repose aussi en grande partie sur la levée de verrous technologiques qui permettra de généraliser les véhicules de transport, individuels et collectifs et utilitaires, peu émetteurs de gaz à effet de serre (par exemple, les cibles visées dans le domaine des véhicules particuliers sont des automobiles fortement hybridées consommant moins de 2l/100 km de carburant fossile et les véhicules électriques). Ce développement se fera à travers des efforts de recherche prioritairement focalisés sur les groupes motopropulseurs à très haut rendement énergétique et faibles émissions de polluants, les systèmes de dépollution, l'utilisation de carburants moins émetteurs de gaz à effet de serre que le pétrole (dont les biocarburants) et des approches plus globales comme la réduction de la masse des véhicules par usage de matériaux légers et développement de solutions de sécurité active et la gestion énergétique optimisée et adaptative à l'environnement (véhicules communicants). Les travaux sur les batteries, les infrastructures de recharge, les piles à combustible et le stockage à bord de l'hydrogène, l'électronique de puissance basse consommation et les machines électriques à haut rendement sont traitées dans le défi « Une énergie propre, sûre et efficace », paragraphe 3.2, en tenant compte des cahiers des charges spécifiques aux applications transport.

### 3.6.4 Challenges

Deux challenges seront initiés (sous réserve d'accord avec les partenaires) dans le cadre de ce défi. Ils feront l'objet de procédures d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels sur le site de l'ANR.

**Challenge - Sharing energy in the city in 2030** en partenariat avec EDF R&D (sous réserve d'accord). Il s'agit d'un challenge international alliant création artistique, design et recherche scientifique. Les innovations proposées seront évaluées autour de deux concepts : la valeur d'échange de l'énergie et l'amélioration du « vivre mieux collectif ».

**Challenge VIVIANES** (Véhicules Intelligents en Ville - Autonomie de Navigation Et Sécurité). Ce challenge, lancé en partenariat avec l'IEED VEDECOM, l'IGN et la DGA, vise encourager le développement de solutions à faible coût qui seront évaluées et comparées au court d'épreuves ambitieuses.

## 3.7 Société de l'information et de la communication

Les nouvelles technologies de l'information et des communications impactent en profondeur notre société. L'information, les services et les applications sont disponibles partout et à tout moment. Les nouveaux usages, l'avalanche de données modifient profondément notre vie et nos comportements.



Le numérique est porteur d'excellence scientifique et technique mais il représente également un triple enjeu sociétal : économique tout d'abord car il est un segment majeur de la croissance européenne (5,9 % du PIB), de souveraineté nationale car les données vont représenter la puissance politique du futur, et de société car le numérique est de plus en plus utilisé comme vecteur social et culturel.

Le défi « Société de l'information et de la communication » s'inscrit dans une double priorité : penser le numérique au service de la société et concevoir et développer le numérique de demain via l'évolution de concepts, de méthodes et d'outils. Les grands axes prioritaires pour 2014 sont la formation ; le traitement des données massives ; la transformation des données en connaissances ; l'aide à la prise de décision ; le calcul à haute performance, et la simulation numérique ; les interactions des mondes physiques, de l'humain et du monde numérique ; la sécurité de la société numérique.

Le défi s'adresse à l'ensemble de la chaîne de l'innovation, depuis la recherche la plus fondamentale jusqu'à la conception et le développement d'outils et méthodes préindustriels.

Les programmes ANR thématiques (CONTINT, MN, INFRA, INS, P2N, APPRENTISSAGES) et blancs (SIMI1, 2, 3, 4 et 10 ; SHS1, 2, 3) de la programmation 2011-2013 sont couverts par ce défi.

### 3.7.1 Société numérique

On considère ici le numérique au service de la société. Des projets multidisciplinaires relevant de plusieurs défis sont attendus, notamment avec le défi « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives ».

Le numérique prend une place de plus en plus prépondérante dans la vie quotidienne, investissant à la fois les sphères privée, professionnelle, intime et sociale. Dans cette perspective, cinq domaines applicatifs peuvent être considérés comme prioritaires : (1) santé, longévité et autonomie, (2) villes intelligentes, mobilité et transports, (3) énergie et réseaux intelligents, (4) intégration et liens sociaux, en particulier au sein de la sphère professionnelle, (5) sécurité globale. Ces interactions du numérique avec les domaines applicatifs sont abordés dans les défis « Gestion sobre des ressources et adaptations aux changements climatiques », « Une énergie propre, sûre et efficace », « Stimuler le renouveau industriel », « Santé et bien-être », « Mobilité et systèmes urbains durables » et « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives » et « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents ».

#### 3.7.1.1 Axe : Formation et éducation

Les outils numériques bouleversent les bases de la formation, à savoir le texte de référence et l'enseignant détenteur du savoir. Les contenus textuels s'enrichissent, deviennent multimédia, et sont accessibles à tout moment, par tous, en tout lieu, intégrant des enjeux culturels et économiques de maîtrise des contenus. De nouvelles modalités faisant intervenir le réel et le virtuel facilitent et personnalisent l'accès à la connaissance en utilisant des simulations ou des approches ludiques (jeux sérieux), avec remise en question du rôle de l'enseignant. Les recherches dans ce domaine généreront une approche radicalement nouvelle de la transmission des savoirs et des pratiques. Elles permettront également une adaptation fine aux besoins de la société, des entreprises, aux individus, à leurs centres d'intérêts, à leurs capacités cognitives et sensori-motrices.

Les enjeux en formation sont de quatre ordres : technologique (développement et déploiement de plateformes, gestion de contenus, interfaces multimodales), méthodologique (ingénierie pédagogique, conception de contenus, évaluation des acquis), économique (coût, retour sur investissement), et sociétal (droit d'accès au savoir, valorisation individuelle, veille scientifique et technique). Le défi soutiendra les projets abordant un ou plusieurs de ces enjeux. Un accent sera porté sur la formation au numérique et à l'informatique en particulier, dès le plus jeune âge, et le développement d'une culture numérique chez les enseignants. L'ingénierie pédagogique comme méthode intégrative de compétences interdisciplinaires (y compris les sciences cognitives et les sciences humaines et sociales) pour inventer et évaluer de nouvelles formes d'acquisition du savoir devra être au centre de l'e-éducation. Les projets fédérateurs et structurants autour des MOOCs (Massive Open Online Courses) seront encouragés à condition toutefois de comporter une dimension évaluative longitudinale permettant de comprendre avec précision l'effet éventuel de ces dispositifs sur les processus éducatifs.

Cet axe est complémentaire de l'axe « Éducation et apprentissages » du défi « Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives ». Des projets pluridisciplinaires relevant des deux axes sont fortement encouragés.

### 3.7.1.2 Axe : *Études numériques et technologies de l'intellect*

Cet axe concerne l'impact du numérique sur les savoirs, leur création, leur sauvegarde et leur transmission. Les technologies du numérique ont créé un nouveau « milieu mnémotechnique », au sens de milieu de rétention de la mémoire collective. Or, un savoir est une mémoire collective structurée par des modèles conceptuels mis en œuvre par ceux qui partagent ce savoir (et qui constituent en cela des communautés de pairs), et ce savoir est nécessairement influencé par le milieu mnémotechnique qui impose des contraintes et rend possible une forme de contrôle. L'omniprésence du numérique engendre donc une transformation de toutes formes de savoir. Cette *épistémè* numérique doit être analysée pour elle-même à travers des études intrinsèquement transdisciplinaires.

Les humanités numériques (*digital humanities*) ont déjà engagé dans ce champ des réflexions qu'il faut inscrire dans le champ plus large d'études numériques (*digital studies*) fondées sur une coopération étroite entre les sciences formelles, les sciences de l'homme et de la société et les sciences et technologies du numérique. L'*épistémè* numérique conduit à reformuler dans tout le champ académique et scientifique les questions fondamentales de la classification, de la catégorisation, de l'indexation, de la terminologie, des ontologies et des syntaxes. Elle nécessite en cela une thématisation explicite des rapports entre délégation à des traitements automatiques et interprétation : le traitement algorithmique des données scientifiques est une forme de catégorisation automatisée.

Le défi sollicite des études qui contribueront à constituer un milieu de recherche épistémologique transdisciplinaire autour des questions soulevées par les effets du milieu mnémotechnique numérique sur les conditions et la nature de la recherche scientifique elle-même (questions épistémologiques soulevées par la Big Science et le « tournant computationnel »). Ces études pourront être mises à profit pour faciliter les développements de technologies intellectuelles numériques et collaboratives dédiées au monde académique et scientifique.

Cet axe est complémentaire de l'axe « Cultures et patrimoines » du défi « Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives ».

### **3.7.1.3 Axe : Le numérique au service des arts, du patrimoine, des industries culturelles et éditoriales**

A l'instar des savoirs théoriques et pratiques, les objets d'art, de culture et de loisirs sont revisités par de nouvelles pratiques culturelles dont les contenus numériques, multimédias et multilingues, constituent le centre de gravité. Ces pratiques favorisent l'émergence de nouvelles dimensions créatives, de nouvelles formes d'expression, de narration, d'écritures multimédias, transmédias, s'appuyant sur la co-création et le partage, et sur des dispositifs nomades ou immersifs.

De même, la mobilisation de la recherche doit être prioritaire pour opérer la transformation de la chaîne éditoriale et répondre aux nouveaux modes d'écriture, de production, de publication, de diffusion, d'édition contributive, d'enrichissement et de consommation des contenus numériques liés aux industries culturelles et éditoriales, avec les problématiques associées de droits d'usage et d'exploitation.

Cet axe est complémentaire de l'axe « Cultures et patrimoines » du défi « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives ». Des projets pluridisciplinaires relevant des deux défis sont éligibles.

## **3.7.2 Sciences et technologies numériques**

### **3.7.2.1 Axe : Fondements du numérique**

Le défi sollicite des recherches fondamentales visant l'excellence et la rupture dans les domaines de l'informatique, des sciences et ingénierie des systèmes et des communications et des mathématiques.

L'informatique inclut les systèmes de traitement de l'information au sens le plus large, l'ensemble des recherches concernant les processeurs, les machines et les réseaux pour traiter ces informations, le calcul scientifique, les systèmes "intelligents" capables d'aider à la prise de décision et d'interagir avec les humains ou avec d'autres systèmes, voire de remplacer les humains dans certaines tâches. Ces systèmes se situent à différentes échelles : les circuits, les systèmes embarqués, les ordinateurs, les "clusters", les réseaux de telles machines, Internet, etc.

