

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

# Plan d'action 2015

## & Appel à projets générique 2015

Date de publication de l'appel à projets générique :  
10 juillet 2014

Date limite de soumission des pré-propositions  
(Instruments PRC, PRCE, JCJC) :  
16 octobre 2014, 13h00 (heure de Paris)

Date limite de pré-enregistrement  
(Instrument PRCI) :  
18 novembre 2014, 13h00 (heure de Paris)

# SOMMAIRE

<b>A. <u>CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PLAN D'ACTION 2015</u></b> .....	<b>3</b>
A-1) CONTEXTE .....	3
A-2) STRUCTURE ET OBJECTIFS DU PLAN D'ACTION 2015.....	4
A-3) AUTRES OPPORTUNITÉS DE FINANCEMENT .....	7
<b>B. <u>INSTRUMENTS DE FINANCEMENT DE L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE</u></b> .....	<b>8</b>
B-1) INSTRUMENTS DE FINANCEMENT DÉDIÉS AUX RECHERCHES COLLABORATIVES .....	8
B-2) INSTRUMENT DÉDIÉ AUX INDIVIDUS.....	10
<b>C. <u>SOUSSION, ÉVALUATION, SÉLECTION DANS L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE</u></b> .....	<b>11</b>
C-1) DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCESSUS D'ÉVALUATION ET DE SÉLECTION .....	11
C-2) SOUSSION DES PRÉ-PROPOSITIONS.....	12
C-3) ÉVALUATION DES PRÉ-PROPOSITIONS.....	13
C-4) ÉVALUATION DES PROPOSITIONS DÉTAILLÉES .....	14
C-5) MODALITÉS DE SOUSSION DES « PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIVE- INTERNATIONAL » (PRCI) .....	16
<b>D. <u>LES DÉFIS DE L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE</u></b> .....	<b>17</b>
D-1) DEFI 1 – GESTION SOBRE DES RESSOURCES ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	21
D-2) DEFI 2 – ENERGIE PROPRE, SURE ET EFFICACE.....	30
D-3) DEFI 3 – STIMULER LE RENOUVEAU INDUSTRIEL.....	37
D-4) DEFI 4 – VIE, SANTÉ ET BIEN-ÊTRE.....	47
D-5) DEFI 5 – SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET DÉFI DÉMOGRAPHIQUE.....	54
D-6) DEFI 6 – MOBILITÉ ET SYSTÈMES URBAINS DURABLES.....	63
D-7) DEFI 7 – SOCIÉTÉ DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION .....	69
D-8) DEFI 8 – SOCIÉTÉS INNOVANTES, INTÉGRANTES ET ADAPTATIVES .....	78
D-9) DEFI 9 – LIBERTÉ ET SÉCURITÉ DE L'EUROPE, DE SES CITOYENS ET DE SES RÉSIDENTS.....	85
D-10) DÉFI « DE TOUS LES SAVOIRS » (DEFSAV) .....	91
<b>E. <u>AUTRES APPELS ET PROGRAMMES DU PLAN D'ACTION 2015</u></b> .....	<b>94</b>
E-1) CHALLENGES .....	94
E-2) OH RISQUE .....	94
E-3) LABCOM.....	95
E-4) CHAIRES INDUSTRIELLES.....	96
E-5) INSTITUT CARNOT .....	97
E-6) ASTRID ET ASTRID MATURATION .....	97
E-7) MONTAGE DE RÉSEAUX SCIENTIFIQUES EUROPÉENS OU INTERNATIONAUX (MRSEI) .....	98
E-8) ACCUEIL DE CHERCHEURS DE HAUT NIVEAU (@RACTION) .....	99
<b>F. <u>COLLABORATIONS EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES DANS LE PLAN D'ACTION 2015</u></b> .....	<b>100</b>
F-1) PARTENARIATS BILATÉRAUX DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE.....	100
F-2) APPELS À PROJETS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX SPÉCIFIQUES .....	101

## A. Contexte et objectifs du plan d'action 2015

---

### A-1) CONTEXTE

---

L'ANR a pour mission de financer et de promouvoir des recherches fondamentales et finalisées, l'innovation technique, le transfert technologique ainsi que les partenariats entre le secteur public et le secteur privé. 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. L'ANR s'attache également à renforcer les coopérations scientifiques au niveau européen et international, en articulant sa programmation avec les initiatives européennes et internationales. L'ANR soutient ainsi des consortiums internationaux en partenariat avec d'autres agences de financement en Europe et dans le monde.