Les sciences et ingénierie des systèmes et des communications inclut toutes les recherches fondamentales allant de l'électronique aux systèmes en passant par la photonique, les nanosciences, l'automatique, les communications, la productique, la robotique, le traitement du signal et des contenus numériques (optique, infrarouge, électromagnétique, acoustique, image, vidéo,...). Ce domaine s'appuie sur : la modélisation et l'analyse ; la chaîne de l'information (capteur-acquisition-conditionnement) ; les nouveaux capteurs et actionneurs (en particulier aux échelles micro et nano) ; le traitement de l'information ; la restitution de l'information. Enfin, ces dispositifs doivent permettre de construire des réseaux, que ce soit pour communiquer, pour interconnecter des capteurs/actionneurs ou pour faire communiquer des robots tout en incluant l'homme dans ces interactions. Les grands enjeux sont liés à l'hétérogénéité (modèles et données), le passage aux échelles, la consommation énergétique, le diagnostic, les aspects distribués et adaptatifs des dispositifs, la résilience des dispositifs, etc.

L'outil mathématique est absolument fondamental pour la conception des systèmes de traitement de l'information et de la communication. Les domaines concernés sont l'analyse numérique, les systèmes dynamiques, les probabilités et les statistiques, la théorie du contrôle et l'optimisation mais

aussi la logique, l'algèbre, la géométrie. Ce défi est largement ouvert aux recherches fondamentales dans les domaines des mathématiques dont l'application directe dans le domaine du numérique n'est pas encore démontrée.

### *3.7.2.2 Axe : Sciences et technologies logicielles*

Les technologies logicielles offrent des outils aussi bien pour créer les nouvelles technologies de l'enseignement virtuel que pour fiabiliser et sécuriser la chaîne du numérique. Elles s'embarquent dans les équipements de calcul et de contrôle, structurent les algorithmes de traitement de données, donnent l'intelligence aux outils d'interface avec le monde physique et l'humain. Elles fournissent les éléments pour coder les informations à transmettre et les architectures nécessaires à l'utilisation des composants électroniques. Qu'il soit visible ou enfoui et caché, le logiciel est présent dans l'ensemble des éléments de notre société. Il accompagne partout l'individu dans ses actions, échanges, recherches et transactions, et conduit ses machines.

Le défi soutient les recherches sur les langages de programmation et de spécification à divers niveaux d'abstraction ; styles et techniques d'architecture et de codage ; compilation optimisée des programmes entre langages de niveaux d'abstraction décroissants, jusqu'aux langages internes des machines séquentielles ou parallèles ; infrastructure logicielle d'exécution sur des matériels embarqués, des machines et des équipements dédiés réels ou virtuels ; support de débogage par analyse et visualisation de l'exécution ; outils d'analyse automatique de vérification de la sûreté des programmes (absence de bugs) et de leur sécurité (restriction d'accès, résistance aux intrusions).

### *3.7.2.3 Axe : Sécurité de la société numérique*

Les enjeux stratégiques de la sécurité numérique sont liés aux considérations sociales, sociétales et économiques représentatives de nos sociétés dans leur migration vers une dématérialisation de plus en plus poussée de leurs activités. Cette évolution s'effectue dans un environnement dans lequel la sécurité est essentielle pour le fonctionnement d'infrastructures numériques vitales pour la société, la protection des systèmes d'informations de plus en plus ouverts, le renforcement de la confiance des différents utilisateurs dans les systèmes mis à leur disposition notamment avec la globalisation de terminaux mobiles, la dématérialisation croissante des échanges et des contenus culturels, le développement des réseaux sociaux et enfin le développement de l'informatique dans le nuage (cloud computing). Il en résulte un certain nombre de priorités majeures et de défis scientifiques : protection des infrastructures critiques, cyber-sécurité et stratégies associées, sécurité du Cloud ; sécurité des données externalisées, sécurité des contenus culturels, protection de la vie privée, sécurité des systèmes d'identification, sécurité des composants et circuits, vérification et résilience des systèmes à logiciels prépondérants, cryptographie.

Cette thématique est également en lien avec le défi « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents » qui aborde la question de la sécurité dans sa dimension intégrative et appliquée à des enjeux de société paragraphe 3.9.

### 3.7.2.4 *Axe : Interactions des mondes physiques, de l'humain et du monde numérique*

Au cœur d'une mutation interactionnelle, l'homme doit appréhender un rapport amplifié aux mondes physique et numérique, « captés » par des objets en réseau, intelligents et communicants qui permettent aussi d'agir.

Améliorer l'interaction avec le monde numérique, concevoir de nouveaux objets et services interactifs, créer de meilleurs outils de développement de ces systèmes sont des enjeux majeurs qui nécessitent d'intégrer l'utilisateur dès la phase de conception et de prendre en compte la dimension pluridisciplinaire de l'Interaction Homme-Machine dans toute la filière de création des futurs produits numériques : recherche, formation, production. C'est au prix de ce défi, alliant science, technologie et design, que les avancées de la recherche auront un impact fort : interfaces multimodales mêlant geste, parole, capture du contexte et de l'état psycho-physiologique de l'utilisateur ; hybridation entre le monde réel et le monde numérique brouillant les frontières entre objets physiques et virtuels ; services collaboratifs permettant de capitaliser l'intelligence collective ; robotique professionnelle et de compagnie au service d'un nombre croissant de tâches quotidiennes.

Ces développements devront à leur tour reposer sur une approche centrée utilisateur, sur un accès de plus en plus ouvert aux données (Open Data) et aux données massives, sur une interopérabilité croissante des infrastructures numériques, et sur la prise en compte des questions de sécurité et de vie privée du point de vue des utilisateurs. La nature et l'impact social de la forte pression pour des « données ouvertes » devront être investigués, en lien notamment avec la revendication générale du « droit à l'information ».

À travers les recherches sur les interfaces, cet axe traite également de l'interaction dans sa relation avec le domaine de la création des contenus, de leur indexation et de leur accès, sans oublier les dimensions multilingue et cross-lingue. Il convient de concevoir les solutions technologiques adaptées aux nouveaux moyens de consommation des contenus en termes de mobilité, d'usages multi-écrans, d'interactivité, mais aussi aux nouvelles exigences en termes d'accès à l'information, de pertinence, de requêtes, de visualisation adaptative, de découverte dynamique de connaissances.

Cet axe traite ainsi des problématiques d'agrégation de contenus et de connaissances, d'annotation, d'indexation profonde, d'analyse et de traitement sémantiques, de modélisation et représentation de connaissances.

### 3.7.2.5 *Axe : Données massives, connaissances, décision, calcul haute performance et simulation numérique*

Dans de très nombreux domaines scientifiques (génomique, environnement, climat, physique des plasmas, sciences de l'univers, agrosociétés, matériaux, sociologie,...), technologies et socio-économiques (*smart grid*, nucléaire, aéronautique, industries pétrolières, pharmaceutiques, manufacturières, du numérique, de services, ...) l'exploitation des grands volumes de données maintenant disponibles et l'utilisation des capacités de calcul HPC ont produit une *révolution des données*. Sur cet axe, il est attendu des propositions pluridisciplinaires (impliquant informaticien, analyste, data scientist, mathématicien, statisticien,...) l'émergence d'une communauté interdisciplinaire autour de la science des données. Il est en forte interaction avec l'ensemble des neuf autres défis.

Pour saisir ces opportunités considérables de croissance et de créations d'emploi, le défi s'attache à relever les verrous suivants :

- Capacité à déployer des chaînes de valorisation de la donnée de bout en bout : collecte et intégration de données multi-sources et incomplètes ; automatisation de l'extraction des connaissances, des référentiels et des ontologies de domaines, interprétation sémantique des données non-structurées ; sécurité des infrastructures matérielles et logicielles, protection de la vie privée et confiance de l'utilisateur.
- Capacité à inter-opérer les domaines (données, extraction des connaissances, aide à la décision, calcul intensif et simulation) : développement d'infrastructures de calcul haute performance et de stockage massif en nuage permettant le passage à l'échelle ; déploiement à grande échelle des outils d'analyse de données (data mining, text mining, visualisation) ; pilotage des systèmes complexes ; couplage des approches par données (Big Data) et par modèles physiques (simulation) ; proposition de plateformes pour l'expérimentation et les tests, accessibles aux équipes de recherche et aux entreprises.
- Calcul intensif : développement de solutions logicielles et matérielles, en synergie avec les domaines applicatifs (co-design), afin de concilier parallélisme massif, hiérarchique et hétérogène (capacité de calcul et réseau, accès mémoire), efficacité énergétique et tolérance aux fautes. Les méthodes de modélisation et de simulation numériques pour un passage à l'échelle des algorithmes et des applications doivent être repensées. Les contraintes imposées par le matériel, la hiérarchie de parallélisme, la gestion des données, doivent être intégrées dès la conception de ces méthodes. Ces travaux doivent être coordonnés avec les initiatives et projets Européens, en particulier ceux adressant la plateforme technologique européenne ETP4HPC et les infrastructures de HPC PRACE.

### 3.7.2.6 *Axe : Réseaux numériques à hautes performances*

La nouvelle ère des communications, dans laquelle nous rentrons sera caractérisée par l'accélération importante du déploiement et de l'usage de services et d'applications disruptifs. Les besoins des services et applications de demain imposent une meilleure intégration des divers composants de la chaîne de valeur (objets communicants, terminaux/dispositifs personnels, réseaux à hauts débits, cloud computing, systèmes de gestion et distribution de contenu, services, etc.). Les infrastructures logicielles et matérielles pour les réseaux et les systèmes du futur devront permettre à des milliards de dispositifs de communiquer et de partager des capacités de calcul et de stockage. Les technologies et les architectures de réseaux devront évoluer, non seulement en termes de capacité mais également en termes de fonctionnalités pour supporter les nouveaux services et applications. Il en résulte un certain nombre de défis scientifiques à lever :

- Augmentation de la capacité dans les réseaux dans un contexte de mobilité généralisé dans le réseau d'accès
- Futures architectures de réseaux et de services flexibles, efficaces et fiables
- Nouveaux objets connectés et intelligents
- Sécurité des réseaux et des services
- Intégration système et déploiement
- Nouveaux modèles économiques
- Gouvernance, régulation, gestion de la neutralité et la normalisation
- Maîtrise de la consommation d'énergie et du contrôle des radiations

### 3.7.2.7 Axe: Sciences et technologies des composants nanoélectroniques et nanophotoniques

La stratégie nationale s'appuie sur une recherche amont qui permet les ruptures technologiques, une recherche technologique qui doit inclure un fort volet sur la simulation et le design, des capacités technologiques au meilleur niveau mondial et une amplification du transfert technologique au travers de projets de recherche intégrative. Pour assurer une chaîne performante de développement, les plateformes amont doivent permettre la réalisation de projets académiques innovants provenant des laboratoires ; les plateformes technologiques d'intégration doivent pouvoir fournir des démonstrateurs technologiques et répondre aux besoins des industriels et plus particulièrement les TPE et PME.

Le défi soutiendra les recherches de base en nanotechnologies (nanoélectronique, nanophotonique, spintronique, ingénierie quantique), les recherches sur les composants issus de la micro et nanoélectronique (miniaturisation, basse consommation, mémoire, matériau de substitution aux matériaux rares...) avec une priorité sur les solutions permettant la réalisation de circuits électroniques performants et à basse consommation, répondant à l'objectif sociétal green IT, comme la filière FDSOI, les nouveaux composants (transistors, mémoires, lasers,...) à base de nouveaux matériaux (III-V, graphène, oxydes métalliques...), les composants et systèmes concernant la nanophotonique, l'opto-électronique, l'intégration hétérogène permettant le développement de composants spécifiques et capteurs intégrés aux fonctionnalités multiples (incluant leur potentiel pour l'environnement et de détection en biologie/santé), la conception de dispositifs en rupture, les capteurs dont les imageurs, combinant nanoélectronique et nanophotonique, et les actionneurs, à la base des interfaces avec le monde réel et la personne. Ces priorités s'articuleront sur les briques critiques que représentent : l'intégration hétérogène 3D, le co-design, la caractérisation, la modélisation et le test.

### 3.7.3 Challenges

Deux challenges seront initiés, sous réserve d'accord avec les partenaires, dans le cadre de ce défi. Ils feront l'objet de procédures d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels sur le site de l'ANR.

**Challenge VIVIANES** (Véhicules Intelligents en Ville - Autonomie de Navigation Et Sécurité) en partenariat avec l'IEED VEDECOM et la DGA (sous réserve d'accord) : au-delà de l'aide à la conduite, les fonctions de navigation autonome apparaissent comme une évolution naturelle des véhicules automobiles dans les infrastructures urbaines du futur. Le challenge VIVIANES vise à encourager le développement de solution à faible coût qui seront évaluées et comparées au cours d'épreuves ambitieuses.

**Challenge ARGOS** (Autonomous Robots for Gas and Oil Sites) en partenariat avec le groupe Total (sous réserve d'accord) : de nombreux sites industriels situés dans des environnements difficiles ou dangereux fonctionnent de façon très automatisée. Cependant, des activités de routine (surveillance) ou très dangereuses (intervention en cas d'incident) restent effectuées par des personnes. Le challenge ARGOS est ouvert à l'international, et les épreuves sont construites autour des problématiques de production à terre et offshore.



### 3.7.4 Actions internationales

Des partenariats bilatéraux sont envisagés dans le cadre de ce défi. Il est nécessaire de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux.

Par ailleurs, plusieurs actions européennes et internationales sont prévues sous la forme d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux sur le site de l'agence.

## 3.8 Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives

Les Sciences Humaines et Sociales (SHS), qui couvrent le vaste champ de l'action humaine, sont, en interaction avec d'autres sciences, des contributrices majeures aux analyses complexes des enjeux sociétaux, et à l'origine de questionnements critiques neufs, tant sur les sociétés elles-mêmes, dans leurs différentes dimensions, que sur les rapports des individus aux évolutions de ces sociétés. L'extrême diversité et pluralité des SHS permettent de les mobiliser dans leur ensemble au sein du défi « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives ».

La recherche en SHS dans ce défi doit s'appuyer sur un socle disciplinaire fort, condition de la constitution d'une interdisciplinarité productive tant à l'intérieur des disciplines constitutives des SHS qu'en symbiose avec d'autres disciplines. L'élaboration de réseaux de coopération durables, disciplinaires et interdisciplinaires, nationaux et internationaux, est également un enjeu important de structuration du champ pour répondre à ce défi.

Sont donc éligibles tous les projets, mono-disciplinaires ou pluri-disciplinaires, fondamentaux ou plus finalisés (notamment en appui à des demandes formulées par les partenaires institutionnels ou sociaux).

En cohérence avec les orientations des agendas stratégiques *Horizon 2020* et *France Europe 2020*, et en articulation fine et étroite avec les propositions de l'Alliance ATHENA (*Contribution Horizon 2020. Sciences humaines et sociales* et *Programmation ANR 2014. Propositions*), le plan d'action 2014 de l'ANR pour ce défi établit quatre priorités scientifiques.

D'autre part, plusieurs défis sociétaux du Plan d'action 2014 couvrent d'autres objets et voies de recherches nécessitant des recherches en SHS, tout particulièrement au sein des défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique », « Stimuler le renouveau industriel », « Santé et bien-être », « Mobilités et systèmes urbains durables » et « Sociétés de l'information et de la communication ».

Les champs disciplinaires de ce défi correspondent à ceux des anciens programmes Blanc et Jeunes Chercheurs, Jeunes Chercheuses (JCJC) des Comités d'Évaluation SHS 1, 2 et 3. Il reprend également des thématiques soutenues dans le cadre des programmes thématiques « Sociétés innovantes », « Métamorphose des cultures » et « Apprentissages » du cycle 2011-2013.

### 3.8.1 Axe : Innovations

La question des évolutions socio-culturelles, des mutations politiques et des innovations technologiques est centrale pour imaginer et construire une société dans laquelle tous les individus se sentent intégrés. Les innovations entraînent des changements profonds dans les manières de produire les objets, de structurer les univers professionnels, d'organiser les espaces et les habitats, d'acquérir des connaissances et de gouverner les institutions et les entreprises. En outre, elles modifient les pratiques de consommation, mais plus largement encore les rapports que les individus ont face au temps, aux choses, à autrui, à leur propre corps, aux institutions (État, justice, école...).

Les innovations sont un enjeu fondamental pour nos sociétés dans la mesure où se pose désormais un certain nombre de questions tenant à la mondialisation et aux interdépendances complexes, notamment l'apparition de risques globaux (environnementaux, sanitaires, économiques), la limitation des ressources naturelles et la baisse de biodiversité. Le vieillissement des populations, l'évolution démographique des villes (décroissance pour certaines agglomérations, croissance galopante pour d'autres), le développement des séparatismes nationaux, culturels, socio-économiques, et la concurrence des pays émergents dans la compétition internationale imposent aussi de penser des innovations.

La recherche en ce domaine est au croisement des approches des Sciences Humaines et Sociales et des problématiques soulevées par les autres disciplines scientifiques. La combinaison des perspectives mises en œuvre par l'économie, le droit, la psychologie, la sociologie, l'architecture, l'urbanisme, la géographie, les sciences politiques, la philosophie, l'histoire des techniques, des arts et des processus créatifs, aidera à mieux saisir et analyser les adaptations et les changements auxquels les individus et les organisations sont confrontés.

S'agissant du processus général de l'innovation, il conviendra également d'étudier ses pré-conditions sociales (« société de la confiance ») : on s'intéressera, à ce titre, aux représentations et aux comportements typiques de l'hyper-aversion aux risques et aux diverses interprétations données, dans ce contexte, au principe de précaution.

Les inégalités et l'exclusion (qu'elles soient sociales, économiques, culturelles, générationnelles ou territoriales) face aux processus d'innovation appellent de nouvelles recherches. La représentation des changements et les modalités de leur adhésion ou de leur rejet doivent faire l'objet d'études mobilisant la psychologie, la sociologie, l'anthropologie, le droit ou encore l'économie. Ces études gagneront à s'appuyer sur les grandes infrastructures de données en sciences sociales, du type ESS (*European Social Survey*) ou SHARE (*Survey on Health, Ageing and Retirement in Europe*), et imposent de procéder à des analyses théoriques et d'élaborer des référentiels conceptuels nouveaux.

Avec l'émergence de la société de l'information et de la connaissance, et par conséquent avec l'accélération des vitesses de circulation des informations, l'augmentation des capacités de stockage et de traitement, et la multiplication des réseaux, les rapports au temps et à l'espace sont modifiés et, les pratiques quotidiennes ainsi que les processus décisionnels dès lors profondément bouleversés. De tels constats sont en résonance avec les questionnements soulevés dans le défi « Société de l'information et de la communication ».

Parmi les questions aiguës que posent les évolutions socio-économiques et les innovations technologiques, figurent celles du développement des villes et celles de l'évolution du travail. Les premières nécessitent des collaborations avec le défi « Mobilité et systèmes urbains durables », les secondes avec les défis « Stimuler le renouveau industriel » et « Santé et bien-être ».

La recherche sur les innovations doit aussi être nécessairement placée au croisement de plusieurs champs (STIC, nanotechnologies, santé, énergie, environnement, productions industrielle et agricole, matériaux) et dans une perspective interdisciplinaire systématique. C'est pourquoi des projets pluridisciplinaires et partenariaux public-privé sont vivement souhaités.

### Transversalités

Plusieurs thèmes de cette priorité scientifique « Innovations » sont transversaux à d'autres défis et appellent des collaborations fortes, voire des programmations communes, notamment :

- **évolutions démographiques et structurelles de la population**, avec les défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique » et « Santé et bien-être » ;
- **développement des risques environnementaux, sanitaires et sociaux**, avec les défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique », « Stimuler le renouveau industriel » et « Santé et bien-être » ;
- **inégalités face au développement durable** avec les défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique », « Santé et bien-être » et « Mobilités et systèmes urbains durables » ;
- **mutations des formes de travail et des univers professionnels**, avec les défis », « Stimuler le renouveau industriel » et « Santé et bien-être » ;
- **transformation des villes et innovations dans l'habitat**, avec le défi « Mobilités et systèmes urbains durables » ;
- **multiplication des communications et augmentation des informations**, avec le défi « Société de l'information et de la communication ».

### 3.8.2 Axe : Dimensions sociales du tournant numérique

Cet axe vise particulièrement à susciter des contributions émanant des SHS à l'étude des formes contemporaines de la société numérique. La diffusion des TIC doit en effet aussi être étudiée en lien avec l'organisation des activités économiques, des pratiques informationnelles ou politiques, des échanges culturels, des processus d'apprentissage ou encore des formes de communication. Il s'agira donc de s'interroger sur les évolutions auxquelles les TIC sont associées (innovations, consolidation des rapports de force traditionnels, déplacement des lieux de décision, transformation des territoires, évolution de l'humain, etc.). Pourront être notamment abordées les questions suivantes :

- Evolution des modèles d'organisation des activités en lien avec la dynamique et la reconfiguration des territoires d'appartenance, de vie et de travail ;
- Transformations des sociabilités, des mobilités et des modes d'habiter, qu'il s'agisse des lieux publics (gares, cafés, transports en commun,...) de l'espace privé ;
- Nature des compétences et des pratiques (institutionnelles, économiques, cognitives,...) requises ou entraînées par l'introduction des TIC ;
- Impact des outils numériques sur le développement cognitif, sur l'émergence et le développement de la communication langagière écrite et sur les formes de communications individuelles et collectives ;
- Nouveaux modes de production des connaissances et de diffusion des informations.