Le plan d'action 2015 (PA 2015) est la nouvelle feuille de route de l'ANR pour l'année 2015. Il s'inscrit dans un cadre fixé par l'Agenda stratégique pour la recherche, le transfert et l'innovation « France Europe 2020 »<sup>1</sup>, lui-même en cohérence avec la structuration du programme cadre européen Horizon 2020.

En phase avec cet Agenda stratégique, la Stratégie nationale de recherche (SNR)<sup>2</sup> initiée par la loi sur l'enseignement supérieur et la recherche du 22 juillet 2013, vise à *répondre aux défis scientifiques, technologiques, environnementaux et sociétaux en maintenant une recherche fondamentale de haut niveau*.

Le plan d'action 2015 de l'ANR est construit en cohérence avec la SNR. Il intègre dans la partie consacrée aux défis les priorités exprimées par les ateliers mis en place pour élaborer la SNR<sup>3</sup>, et tient compte également des contributions des cinq Alliances<sup>4</sup>, du CNRS et des ministères concernés<sup>5</sup>. C'est un document unique, adopté le 26 juin 2014 par le conseil d'administration de l'ANR.

Le plan d'action 2015 décrit l'essentiel des actions et des appels à projets proposés par l'ANR dans le cadre de l'exercice budgétaire 2015, donnant ainsi une visibilité générale de l'offre de financement de l'ANR. Il s'adresse à toutes les communautés scientifiques et à tous les acteurs publics ou privés impliqués dans la recherche française et notamment les petites et moyennes entreprises (PME) et les très petites entreprises (TPE).

<sup>1</sup> [http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/FranceEurope\\_2020/21/7/AgendaStrategie\\_252217.pdf](http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/FranceEurope_2020/21/7/AgendaStrategie_252217.pdf)

<sup>2</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid78720/la-strategie-nationale-de-la-recherche-definit-les-grandes-priorites-de-la-recherche-francaise.html>

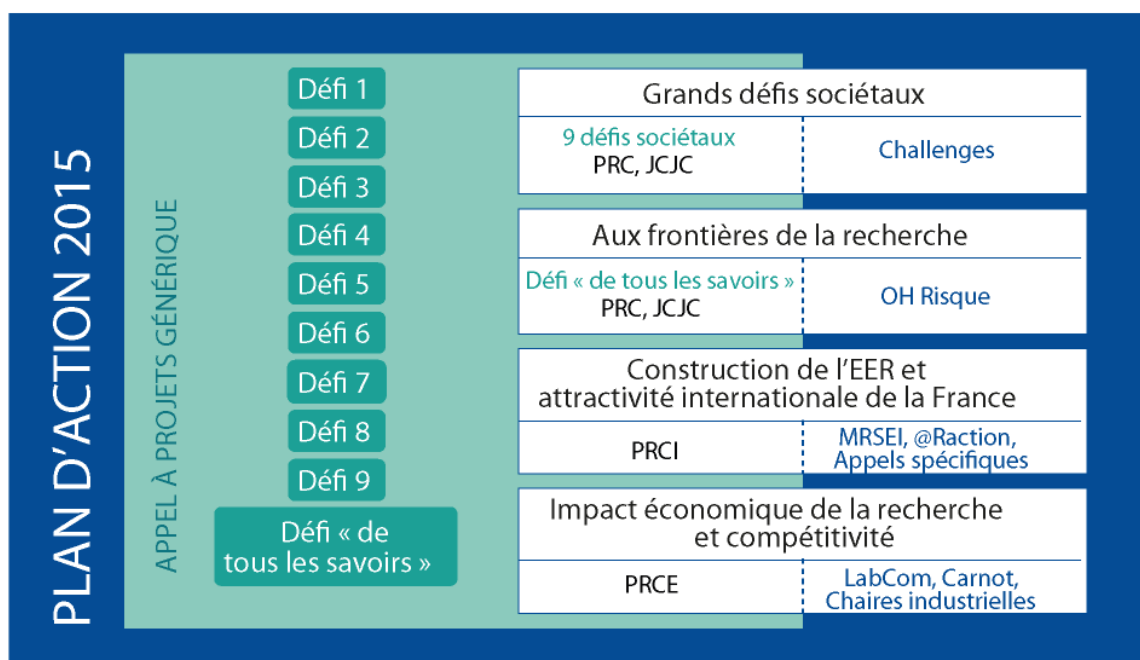
<sup>3</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid78802/strategie-nationale-de-recherche-bilan-des-travaux-des-10-ateliers.html>