Une quantité énorme de données numériques sont produites dans tous les domaines, et une pression se fait jour pour que l'ensemble de ces données soit « ouvertes ». Quels sont les enjeux réels de cet appel à l'ouverture et que nous apprend ce mouvement sur les traits caractéristiques des

sociétés contemporaines ? Peut-on identifier des invariants dans la manière dont ces processus se mettent en place ? Quelles formes de médiations (ou de remédiation) émergent-elles dans l'espace public sous la pression de cet impératif d'ouverture ?

Au-delà des questions techniques de stockage, se posent également avec acuité les questions du « droit à l'information » et de l'organisation de la libre circulation des savoirs dans un monde réticulé où les connaissances, produites par une diversité d'acteurs, sont stockées en réseau et peuvent être mobilisées à tout moment.

### 3.8.3 Axe : Éducation et apprentissages

L'existence et l'efficacité des apprentissages tout au long de la vie sont la condition essentielle d'une société innovante et adaptative, et l'un des facteurs de l'intégration de chacun dans la société.

De nouvelles méthodes et des outils éducatifs plus efficaces doivent être développés pour contribuer à une meilleure acquisition des compétences fondamentales (lire, écrire, compter), à la maîtrise des langues étrangères ou des concepts et des outils numériques. Si la littérature scientifique sur les mécanismes des apprentissages a connu un développement important s'ouvrant vers des applications dans le domaine didactique, cette possibilité d'une interaction directe entre sciences de l'éducation et sciences cognitives reste encore en ébauche. Des projets intégrant les Sciences Humaines et Sociales peuvent constituer un cadre fort pour une telle interaction scientifique.

En outre, aujourd'hui, les déficits d'apprentissage sont mieux distingués (les différentes « dys- »), sans se limiter au seul facteur intellectuel. Là aussi, il convient que les méthodes d'enseignement s'adaptent aux processus d'acquisition des compétences, en prenant notamment en compte la pédagogie de projet qui s'exerce dans l'enseignement artistique et culturel. Les recherches ont bien mis en évidence l'effet des différents milieux socioculturels sur les chances de réussite. Les mécanismes qui sous-tendent la reproduction des inégalités peuvent être explorés encore plus précisément et plus finement au niveau cognitif et institutionnel. Il convient également de développer les recherches comparatives sur les transformations des systèmes éducatifs.

Le décrochage scolaire constitue une des questions majeures du défi « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives ». Il est important de mener des recherches ambitieuses et innovantes, notamment en sociologie, psychologie, socio-économie, sociolinguistique, afin de comprendre et d'analyser ses causes et ses effets, et de pouvoir élaborer des leviers de politique de prévention, d'intervention et de compensation efficaces. Plus généralement, le domaine des apprentissages nécessite de développer des recherches à large échelle et visant des dispositifs destinés à être rapidement opérationnels. Il nécessite également d'identifier les leviers d'une politique éducative plus juste et plus efficace.

Cependant les apprentissages ne concernent pas seulement le milieu scolaire. L'allongement de la durée de vie comme la mobilité sociale et professionnelle rendent nécessaire le développement de recherches sur les apprentissages tout au long de la vie. Celles-ci peuvent porter sur les capacités des adultes, plus ou moins âgés, et sur les contextes qui permettent l'acquisition de savoir-faire et de nouvelles connaissances. C'est un défi majeur pour nos sociétés, en particulier en ce qui concerne les apprentissages professionnels.

L'ouverture aux nouvelles technologies de l'information et de la communication est clairement engagée dans ce défi ; elles changent radicalement l'exercice même de la transmission des savoirs et des connaissances. L'utilisation de nouveaux outils pédagogiques et technologiques pour soutenir les apprentissages est un domaine en développement, dont l'intérêt et l'utilité dépendront de leur

adaptation aux programmes d'enseignement et aux apprenants. Des recherches sur les fondements biologiques et cognitifs des apprentissages sont également à développer.

### **Transversalités**

Plusieurs thèmes de cette priorité scientifique « Éducation et apprentissages » sont transversaux à d'autres défis et appellent des collaborations fortes, voire des programmations communes, notamment :

- **évolution de l'enfant et apprentissage**, avec le défi « Santé et bien-être » ;
- **apprentissage tout au long de la vie et mobilité professionnelle**, avec l'axe « Travail » du défi « Stimuler le renouveau industriel », et avec le défi « Santé et bien-être » ;
- **formation et appropriation des nouvelles TIC, transmissions des savoirs et des connaissances**, avec l'axe « Outils pour l'éducation et la formation » du défi « Société de l'information et de la communication ».

#### **3.8.4 Axe : Création, cultures et patrimoines**

L'étude des cultures et des patrimoines est essentielle pour comprendre la construction de nos sociétés, la diversité de celles-ci et les transformations de leurs pratiques culturelles, économiques, politiques. Elle l'est aussi pour favoriser une meilleure intégration de leurs citoyens. Par ses objets, cette recherche est pluridisciplinaire : à la confluence de toutes les sciences humaines et sociales, elle embrasse une multiplicité d'approches archéologiques, historiques, architecturales, artistiques, géographiques, ethnographiques, juridiques, économiques, anthropologiques ou sociologiques.

En soustrayant certains objets de la sphère utilitaire pour leur réserver un traitement spécifique, notamment celui de les transmettre de génération en génération, toute société humaine se constitue un patrimoine culturel et mémoriel, sans cesse enrichi et recomposé, qui assure le lien entre le passé et l'avenir.

L'étude et la comparaison des cultures anciennes et contemporaines, des littératures et des langages, des croyances et des religions, des institutions, permettent de mieux comprendre les phénomènes d'adaptation et d'innovation dans les sociétés d'hier et d'aujourd'hui. Les transferts culturels, leurs acteurs (savants, artistes, professionnels, traducteurs, mécènes) et leurs relais (structures institutionnelles ou non), les métamorphoses des œuvres et des concepts, appellent aussi des recherches pluridisciplinaires et internationales.

Les travaux sur les conditions et les processus de la création artistique et littéraire, sur sa réception, sa diffusion, quelles que soient les époques, sont à encourager dans des perspectives renouvelées. Ainsi en est-il des formes émergentes de création artistique qui nécessitent de nouvelles approches scientifiques. Si les données de l'étude sur les cultures et le patrimoine matériel, naturel et immatériel, peuvent encore avoir une utilité politique contemporaine, la recherche sur les patrimoines non-européens et lointains permet aussi d'intégrer le croisement d'influences réciproques et fécondes. Ce double apport du passé et de l'autre est donc indispensable pour saisir la diversité et la complexité de notre monde et des questionnements qui sont les siens.

Dès lors, des études comparatives, diachroniques et synchroniques, sont nécessaires pour mieux comprendre ce rôle central du patrimoine au cœur des mutations et des innovations des sociétés, mais aussi pour appréhender les phénomènes de transformation d'usages des patrimoines, voire de dépatrimonialisation, et leur transmission, sous toutes leurs formes. La relation au patrimoine ou le patrimoine comme relation, l'évolution comparée de la notion de patrimoine dans les différents pays européens et extra-européens, son traitement juridique contemporain, sont autant d'autres objets d'études.

Le patrimoine est aussi mémoire collective, voire sociale. Son appropriation, née de la sensibilisation, de l'éducation à la multitude de ses formes est un facteur d'intégration et de restructuration du tissu social. Les modalités de constitution de cette mémoire tout comme celles de son appropriation, nécessitent des recherches pluridisciplinaires en résonance avec la priorité scientifique « *Éducation et Apprentissages* ».

Le patrimoine n'est pas monument reliquaire de notre passé mais facteur de dynamisme territorial, de développement et de régénérescence économiques. La *Heritage Industry* est une source de revenus importants et un secteur créateur d'emplois, qui contribue également au développement du tourisme et aux innovations technologiques mises au service de la préservation et de la valorisation du patrimoine. Par ailleurs des recherches avancées en science des matériaux (naturels et synthétiques), reposant sur des démarches partenariales public-privé, en collaboration avec les équipes de sciences humaines et sociales engagées dans son étude, peuvent contribuer au renouveau industriel.

Cultures et patrimoines sont confrontés de plein fouet à l'entrée dans le domaine du numérique. Des projets peuvent impliquer la constitution, l'enrichissement, l'harmonisation, la valorisation, l'analyse de corpus ou de données (de bâtiments, d'ensembles bâtis, de paysages, de textes littéraires et historiques, d'archives, de statistiques, de documents audiovisuels entre autres). Le traitement de corpus hétérogènes est susceptible de conduire à repenser de nouveaux cadres épistémologiques. L'un des enjeux des années à venir réside dans la conception de nouveaux outils numériques de la recherche en SHS, largement tributaire de corpus et de bases de données, mais aussi, plus largement, dans la mise à disposition d'une large communauté de données brutes ou enrichies. Les limites des communautés bénéficiaires peuvent dépasser à l'occasion celles de la communauté scientifique dans son acception la plus stricte et ouvrir la voie à la « science pour tous » (*citizen science*).

Les humanités numériques (*Digital Humanities*), en particulier, constituent un secteur stratégique, porteur de riches perspectives et qui concerne de très nombreuses disciplines SHS. Ce secteur est susceptible de mobiliser l'ensemble des disciplines des SHS : de multiples communautés issues de l'intérêt pour des pratiques, des outils ou des objets transversaux divers (encodage de sources textuelles, systèmes d'information géographique – on pensera notamment aux nouvelles formes d'exposition des résultats de la recherche historique rendues possibles par les techniques de géolocalisation-, lexicométrie, numérisation du patrimoine culturel, scientifique et technique, cartographie du web, fouille de données, reconstitution 3D de monuments, archives orales, etc) ont vu le jour ces dernières années, dont la mise en réseau est encouragée par la TGIR HUMANUM. Les projets s'inscriront dans la paysage national et international défini notamment par l'ERIC DARIAH. Il est recommandé aux porteurs de garantir le libre accès aux données et publications en ligne issues des projets financés.

La création artistique dans ses différentes dimensions (par exemple, les arts et littératures numériques et hyper-médiatiques) ainsi que l'étude et la valorisation des cultures et des patrimoines passent elles aussi, de plus en plus, par l'utilisation des TIC, mettant en jeu des collaborations avec des équipes d'humanités et de sciences sociales. Pour de telles raisons, un instrument de financement pluridisciplinaire (SHS et/ou STIC et/ou matériaux) en partenariat public-privé sera aussi mis au service des porteurs de projets sur le patrimoine culturel.

### **Transversalités**

Plusieurs thèmes de cette priorité scientifique « Cultures et patrimoines » sont transversaux à d'autres défis et appellent des collaborations fortes, voire des programmations communes, notamment :

- **économie culturelle et patrimoine**, avec le défi « Stimuler le renouveau industriel » ;
- **patrimoines et sciences des matériaux**, avec le défi « Stimuler le renouveau industriel » ;
- **patrimoine et développement urbain**, avec le défi « Mobilités et systèmes urbains durables » ;

- **création artistique**, avec l'axe « Le numérique au service des arts, du patrimoine, des industries culturelles et éditoriales » du défi « Société de l'information et de la communication » ;
- **numérisation des documents, constitution de corpus, accès à la « science pour tous »**, avec l'axe « Etudes numériques et technologiques de l'intellect » et le défi « Société de l'information et de la communication ».

### 3.8.5 Axe : Droit, démocratie, gouvernance et nouveaux référentiels

Les sociétés doivent faire face à de nouveaux défis en terme de gestion des ressources, de changements environnementaux et climatiques, d'énergie, de transformations industrielles, de santé et de bien-être, de sécurité, de prise en compte des nouvelles attentes des citoyens, etc., mettant en question les modes de gouvernance et de régulation des sociétés tant au niveau national que supranational.

Ces défis, complexes et interdépendants, suscitent de nouvelles attentes des citoyens, de plus en plus soucieux de pouvoir intervenir sur des questions qui les concernent au premier chef (dans leurs cadre et mode de vie, leur univers professionnel...), et d'être en capacité d'en décider des contours politiques et culturels, juridiques et institutionnels. Ils remettent ainsi en question les modes de gouvernance et de régulation des sociétés tant au niveau local, national que supranational.

Une telle remise en cause appelle à la fois des recherches neuves et la production de nouveaux référentiels, ces derniers permettant d'une part de mieux prendre en compte les préférences individuelles, le bien-être collectif et les impacts écologiques et sociétaux et, d'autre part, de constituer des indicateurs pour la formulation et le choix des politiques publiques.

Parmi les questions pouvant être étudiées dans ce contexte, on peut citer :

- les nouvelles formes d'exercice du pouvoir et de régulation politique ;
- la pluralité des acteurs, la multiplication des instances et des échelles, les transformations des liens entre le secteur public et privé ;
- les modifications des rapports entre pouvoir économique et politique ;
- les transformations du statut du droit et des États, des processus de décision ; le passage de la notion de gouvernement à celle de gouvernance ou encore de celle de politique publique à celle d'action publique ; les transformations des modèles de régulation juridique de la *soft law* (flexibilité des dispositifs juridiques et de leurs procédures d'application : arbitrage, négociation, médiation), notamment en relation avec les intérêts des acteurs économiques ;
- la production de nouveaux référentiels qui permettraient de mieux prendre en considération les préférences individuelles, le bien-être collectif, les impacts écologiques et sociétaux et ainsi constituer des indicateurs pour la formulation et l'évaluation des choix publics.

#### Transversalités

Plusieurs thèmes de cette priorité scientifique « Gouvernance et nouveaux référentiels » sont transversaux à d'autres défis et appellent à des collaborations fortes, voire des programmations communes, notamment :

- **gouvernance et cadre de vie professionnelle** avec les défis : « Stimuler le renouveau industriel » et « Santé et bien-être » ;
- **nouvelles formes d'action publique et collective** avec les défis « Sécurité alimentaire et défi démographique », et « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents » ;



- **nouveaux référentiels théoriques et nouveaux cadres conceptuels** avec les défis « Stimuler le renouveau industriel », « Santé et bien-être », « Sécurité alimentaire et défi démographique », et « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents ».

### 3.8.6 Actions internationales

Plusieurs actions internationales sont susceptibles d'être initiées en lien avec ce défi, notamment au niveau européen. Ces actions feront l'objet d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets sur le site de l'agence.

## 3.9 Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

L'objectif de ce défi est de contribuer à apporter des solutions nouvelles à l'enjeu majeur (sociétal, économique et de souveraineté) que constitue la sécurité des citoyens et résidents français et européens, en complémentarité avec le défi « Sécurité » du futur programme européen Horizon 2020 et en cohérence avec la création d'une filière industrielle française de la sécurité, et avec les priorités nationales<sup>8</sup> et européennes<sup>9</sup>.

L'efficacité de tout système de sécurité est conditionnée par la qualité de l'interaction entre ses composantes technologique, organisationnelle et humaine. La pluridisciplinarité est donc une clé de succès de la recherche en sécurité, qui peut faire appel à des disciplines aussi variées que les Sciences Humaines et Sociales (sociologie, ethnologie, anthropologie, gestion, économie, droit, psychologie, ergonomie...), les Sciences Physiques, de la vie, de l'ingénieur, la Chimie, les Mathématiques et l'Informatique.

Ce défi vise notamment à fédérer la communauté de recherche et innovation en sécurité globale, afin d'atteindre les objectifs d'efficacité de fiabilité exigés.

En plus de viser une efficacité pratique et des impacts économiques, ce défi accorde une importance particulière au respect de l'éthique, de la liberté et de la vie privée. C'est pourquoi les problématiques (notamment juridiques et réglementaires) liées doivent être prises en compte très en amont et autant que nécessaire dans les projets. Pour atteindre ces objectifs, les recherches doivent associer des partenaires industriels, académiques ainsi que les acteurs de la sécurité, qu'ils soient privés ou publics (prescripteurs et/ou opérateurs).

Le défi est structuré en 5 axes :

- Protection des infrastructures critiques et réseaux
- Liberté et protection des citoyens et des résidents
- Résilience et gestion de crise
- Sécurité des frontières

<sup>8</sup> Cf. Livre Blanc Pour la Défense et la Sécurité Nationale, 29 avril 2013.

<sup>9</sup> Cf. Stratégie européenne de sécurité, adoptée par le Conseil européen en 2003

## - Cybersécurité

Les projets de recherche iront de l'amont (TRL 1)<sup>10</sup> vers des applications à venir (TRL jusqu'à 5). Le principal instrument de financement de l'ANR à utiliser pour ce défi est le Partenariat Public-Privé, mais d'autres instruments pourront être proposés si la nature du projet et/ou sa thématique le justifient (projet collaboratif, notamment en Sciences Humaines et Sociales ; Réseaux de recherche). De plus, une dimension de collaboration internationale est prévue, en particulier avec l'Allemagne (BMBF, cf. ci-dessous).

Les thématiques de ce défi s'inscrivent dans la continuité du programme ANR thématique 2011-2013 : Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale (CSOSG).

### 3.9.1 **Axe : Protection des infrastructures critiques et réseaux (exclu de l'appel à projets générique)**

Cette année, et dans la continuité de la coopération débutée entre l'ANR et le BMBF<sup>11</sup> en 2009, l'axe « Protection des infrastructures critiques et réseaux » sera traité en bilatéral entre la France et l'Allemagne, et fera l'objet d'un appel à projets spécifique, qui sera publié ultérieurement.

Cet axe s'intéresse à la protection des infrastructures de transport, des installations de production et des réseaux de distribution d'énergie (électricité, gaz) et d'eau. Les interdépendances entre les secteurs les plus critiques (transports, énergie, communication, eau) et avec les autres secteurs devront également être étudiées.

### 3.9.2 **Axe : Liberté et protection des citoyens et des résidents**

La protection des citoyens et des résidents recouvre la lutte contre le terrorisme (dont NRBC-E) et la grande criminalité, les problématiques liées à la « petite » criminalité et à la délinquance, mais également la gestion de la preuve (police scientifique par exemple) et la protection de primo-intervenants. Dans le cadre de cet axe, il est nécessaire d'identifier et de prévenir les risques et menaces au plus tôt, puis de gérer leurs conséquences. Cet axe prend également en compte des thèmes tels que l'amélioration de la sécurité urbaine, la prévention de la radicalisation violente des individus ou groupes d'individus (meilleure compréhension, origines, contre-mesures) et le « Privacy by design »<sup>12</sup> pour les nouvelles technologies (réseaux sociaux, compteurs intelligents, vidéoprotection, etc.) : moyens de mise en œuvre, perception, impact économique et sociétal de ce concept.

### 3.9.3 **Axe : Résilience et gestion de crise**

Cet axe s'intéresse à la gestion d'une crise, quelle que soit son origine (malveillance dont événements NRBC-E, catastrophe d'origine naturelle ou accidentelle, conséquences sécuritaires de la crise économique), donnant lieu à une catastrophe, ou une suite de catastrophes, selon les phases

---

<sup>10</sup> Echelle « Technology Readiness Level » de maturité technologique allant de 1 à 9

<sup>11</sup> Ministère Fédéral allemand de la Recherche et de l'Éducation

<sup>12</sup> Prise en compte de la vie privée dès la conception

temporelles de l'urgence opérationnelle (préparation, planification, réponse d'urgence et réparation immédiate) et de la résilience à plus long terme. Cet axe prend notamment en compte des thèmes tels que la gestion de crise par une approche de type « bassin de risques », la protection des populations et l'amélioration de la résilience de la Nation à tous ses niveaux (matériel, organisationnel, humain et sociétal).

L'étude des DOM-COM (soumis plus régulièrement à certains types de crises comme les catastrophes naturelles) peut être envisagée, pour développer et valider des solutions utilisables dans d'autres contextes.

### 3.9.4 Axe : Sécurité des frontières

Cet axe concerne la sécurité des frontières maritimes, terrestres et aériennes, ainsi que la gestion de la sécurité des flux humains, matériels et immatériels et des interconnexions. Des thèmes tels que la lutte contre les trafics et autres activités illégales liées à la notion de frontière peuvent être traités dans le cadre de cet axe.