<sup>4</sup> Allenvi (Alliance dans le domaine de la recherche environnementale), Allistene (Alliance des sciences et technologies du numérique), Ancre (Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie), Athena (l'Alliance nationale des humanités, sciences humaines et sciences sociales), Aviesan (Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé)

<sup>5</sup> Ministères en charge de : recherche et enseignement supérieur, agriculture, écologie, santé, industrie, défense, affaires étrangères, culture, éducation nationale

## A-2) STRUCTURE ET OBJECTIFS DU PLAN D'ACTION 2015

Le plan d'action 2015 (PA 2015) se structure en **quatre composantes transversales** qui font chacune l'objet d'un budget spécifique. Chaque composante dispose d'instruments de financement, d'appels à projets et de programmes particuliers représentés dans le schéma ci-dessous. Une large part du plan d'action fait l'objet d'un **appel à projets (AAP) générique** également décrit dans ce document.



### Schéma général du PA 2015 et de ses quatre composantes

(PRC : Projets de recherche collaborative ; JCJC : Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs ;  
 PRCI : Projets de recherche collaborative - International ; PRCE : Projets de recherche collaborative - Entreprises ;  
 MRSEI : Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux)

Les **instruments de financement** proposés par l'ANR sont présentés en détail dans ce document ([§B](#) et [§E](#) notamment). Chaque instrument de financement a sa propre raison d'être, des effets attendus spécifiques et des caractéristiques distinctes en termes de sélection et de suivi. Il peut s'agir d'instruments de recherche collaborative, d'instruments dédiés aux individus ou de tous les autres programmes et appels du PA 2015 présentés au §E. Les déposants, au moment de soumettre un projet, devront choisir l'instrument de financement qui servira au mieux les objectifs scientifiques et les besoins de leur projet.

Les **quatre composantes** du plan d'action 2015 sont détaillées ci-dessous, elles intègrent plusieurs dimensions stratégiques :

#### 1. Composante « Grands défis sociétaux »

Le ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MENESR) a demandé à l'ANR d'organiser une large part de son plan d'action 2015 autour de **neuf grands défis**

**sociétaux** identifiés dans l'Agenda stratégique « France Europe 2020 », lui-même mis en cohérence avec la structuration du programme cadre européen Horizon 2020 :

1. Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
2. Energie propre, sûre et efficace
3. Stimuler le renouveau industriel
4. Vie, 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

Ces neuf défis sont décrits en détail dans les [§D-1 à D-9](#). Rassemblant à la fois des recherches cognitives fondamentales et des recherches ciblées, souvent finalisées, la composante « Grands défis sociétaux » fait l'objet **d'un seul appel à projets générique**, où les champs scientifiques et thématiques sont mis en cohérence avec la Stratégie nationale de recherche. Cette composante utilise plusieurs types d'instruments (détaillés au [§B](#)) qui permettent de financer soit des projets de recherche collaborative dans un contexte national ou international (**PRC** et **PRCI** respectivement) et pouvant présenter une ouverture vers le monde de l'entreprise (**PRCE**), soit des projets de recherche individuelle portés par des jeunes chercheuses ou jeunes chercheurs (**JCJC**).

En complément des défis cités ci-dessus, la composante « Grands défis sociétaux » prévoit un instrument intitulé « **Challenges** » qui met en compétition des équipes concurrentes sur des sujets de recherche très ciblés ([voir §E-1](#)). Chaque challenge fait l'objet d'un appel à projets spécifique.