### 3.9.5 Axe : Cybersécurité

La montée en puissance des infractions et attaques contre les systèmes d'information et de communication, ou utilisant ceux-ci afin de créer ou de démultiplier des activités criminelles plus traditionnelles, constitue une menace de première importance pour les institutions et autorités européennes et nationales, les opérateurs d'infrastructures et de réseaux mais également pour le citoyen. Ainsi, les projets doivent permettre d'évaluer les menaces cybercriminelles et d'analyser leurs impacts (macro-économiques ou autres). Ils doivent également traiter des méthodes, moyens et outils permettant de lutter contre les activités cybercriminelles visant les institutions, les infrastructures, les réseaux et les citoyens, telles que la fraude et la falsification informatique ou encore les attaques contre les systèmes d'information et de communication et/ou systèmes embarqués, de réseaux et d'infrastructures d'importance vitale.

Les projets peuvent être en lien avec des thématiques développées dans le cadre du défi « Société de l'information et de la communication »<sup>13</sup>, paragraphe 3.7.

### 3.9.6 Actions internationales

Un accord bilatéral entre l'ANR et le BMBF fera l'objet d'un appel à projets spécifique, qui sera publié ultérieurement. Il portera sur l'axe thématique « Protection des infrastructures critiques et réseaux ». Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets sur le site de l'agence.

---

<sup>13</sup> La sécurité des systèmes embarqués et/ou la sécurité des systèmes d'information sont dans le champ du présent défi lorsqu'elles font parties des solutions à mettre en œuvre afin de répondre aux missions et capacités visées, et cela selon une approche système (TRL moyens). Les projets de recherche focalisés exclusivement sur des aspects logiciels, des briques technologiques pour la sécurité des systèmes d'informations, ou encore la cryptographie sont plus compatibles avec le défi « Société de l'information et de la communication » (TRL bas).

## 4 La composante « Aux frontières de la recherche »

C'est en dépassant les limites des connaissances que nos sociétés progressent, évoluent et se projettent dans l'avenir. Cette soif de connaissance, qu'elle se déploie dans la compréhension du monde qui nous entoure et des lois qui le régissent ou dans le développement d'abstractions a un impact majeur sur notre société, bien au-delà de sa propre quête initiale.

Rarement anticipées, ces avancées reposent sur l'excellence scientifique, la créativité et la prise de risque. Elles dépassent les limites d'un défi ou d'un champ d'investigation particulier. Les connaissances scientifiques nouvelles participent à l'évolution de notre société. Cet enjeu de connaissances pour l'ensemble des champs disciplinaires est un élément moteur du progrès, dont les implications ne sont pas nécessairement prévisibles, mais qui est indispensable pour relever les problématiques sociétales du futur. Il complète les dispositifs dédiés aux 9 grands défis sociétaux, eux-mêmes ouverts à des recherches fondamentales dans leur périmètre thématique.

C'est pourquoi il a été décidé de compléter les dispositifs dédiés aux 9 grands défis sociétaux, par une composante spécifique, ouverte à tous les secteurs scientifiques y inclus ceux qui sont encore en émergence. Cette composante s'articule autour de deux actions :

- Le « Défi de tous les savoirs », qui vise à compléter le dispositif de soutien à l'ensemble des disciplines scientifiques sans lien avec les défis sociétaux ;
- Ouverture de projets à risque de haut potentiel scientifique (programme OH Risque), qui vise à stimuler la créativité scientifique sur des sujets de recherche à haut potentiel, pour lesquels le risque réside notamment dans l'absence d'antériorité dans la littérature existante.

### 4.1 Un défi spécifique : le « Défi de tous les savoirs »

La recherche fondamentale est un élément essentiel de l'avancée des connaissances. Au cœur de l'excellence scientifique, elle constitue une force majeure qui, tout en répondant à des questions d'actualité, est le terreau nécessaire pour l'émergence de nouvelles idées scientifiques ou technologiques.

Cette recherche, souvent exploratoire, doit mobiliser l'ensemble des champs de connaissance pour répondre aux défis de demain. Le « Défi de tous les savoirs » s'adresse aux projets de recherche qui ne s'inscrivent pas a priori dans un défi sociétal. Il intègre un spectre complet d'approches, de la théorie à l'instrumentation. A titre d'illustration et de façon non exhaustive, des recherches à la frontière des connaissances dans des domaines tels que l'astrophysique, la physique fondamentale, la physique des particules, la structure et l'histoire de la Terre, de la chimie ou de certaines « disciplines rares » des humanités, certaines composantes de la biologie fondamentale, ou les mathématiques fondamentales s'inscrivent dans ce mécanisme de financement sur projet en dehors

des grands défis sociétaux.

Le « Défi de tous les savoirs », entend donc compléter la couverture disciplinaire pour le financement sur projets des champs scientifiques ne rentrant pas dans le cadre des 9 défis sociétaux. Les instruments de financement disponibles pour le « Défi de tous les savoirs » sont les mêmes que pour les grands défis sociétaux, à savoir des projets collaboratifs, des projets partenariaux publics-privés, des projets jeunes chercheurs ou des réseaux de recherche.

S'appuyant sur l'excellence scientifique au sens large, ce défi poursuit des objectifs comme :

- avancer sur les grands enjeux de connaissance qui structurent et orientent la recherche, en particulier la recherche de long terme, en ce qu'elle est porteuse de ruptures, de nouveaux concepts ou paradigmes, dont certains seront à leur tour source de développements applicatifs ou industriels dans le futur, atouts essentiels du renouveau industriel de notre pays ;
- développement de démarches intégrant, il s'agit en particulier de développer des outils et/ou des méthodes génériques, d'intégrer différents apports en particulier dans un schéma interdisciplinaire. Ces démarches qui ont un potentiel applicatif large qui verront le jour plus tard, méritent d'être soutenues dans leur dynamique interne propre, peu visible sous l'angle des problématiques sociétales actuelles.

Cette action est traitée dans le cadre de l'appel générique des défis sociétaux. Le processus de sélection sera analogue et concomitant à celui des grands défis sociétaux, le critère supplémentaire applicable pour la pré-sélection de ces projets étant l'évaluation de la non-pertinence vis-à-vis d'un ou plusieurs grands défis sociétaux. Les chercheurs souhaitant soumettre une pré-proposition au « Défi de tous les savoirs » sont par conséquent invités à lire attentivement les descriptifs des grands défis sociétaux, afin de bien justifier le positionnement de leurs travaux en dehors des champs concernés.

## 4.2 Le programme OH Risque : un appel spécifique dédié à la prise de risque pour les projets à haut potentiel scientifique

Le développement de la créativité, la stimulation de l'audace et la prise de risque pour les projets à haut potentiel scientifique font partie des priorités de la Stratégie France Europe 2020. Ces objectifs sont présents dans l'ensemble du plan d'action 2014 de l'ANR et figureront parmi les critères de sélection de l'ensemble des mécanismes de financement.

Il existe cependant une catégorie de projets à très haut risque, mais à fort potentiel, qui nécessite un instrument dédié et pour lequel les critères de sélection ont des caractéristiques particulières. Il s'agit de projets portant sur les recherches préliminaires nécessaires à une preuve de faisabilité d'un nouveau concept ou au développement d'un sujet de recherche sans réelle antériorité établie dans la littérature scientifique. Des financements pour cette catégorie « preuve de concept » sont indispensables pour permettre le démarrage de recherches audacieuses en rupture avec les approches traditionnelles, mais il s'agit de projets d'amorçage qui, par leur nature même, ne peuvent pas être sélectionnés sur la base des critères traditionnels d'excellence scientifique.

Le processus de sélection porte sur un seul document de soumission qui présente l'idée proposée, les raisons pour lesquelles il n'existe pas réellement de travaux antérieurs permettant de la valider et

le niveau d'impact susceptible d'être généré en cas de réussite sur le plan de ruptures de connaissances scientifiques ou sur le plan de développements technologiques (voire les deux).

L'évaluation lors du processus de sélection portera sur trois critères qui sont l'originalité (pas de réelle antériorité), l'impact potentiel et la cohérence de l'ensemble. Un financement limité et plafonné sera accordé pour une période de 12 à 24 mois, associé à un suivi particulier destiné à valoriser rapidement des découvertes potentielles et soutenir des orientations nouvelles inattendues.

Le programme « OH Risque » fait l'objet d'un appel spécifique. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels à projets sur le site de l'ANR pour vérifier sa date d'ouverture.

## 5 Construction de l'Espace européen de la recherche et attractivité internationale de la France

Cette composante est à la fois transversale avec les autres composantes « Défis sociétaux » et « Aux frontières de la recherche », mais comporte également des actions spécifiques visant à renforcer l'attractivité internationale de la France. La plupart des défis sociétaux, ainsi que la composante « Aux frontières de la recherche », ont vocation à soutenir des projets basés sur des consortiums européens ou internationaux.

Un comité d'orientation des actions européennes et internationales coordonnera les actions sur la base d'une vision d'ensemble et proposera des orientations à l'ANR pour définir ses actions européennes et internationales.

Plusieurs types d'actions européennes et internationales sont prévus dans le cadre du Plan d'action 2014 :

- partenariats bilatéraux dans le cadre de l'appel à projets générique (ensemble des défis, y compris défi de tous les savoirs)
- partenariat spécifique Allemagne-Autriche-Suisse
- appels à projets européens et internationaux (ERA-NET, JPI, appels bi- ou multilatéraux)
- instruments d'attractivité internationale de la France

### 5.1 Partenariats bilatéraux dans le cadre de l'appel à projets générique

L'ANR a noué des partenariats bilatéraux avec ses homologues européens (Allemagne, Autriche, Suisse, Luxembourg, Roumanie, etc...) ou internationaux (USA, Canada, Chine, Taiwan, Hong-Kong, Inde, Brésil, etc...). L'objectif est d'accélérer et de développer les collaborations des chercheurs français avec les meilleures équipes européennes et internationales sur des thématiques clés, de promouvoir des partenariats avec les pays émergents sur la scène scientifique mondiale sur des thèmes d'intérêt partagé et de faire émerger des équipes transnationales d'excellence en permettant de conduire et partager la recherche au meilleur niveau mondial.

Ces partenariats sont mis en place en utilisant l'ouverture mutuelle des appels à projets nationaux de chaque pays, mode de collaboration bilatérale dans laquelle la soumission et l'évaluation des projets se font de façon parallèle auprès de chaque agence. Les agences se coordonnent ensuite sur les projets à cofinancer. Ces projets transnationaux sont en concurrence avec les projets nationaux. Pour 2014, ces types de collaboration sont redéployés dans le cadre de l'ouverture des défis (Grands Défis Sociétaux et Défi de tous les savoirs). Il est impératif de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux.



## 5.2 Construction de l'EER – Partenariat avec l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse

L'Espace européen de la recherche a pour ambition de créer des zones de financement de la recherche sans frontières. Afin de simplifier et de fluidifier le dispositif, l'ANR, la DFG (Allemagne), le FWF (Autriche) et le SNSF (Suisse) sont en cours de discussions pour engager dès 2014 un partenariat rapproché couvrant tous les domaines scientifiques.

Un processus dit de « *Lead Agency* » sera mis en place en 2014 (sous réserve d'accord). Ce type d'accord entre agences, est basé sur la transparence et la confiance mutuelle et son utilisation est un des indicateurs de la construction de l'EER. Ainsi, un projet commun est préparé par les équipes et soumis à une seule agence (la « *Lead Agency* »), laquelle prend en charge l'expertise, l'évaluation et la sélection des projets. Les projets transnationaux sont en concurrence avec les projets nationaux de l'agence qui conduit l'évaluation. L'agence partenaire a accès à toutes les informations. Chaque agence finance les équipes de son pays selon ses modalités. Pour 2014, il est proposé de laisser la conduite de l'évaluation aux agences DFG, FWF et SNSF. Il est impératif de consulter les annexes par pays décrivant les modalités de soumission concernés par ces partenariats bilatéraux.

Compte tenu des évolutions du cadre programmatique de l'agence, l'ensemble des modalités de partenariats sera à mettre en cohérence en impliquant l'ensemble des opérateurs de recherche nationaux, en tenant compte de la dynamique déjà engagée et du temps nécessaire pour la mise en place des négociations.

## 5.3 Appels à projets européens et internationaux (ERA-NET, JPI, appels bi- ou multilatéraux)

En lien avec les différents défis sociétaux, l'ANR a développé des partenariats multilatéraux avec ses homologues européens dans le cadre des actions européennes de type ERA-NET ou initiatives de programmation conjointe (JPI).

Les modalités de participation à des appels à projets générés par les ERA-NET et les JPI restent inchangées. Il est conseillé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux 2014 sur le site de l'ANR.

De même, plusieurs initiatives internationales avec les principales agences de financement ont été nouées, soit en bilatéral (NSF aux Etats-Unis, JST au Japon, BMBF et DFG en Allemagne), soit en multilatéral à l'échelle globale (G8 recherche ou Belmont Forum). Ces initiatives vont générer des appels spécifiques et il est conseillé de consulter l'agenda des appels à projets internationaux 2014 sur le site de l'ANR.

## 5.4 Programme d'attractivité internationale de la France

Un programme spécifique est proposé afin de renforcer l'attractivité internationale de la France et d'attirer de brillants chercheurs juniors ou seniors et à très fort potentiel. Ce programme est une évolution des programmes « Retour Post-doc » et « Chaires d'excellence » du cycle de programmation 2011-2013. Il cible de brillants chercheurs (juniors ou seniors) basés à l'étranger ayant suivi ou non leur cursus en France et pouvant prétendre - dans le cas des juniors - à répondre aux appels de l'ERC.

Pour cela l'ANR met en place l'instrument de financement « Accueil de chercheurs de haut niveau » (cf. paragraphe 2.2.2) qui est une composante importante du positionnement scientifique au plan international. Cet instrument vise à accueillir durablement dans les laboratoires de notre pays des chercheurs de haut niveau venant de l'étranger. Il s'agit de favoriser cet accueil en offrant aux meilleurs de ces scientifiques des moyens significatifs pour qu'ils s'implantent durablement en France.

Ce programme fera l'objet d'un appel spécifique. Les chercheurs sont invités à consulter le site web de l'ANR.

Ce programme a pour vocation d'évoluer vers un programme ouvert aux co-financements par la Commission européenne dans le cadre de l'instrument COFUND de « Horizon 2020 » permettant d'abonder le financement de l'ANR sur cette action.

## 6 Impact économique de la recherche et compétitivité

Il est dans les missions de l'ANR de favoriser le transfert des résultats de la recherche publique vers le monde économique. En complément des projets collaboratifs en partenariat public-privé qui constituent l'un des instruments financés dans la composante « Défis sociétaux », l'ANR dispose d'une série de programmes visant à dynamiser le partenariat entre les laboratoires et les entreprises sous des modes d'action différents de la recherche sur projet. Cette composante transversale rassemble trois programmes qui font l'objet d'appels spécifiques (LabCom et Chaires industrielles).

- LabCom
- Chaires industrielles
- Carnot

### 6.1 Le programme LabCom

Le programme de soutien à la création de laboratoires communs entre organismes de recherche publics et PME / ETI (LabCom) vise à développer le potentiel de partenariat industriel et de transfert existant chez les acteurs de la recherche académique, notamment ceux positionnés sur une activité de recherche non partenariale. L'enjeu de ce programme est d'accompagner ces acteurs dans l'établissement de partenariats bilatéraux durables avec les entreprises, en particulier les PME et les ETI dans la mesure où ces liens sont cruciaux dans la chaîne de l'innovation. Le transfert des résultats ou du savoir-faire de la recherche publique vers ce type d'entreprises peut être un facteur important d'innovation, de compétitivité et de création d'emplois.

Pour ce programme ouvert depuis 2013, l'ANR a pris des dispositions permettant une grande rapidité dans la prise de décision et la mise en place des financements. L'agence a conçu un processus simplifié de sélection par les pairs, en s'appuyant sur un seul comité, sans recours obligatoire à des expertises extérieures. Cette sélection s'appuie sur un dossier de soumission simplifié et sur un financement forfaitaire de 300 k€ du laboratoire de recherche public, ce qui permet un montage plus simple, une mise en place du financement plus rapide et une plus grande souplesse dans l'utilisation de la subvention.

Ce programme fait l'objet d'un appel spécifique au fil de l'eau. Il est recommandé de consulter la page dédiée<sup>14</sup> sur le site de l'ANR.

---

<sup>14</sup><http://www.agence-nationale-recherche.fr/financer-votre-projet/impact-de-la-recherche-et-competitivite/laboratoires-communs/>

## 6.2 Le programme Chaires industrielles

Ce programme poursuit un triple objectif :

1. 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.
2. 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.
3. Favoriser l'accueil 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.

Ce programme se matérialise par un appel ouvert à toutes les thématiques de recherche, sur des sujets définis à leur genèse par le(s) laboratoire(s) public(s) de recherche conjointement avec leur(s) partenaire(s) entreprise(s). Le projet est porté par un scientifique éminent futur titulaire de la chaire, opéré dans le(s) laboratoire(s) public(s) de recherche et financé conjointement par l'ANR et le(s) partenaire(s) entreprise(s).

Cette action fait l'objet d'un appel spécifique. Les chercheurs sont invités à consulter l'agenda des appels à projets 2014.

## 6.3 Le programme Carnot

Depuis 2006, le label Carnot a été décerné par le Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche à des structures publiques de recherche qualifiées d' « institut Carnot », qui s'engagent à mettre la recherche partenariale au cœur de leur stratégie. Afin d'accompagner et de soutenir le rapprochement des instituts avec les acteurs du monde socio-économique, un abondement annuel calculé en fonction des recettes partenariales est versé par l'ANR aux instituts Carnot. Cet abondement est consacré au ressourcement scientifique et à la professionnalisation de la relation partenariale avec le monde de l'entreprise. Sur l'exercice précédent, une enveloppe budgétaire totale de 60 M€ a été allouée au programme Carnot et attribuée à l'ensemble des 34 instituts labellisés en 2011.

Afin d'assurer la montée en charge du programme Carnot et d'assurer un réel effet de levier au dispositif, le programme « Valorisation-instituts Carnot » bénéficie d'une dotation dans le cadre du programme des Investissements d'Avenir. Deux appels à projets ont déjà été lancés dans ce cadre, un sur des actions spécifiques vers les PME et l'autre sur des actions spécifiques à l'internationale. D'autres appels à projets dédiés pourraient suivre.

# 7 Modalités de soumission et d'évaluation de l'appel à projets générique

Les projets relatifs à l'un des grands défis sociétaux ou au « défi de tous les savoirs », quel que soit l'instrument de financement (décrit paragraphe 2) envisagé, sont à soumettre dans le cadre de l'appel générique selon les modalités décrites ci-après.

Les modalités de soumission et d'évaluation des projets relatifs aux appels spécifiques (notamment dans le cas des ERA-NET, JPI, programme « Accueil de chercheurs de haut niveau », programmes ASTRID, LabCom ou Chaires industrielles...) feront l'objet d'un document qui sera disponible sur le site internet de l'ANR. Il est recommandé de suivre l'agenda des appels à projets 2014 sur le site de l'ANR.

## 7.1 Description générale du processus

La sélection des projets de l'appel à projets générique se fera en deux étapes. Une première étape aura pour objectif d'identifier, sur la base d'une courte pré-proposition, les 2500 à 3000 projets invités à déposer concourir à la deuxième étape, tous défis (grands défis sociétaux et défi de tous les savoirs) confondus. La deuxième étape permet de sélectionner, sur la base d'une proposition détaillée, les projets à financer.

Les critères d'évaluation de chacune des étapes sont distincts, les critères de la première étape portant essentiellement sur l'originalité du concept, la pertinence vis-à-vis des termes de référence, et les références du (ou des) partenaire(s) du projet. Les critères de la seconde étape portent sur l'excellence scientifique, la qualité de construction du projet et l'impact potentiel du projet.

Les modalités de soumission en ligne sont décrites sur la page web de l'appel à projets générique.

Le format et le contenu de la pré-proposition et de la proposition détaillée sont décrits dans le **guide des déposants** disponible sur le site internet de l'ANR.