## 2. Composante « Aux frontières de la recherche »

Cette composante permet d'introduire au sein de l'appel à projets générique, un défi supplémentaire : le **défi « de tous les savoirs »** (DefSav, décrit au [§D-10](#)). Ce défi a pour objectif de maintenir, pour toutes les communautés scientifiques, des possibilités de financement de projets qui n'entrent pas dans les périmètres des neuf défis sociétaux décrits plus haut. Il vise à soutenir des recherches fondamentales et cognitives et offre la possibilité de stimuler des recherches prospectives ou exploratoires, à même de repousser les limites de la connaissance, et ce en dehors de celles concernées par les grands défis sociétaux. Les instruments de financement utilisables dans ce défi sont identiques à ceux de la composante « Grands défis sociétaux » (*cf.* [§B](#)).

En complément du défi « de tous les savoirs », la composante « Aux frontières de la recherche » inclut un autre instrument visant spécifiquement à stimuler l'émergence de projets à haut risque scientifique : **le programme « OH Risque »**. Ce programme fait l'objet d'un appel à projets spécifique ([voir §E.2](#)).

## 3. Composante « Construction de l'Espace européen de la recherche (EER) et attractivité internationale de la France »

Cette composante met à disposition des chercheurs et des équipes françaises des instruments de financement permettant d'augmenter le rayonnement et l'attractivité de la recherche nationale et de contribuer à la construction de l'Espace européen de la recherche. Ces actions sont complémentaires à celles menées dans le cadre du programme Horizon 2020. Elles visent à impulser

des dynamiques partenariales de recherche de haut niveau et à développer le leadership des équipes françaises dans les programmes européens et internationaux.

Les défis du plan d'action 2015 ont une dimension européenne et internationale forte. D'une part, parce qu'ils ont été conçus, secteur par secteur, en cohérence et en complémentarité avec les défis sociétaux du programme-cadre européen Horizon 2020. Ensuite, parce que plusieurs d'entre eux ont été définis en lien avec des programmes européens (ERA-NET, JPI, COFUND...) et internationaux (Belmont Forum...). Enfin, parce que des accords bilatéraux entre l'ANR et des agences étrangères permettent, au sein des défis, de mettre en place des partenariats stratégiques ou de faciliter la collaboration internationale dans un espace de recherche sans frontières ([voir §F](#)).

La composante « Construction de l'EER et attractivité internationale de la France » se décline, au sein du plan d'action 2015, en plusieurs instruments de financement :

- « Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux » (**MRSEI**) qui vise à renforcer la place et l'influence de la recherche française sur la scène européenne et internationale. Cet instrument fait l'objet d'un appel à projets spécifique ([voir §E-7](#))
- « Accueil de chercheurs de haut niveau » (**@RAction**) qui permet d'accueillir en France des chercheurs du meilleur niveau scientifique. Cet instrument fait l'objet d'un appel à projets spécifique ([voir §E-8](#))
- Le « projet de recherche collaborative - International » (**PRCI**) qui vise à développer des recherches en collaboration avec un second pays dans le cadre d'accords bilatéraux ([voir §B-1](#) pour la description de l'instrument ; et §F - [tableau 1](#) pour le récapitulatif des accords bilatéraux). Cet instrument est inclus dans l'appel à projets générique.
- En plus de ces instruments dédiés, l'ANR développe des **partenariats bi- et multilatéraux** dans le cadre des initiatives de programmation conjointe (JPI), des instruments européens du 7<sup>e</sup> PCRD (de type ERA-NET) et de Horizon 2020 (de type COFUND) mais aussi dans le cadre d'autres actions multinationales sur de grands défis mondiaux (G8 recherche, Belmont Forum...) ([voir §F-tableau 2](#) pour le récapitulatif de ces appels spécifiques)

#### 4. Composante « Impact économique de la recherche et compétitivité »

Cette composante a pour objet de stimuler le partenariat avec les entreprises et le transfert des résultats de la recherche publique vers le monde économique.

Pour atteindre cet objectif, l'ANR propose de soutenir des projets menés en partenariat avec le monde socio-économique et ayant un impact direct en termes économiques et de compétitivité : il s'agit de l'instrument « **Projets de recherche collaborative - Entreprises** » utilisable dans l'appel à projets générique ([voir §B-1](#)). En complément de cet instrument, cette composante s'appuie également sur des programmes spécifiques :

- **LabCom** :  
Afin de créer des laboratoires communs entre organismes de recherche publics et les petites et moyennes entreprises (PME) ou les entreprises de taille intermédiaire (ETI) ([voir §E-3](#))
- **Chaires industrielles** :  
Pour créer des chaires dans les laboratoires publics, co-construites avec les entreprises et financées conjointement par l'ANR et les entreprises ([voir §E-4](#))
- **Institut Carnot** :

Pour développer la recherche contractuelle entre les structures publiques de recherche et le monde socio-économique ([voir §E-5](#))

De plus, c'est au travers de cette composante que l'ANR coopère avec les pôles de compétitivité pour une meilleure adéquation des produits de la recherche avec le monde socio-économique. Ainsi, comme par le passé, les appels ANR seront ouverts à labellisation par les pôles.

### **A-3) AUTRES OPPORTUNITÉS DE FINANCEMENT**

---

En cohérence avec sa mission de financeur de la recherche sur projets, l'ANR établit des partenariats avec d'autres financeurs tels que les ministères en charge de la défense (Direction générale de l'armement – DGA), et de la santé (Direction générale de l'offre de soins – DGOS), la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (CNSA) ou encore la Fondation de recherche pour l'aéronautique et l'espace (FRAE). Ces partenariats représentent des opportunités de financement de projets qui complètent le budget d'intervention propre de l'ANR, soit dans le cadre de l'appel à projets générique, soit dans le cadre d'appels à projets spécifiques. On peut citer par exemple les programmes **Astrid** et **Astrid Maturation**, mis en œuvre par l'ANR et financés par la DGA ([voir §E-6](#)).

Par ailleurs, d'autres organismes publics assurent une mission de financement sur projets et organisent leurs propres appels, comme par exemple l'Institut national du cancer (Inca) ou l'Agence nationale de recherche sur le sida et les hépatites virales (ANRS). Par souci d'efficacité, les projets relevant de ces appels à projets n'ont pas vocation à être soutenus par l'ANR. Il est conseillé aux déposants souhaitant soumettre un projet à l'ANR portant sur des thématiques classiquement soutenus par de tels organismes d'argumenter<sup>6</sup> sur les raisons pour lesquelles ils pensent plus justifié de soumettre leur projet auprès de l'ANR plutôt qu'auprès de ces organismes.

---

<sup>6</sup> Argumentation à insérer dans leur document scientifique de pré-proposition et le cas échéant dans la proposition détaillée.

## B. Instruments de financement de l'appel à projets générique

---

L'appel à projets générique 2015 de l'ANR mobilise plusieurs instruments de financement. Les chercheurs doivent choisir l'instrument de financement qui servira au mieux les objectifs scientifiques et les besoins de leur projet.

Il existe deux catégories d'instruments au sein de l'appel à projets générique 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 collaborative** » correspond aux travaux de recherche définis sur la base de la description des objectifs à atteindre dans un cadre de ressources et de délais prédéfinis. Trois instruments sont proposés : les **projets de recherche collaborative (PRC)**, les « **projets de recherche collaborative - Entreprises** » (**PRCE**), les « **projets de recherche collaborative - International** » (**PRCI**)
- 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. Il s'agit de l'instrument : « **Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs** » (**JCJC**)

A titre indicatif, les montants d'aide accordés aux projets, tous instruments confondus (PRC, PRCE, PRCI, JCJC), sont en général compris entre 100 et 800 k€ pour une durée de 24 à 48 mois, selon le type de consortium, le nombre de partenaires impliqués et les ambitions scientifiques du projet.

### B-1) INSTRUMENTS DE FINANCEMENT DÉDIÉS AUX RECHERCHES COLLABORATIVES

---

#### B-1-1) Projets de recherche collaborative (PRC)

---

Il s'agit 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 académiques ou publiques. Les financements octroyés permettent ainsi par la réalisation de travaux collaboratifs l'accélération des recherches proposées. Cet instrument encourage les équipes de recherche académiques ou publiques 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.