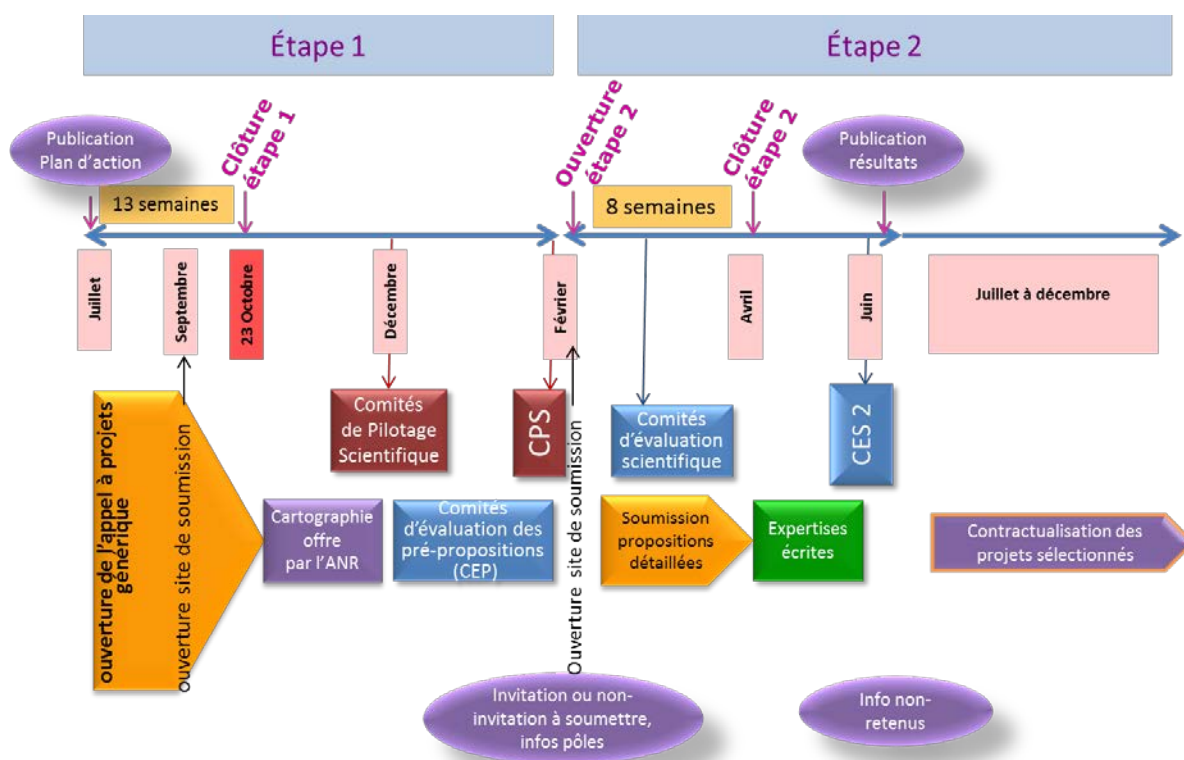


Schéma général du processus de sélection en deux étapes

## 7.2 Evaluation des pré-propositions

Le dépôt des pré-propositions se fait en ligne sur le site de soumission jusqu'à la date de clôture indiquée sur le site internet de l'ANR. Les instructions pour la préparation des pré-propositions sont disponibles dans le guide des déposants sur la page web de l'appel générique.

Dès la clôture, les pôles de compétitivité sont invités à émettre des avis relatifs aux pré-propositions ayant demandé leur soutien. Ces avis porteront essentiellement sur les aspects en lien direct avec les compétences des pôles : la levée de verrous, les débouchés potentiels, les impacts sur les entreprises, sur les filières, sur les territoires, la cohérence avec les feuilles de route pôle et avec les spécialisations des territoires.

L'ANR examine l'éligibilité des pré-propositions selon les critères indiqués au paragraphe 7.2.1 et réalise une cartographie de l'offre. Cette cartographie consiste à établir une représentation des pré-propositions reçues pour chaque défi, en précisant les interdépendances, en tenant compte des axes et sous-axes (tels que définis au sein du paragraphe 3), des instruments de financement ou encore des disciplines principales relatives aux objectifs des pré-propositions. La cartographie est présentée au Comité de Pilotage Scientifique (CPS) de chacun des grands défis sociétaux et du « défi de tous les savoirs » qui la valident, ainsi que la répartition des pré-propositions entre membres du Comité d'Évaluation des Pré-propositions (CEP). Ils précisent une éventuelle priorisation de certains axes et/ou instruments au regard de l'offre adaptée aux problématiques de chaque défi selon les critères

indiqués au paragraphe 7.2.2. L'information relative au soutien des pôles de compétitivité est portée à la connaissance des CPS.

Chaque pré-proposition est transmise à trois membres de CEP pour évaluation selon les critères indiqués au paragraphe 7.2.2. Les membres du CEP notent chaque critère. Les avis émis par les pôles de compétitivité sont pris en compte par les membres de CEP.

Les pré-propositions sont classées au sein de chaque grand défi sociétal ou du « défi de tous les savoirs » en fonction des notes moyennes attribuées par les membres de CEP (voir guide des déposants de l'appel générique qui décrit le principe de notation) puis ensuite pour harmonisation au sein du collège des présidents de CPS. Le résultat est communiqué aux CPS qui valident la liste des pré-propositions qui pourront donner lieu à la préparation d'une proposition détaillée.

L'ANR informe l'ensemble des coordinateurs scientifiques du résultat de cette première étape. Les coordinateurs scientifiques des pré-propositions retenues sont invités à soumettre une proposition détaillée.

### 7.2.1 Critères d'éligibilité des pré-propositions

Une pré-proposition doit satisfaire à l'ensemble des critères suivants :

- La pré-proposition doit être complète et conforme au format spécifié dans le guide des déposants.
- La pré-proposition doit respecter les spécificités de l'instrument de financement choisi (cf. paragraphe 2).

L'éligibilité est vérifiée par les services de l'ANR sur la base des informations contenues dans la pré-proposition. Les pré-propositions ne satisfaisant pas aux critères d'éligibilité, y compris si l'inéligibilité est due à une information manquante ou mal renseignée par les déposants, ne seront pas évaluées et ne pourront en aucun cas faire l'objet d'une proposition détaillée.

Les pré-propositions sont inéligibles si plusieurs pré-propositions sont soumises par un même coordinateur scientifique<sup>15</sup> dans le cadre de cet appel générique.

### 7.2.2 Critères d'évaluation des pré-propositions

Les membres des CEP examinent les pré-propositions selon les trois critères d'évaluation suivants :

- Intérêt des objectifs scientifiques et technologiques (importance du sujet, capacité à générer des résultats, potentiel d'avancée dans le domaine, ambition, nouveauté, potentiel de rupture)
- Pertinence et caractère stratégique du projet au regard des orientations de l'appel (adéquation aux défis sociétaux ou absence d'adéquation aux défis sociétaux dans le cas du

---

<sup>15</sup> Un coordinateur scientifique est une personne physique qui est à l'origine de la pré-proposition et s'engage, lorsque le projet est financé, à assumer le rôle de responsable scientifique du partenaire coordinateur tel que définis dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR <http://www.agence-nationale-recherche.fr/RF>



- « défi de tous les savoirs », retombées pour la société, adéquation de l'instrument choisi aux objectifs, non recouvrement avec des appels H2020 ou nationaux),
- Cohérence de la pré-proposition par rapport aux objectifs du projet (références scientifiques du déposant<sup>16</sup> ou références scientifiques des partenaires « organismes de recherche » et complémentarité du consortium<sup>17</sup>, cohérence du montant de l'aide demandée par rapport aux objectifs du projet).

## 7.3 Evaluation des propositions détaillées

Les déposants invités à soumettre une proposition détaillée disposent d'environ huit semaines pour les préparer. La soumission des propositions détaillées se fait en ligne sur le site dédié jusqu'à la date de clôture indiquée sur le site internet de l'ANR. Les instructions pour la préparation des propositions détaillées sont disponibles dans le guide des déposants et sur la page web de l'appel générique.

Les déposants peuvent le cas échéant, s'appuyer sur les conseils des pôles de compétitivité pour la préparation de la proposition détaillée. Les pôles de compétitivité confirmeront leur label à la date de clôture de la soumission de la proposition détaillée.

A la clôture de l'étape de soumission des propositions détaillées, l'ANR vérifie leur éligibilité selon les critères décrits au paragraphe 7.3.1, en s'appuyant sur l'avis des membres du comité d'évaluation scientifique (CES) si nécessaire. Les experts et les membres du CES évaluent les propositions détaillées selon les critères indiqués au paragraphe 7.3.2.

Les propositions détaillées sont évaluées par des membres du CES et par des experts externes au CES et spécialistes du ou des domaines concernés dans la proposition. Les évaluations sont strictement réalisées sur la base des critères proposés dans ce document. L'information relative au label des pôles de compétitivité est prise en compte par les CES.

La liste des propositions détaillées sélectionnées par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire) est publiée sur le site internet de l'ANR.

L'ANR informe l'ensemble des coordinateurs scientifiques du résultat de cette deuxième étape. Les conventions attributives d'aide sont signées entre l'ANR et les bénéficiaires selon les règles fixées dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/RF>).

### 7.3.1 Critères d'éligibilité des propositions détaillées

Une proposition détaillée doit satisfaire à l'ensemble des critères suivants :

- La proposition doit être complète et conforme au format spécifié dans le guide des déposants.
- La proposition doit respecter les spécificités de l'instrument de financement choisi (voir paragraphe 2).

---

<sup>16</sup> Pour les projets Jeunes chercheurs

<sup>17</sup> Pour les projets impliquant plusieurs partenaires

- Le contenu de la proposition détaillée doit être conforme à la pré-proposition retenue en première étape.

Les informations administratives et financières des propositions détaillées de chaque partenaire **doivent être signées par le représentant légal de chaque partenaire**. Les déposants sont donc invités à s'assurer dès l'avis d'évaluation de la première étape qu'ils pourront obtenir ces signatures à la date de clôture de soumission de cette deuxième étape.

L'éligibilité est vérifiée par les services de l'ANR sur la base des informations contenues dans la proposition détaillée. Les propositions ne satisfaisant pas aux critères d'éligibilité, y compris si l'inéligibilité est due à une information manquante ou mal renseignée par les déposants, ne seront pas évaluées et ne pourront en aucun cas faire l'objet d'un financement.

Les propositions détaillées sont inéligibles si elles sont considérées par l'ANR comme :

- semblables<sup>18</sup> à un projet déjà financé ou en cours d'évaluation dans le cadre d'un appel à projets du cadre programmatique de l'ANR
- non singulières<sup>19</sup>

### 7.3.2 Critères d'évaluation des propositions détaillées

Les experts et les membres des CES sont appelés à examiner les propositions détaillées selon les quatre critères d'évaluation suivants :

- Pertinence des éventuelles évolutions de la proposition par rapport à la pré-proposition (critère éliminatoire si les écarts sont jugés importants)
- Excellence scientifique et/ou caractère innovant pour la recherche technologique
- Qualité de la construction du projet et de sa faisabilité
- Impact global du projet

---

<sup>18</sup> Le caractère semblable est établi lorsque deux propositions détaillées (dans leur globalité ou en partie) décrivent des objectifs principaux identiques, ou résultent d'une simple adaptation, **ET** impliquent des équipes majoritairement identiques

<sup>19</sup> Le caractère de non singularité est établi lorsque la proposition détaillée emprunte ou copie, en totalité ou en partie, des écrits antérieurs dont les sources ne sont pas citées.