Les évaluateurs impliqués dans le processus de sélection des projets seront amenés à examiner le caractère collaboratif des propositions qui auront été soumises avec cet instrument de financement. Le caractère collaboratif ne s'estime pas au simple nombre de partenaires impliqués dans le projet mais à la plus-value de la collaboration proposée et à l'opportunité que représente



l'obtention du financement sur projet pour mettre en œuvre cette collaboration, dans un contexte d'originalité scientifique par rapport aux travaux scientifiques des structures ou équipes impliquées. Un projet offrant un caractère scientifique de très haut niveau pourra être exceptionnellement autorisé à candidater, même s'il est proposé par une équipe unique.

---

### B-1-2) Projets de recherche collaborative - Entreprises (PRCE)

---

Les projets collaboratifs menés en partenariat entre laboratoire(s) de recherche public(s) et entreprise(s) visent 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 leur capacité d'innovation.

Les évaluateurs impliqués dans le processus de sélection des projets seront amenés à examiner la pertinence et la solidité de ce type de collaboration au sein des propositions soumises avec cet instrument de financement. Le type de collaboration ne s'estime pas à la simple participation de partenaires de type « organisme de recherche » et « entreprise » dans le projet mais aux objectifs de partage de compétences, d'opportunités et d'intérêts dans les résultats issus de la recherche.

---

### B-1-3) Projets de recherche collaborative - International (PRCI)

---

L'ANR travaille en collaboration avec des agences de financement étrangères afin de faciliter les coopérations entre les équipes des différents pays. Elle établit des accords bilatéraux qui peuvent porter sur des thématiques ciblées ou être ouverts à l'ensemble des thèmes de recherche financés par l'ANR. Chaque agence finance alors ses équipes nationales.

L'instrument de financement « Projets de recherche collaborative - International » (PRCI) est dédié à ces collaborations bilatérales. Une forte synergie est attendue et doit se concrétiser par une implication équilibrée des partenaires français et étrangers, et par une identification de réels coordinateurs scientifiques des projets dans chacun des pays. Les projets peuvent impliquer des partenaires de type « organisme de recherche » exclusivement, ou associer également une (ou plusieurs) entreprise(s).

Pour le plan d'action 2015, les pays concernés par ces accords bilatéraux sont<sup>7</sup> (voir [tableau 1 §F-2](#)):

- En Europe : l'Allemagne, l'Autriche, la Suisse
- A l'international : le Canada, le Brésil, la Turquie, l'Inde, la Chine, Singapour, Taïwan, Hong Kong

**Des annexes** spécifiques à chaque pays décrivent les thèmes éligibles et les modalités particulières de soumission et de sélection qui s'ajoutent aux modalités de l'appel à projets générique décrites dans le guide du déposant. Ces annexes sont disponibles pour chaque pays sur la page web de l'ANR dédié à l'appel à projets générique (<http://www.agence-nationale-recherche.fr>).

---

<sup>7</sup> Liste établie à la date de parution du PA 2015, susceptible d'être complétée ou modifiée : les déposants sont invités à consulter le site de l'ANR

Les évaluateurs impliqués dans le processus de sélection des projets seront amenés à examiner le caractère international des propositions soumises avec cet instrument de financement. Le caractère international ne sera pas estimé à la simple participation de partenaires de plusieurs pays dans le projet, mais à l'équilibre de la collaboration et au partage de compétences, ainsi qu'aux opportunités et aux intérêts communs en termes de plus-value scientifique.

**Remarque :** Il est également possible, en dehors de ces accords bilatéraux, de soumettre un projet en collaboration avec une ou plusieurs équipes étrangères de n'importe quel pays. Dans ce cas, l'(les) équipe(s) étrangère(s) devra(ont) assurer son (leur) propre financement en participant sur fonds propres ou par le biais de financements nationaux. Pour ce qui concerne la soumission à l'appel à projets générique, le déposant devra soumettre son projet en utilisant l'instrument « **PRC** » ou « **PRCE** » (décrits ci-dessus), et non l'instrument « **PRCI** » qui est réservé exclusivement aux collaborations dans le cadre d'accords bilatéraux entre l'ANR et des agences étrangères.

## B-2) INSTRUMENT DÉDIÉ AUX INDIVIDUS

---

### B-2-1) Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs (JCJC)

---

L'objectif de l'instrument de financement « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » (JCJC) est de préparer la nouvelle génération de jeunes chercheuses ou 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 à favoriser la prise de responsabilité, l'acquisition d'une culture de la recherche par projet, tout en permettant à la jeune chercheuse ou au jeune chercheur de développer de façon autonome une thématique propre, de constituer l'ébauche d'une équipe ou d'en consolider une, et d'exprimer rapidement ses capacités d'innovation.

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

L'instrument de financement est ouvert aux chercheurs ayant obtenu leur thèse de doctorat (ou tout diplôme (ou qualification) correspondant au standard international du PhD) depuis moins de 10 ans (obtention postérieure au 31 juillet 2004). Il n'y a pas de limite d'âge. Ciblé sur l'individu, cet instrument prévoit le financement de la seule équipe du jeune chercheur (pas de financement d'éventuels partenaires ou collaborations).

Les évaluateurs impliqués dans le processus de sélection des projets JCJC seront amenés à examiner le bien-fondé de la prise d'autonomie scientifique par la jeune chercheuse ou le jeune chercheur. Celui-ci ne s'estime pas par la simple vérification de l'adéquation du coordinateur scientifique au critère de délai de soutenance de thèse mais aux objectifs scientifiques du projet. Les projets portant sur des thématiques largement développées au sein du laboratoire d'accueil n'entrent pas *a priori* dans ce cadre.

## C. Soumission, évaluation, sélection dans l'appel à projets générique

---

Les projets relatifs aux grands défis sociétaux ou au « défi de tous les savoirs » de type PRC, PRCE, ou JCJC (voir § B) soumis en réponse à l'**appel à projets générique** (AAP générique) seront traités selon les modalités de soumission, d'évaluation et de sélection décrites ci-après (§ C.1 à C.4). Les « projets de recherche collaborative – International » (PCRI) entrant dans le cadre d'accords bilatéraux, sont à soumettre également à l'**AAP générique**, mais seront évalués selon une procédure particulière (§ C.5). Les modalités ci-dessous ne s'appliquent pas aux **autres appels et programmes du plan d'action 2015** (notamment Challenges, OH Risque, LabCom, Chaires industrielles, Carnot, Accueil de chercheurs de haut niveau, MRSEI, Astrid, ...), ni aux appels européens et internationaux spécifiques (ERA-NET, JPI...), qui font chacun l'objet d'un document d'appel à projets spécifique. Il est recommandé de suivre l'agenda et les textes de ces appels à projets 2015 sur le site de l'ANR.

### C-1) DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCESSUS D'ÉVALUATION ET DE SÉLECTION

---

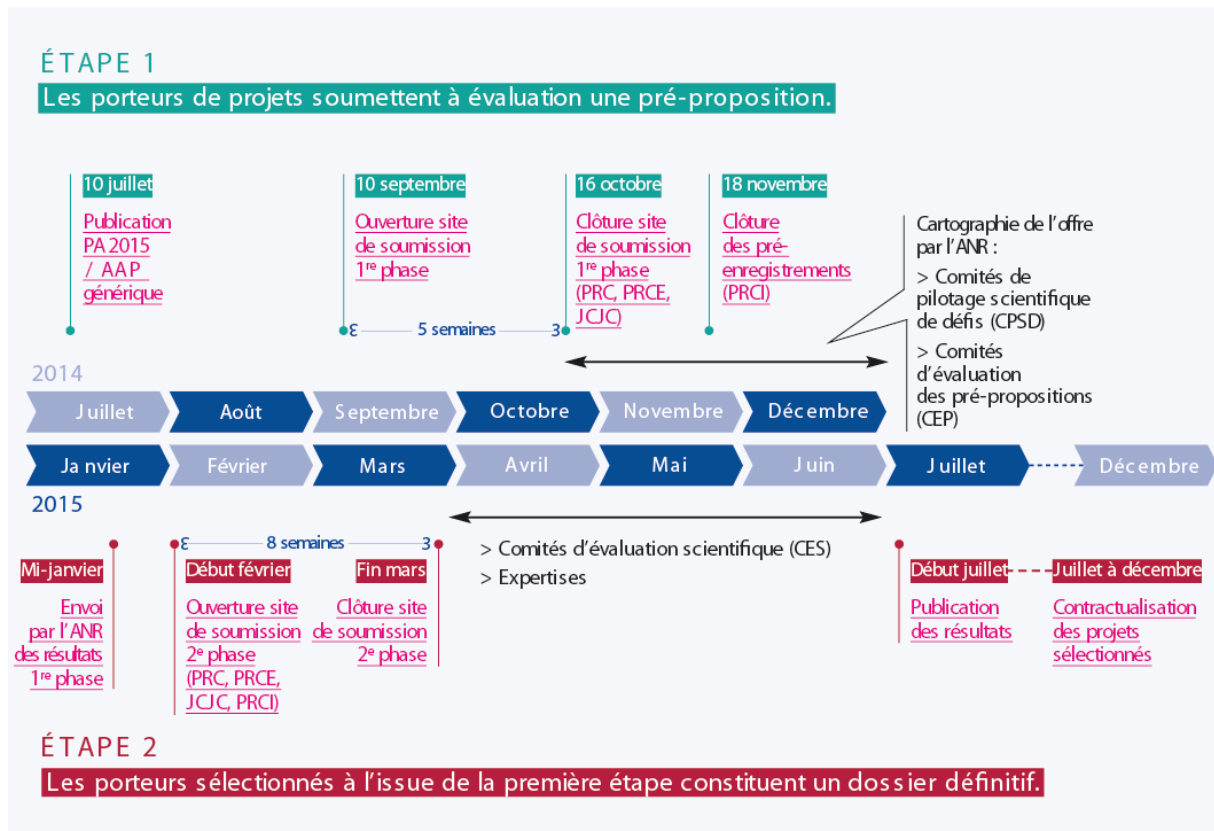
La sélection des projets (**hors PCRI**) soumis à l'appel à projets générique se fait **en deux étapes**. Une première étape a pour objectif d'identifier, sur la base d'une courte pré-proposition, les 2500 à 3000 projets qui seront invités à concourir à la deuxième étape, tous défis confondus (grands défis sociétaux et défi « de tous les savoirs »). 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 et sont détaillés dans les paragraphes suivants : § C.3 pour les pré-propositions, et § C.4 pour les propositions détaillées.

En raison de contraintes calendaires induites par les accords bilatéraux, les déposants souhaitant soumettre un projet **de type PCRI** devront pré-enregistrer leur projet sur le site de l'ANR et seront invités à soumettre leur proposition détaillée en même temps que les projets PRC, PRCE et JCJC. La sélection des projets PCRI sera ensuite réalisée uniquement dans le cadre de la seconde étape sur la base d'une proposition détaillée selon les modalités décrites au § C.5.

Le processus général d'évaluation et de sélection s'appuie sur différents acteurs :

- Les **comités de pilotage scientifique de défi (CPSD)** qui sont composés d'experts de haut niveau stratégique, de représentants d'Alliances, d'experts internationaux, d'industriels, de représentants de pôles de compétitivité et de représentants institutionnels (ministères, agences) représentatifs du défi.
- Les **comités d'évaluation des pré-propositions (CEP)** qui sont composés de personnalités chevronnées ayant une vision large des champs de recherche soutenus dans le cadre des grands défis et ayant des compétences opérationnelles de recherche.
- Les **comités d'évaluation scientifique (CES)** qui sont composés de personnalités qualifiées françaises ou étrangères appartenant aux communautés de recherche concernées par les défis, et qui peuvent être issus de la sphère publique ou privée.
- Les **experts spécialistes du (ou des) domaine(s) concerné(s) par le projet**, qui sont proposés par les membres des CES et qui réalisent, via une interface dédiée, des évaluations écrites d'un ou plusieurs projets sans participer directement aux travaux de comités.
- Les **pôles de compétitivité** qui sont des acteurs du processus global de soumission, d'évaluation et de sélection avec un rôle particulier au cours de chacune des étapes.

Le schéma suivant résume l'ensemble du processus de soumission d'évaluation et de sélection.



*Schéma général et calendrier prévisionnel du processus de soumission, de sélection et d'évaluation en deux étapes*

## C-2) SOUMISSION DES PRÉ-PROPOSITIONS

La soumission des pré-propositions se fait en ligne, sur le site de soumission (adresse disponible sur le site de l'ANR), jusqu'à la date de clôture indiquée sur la page dédiée à l'appel générique sur le site internet de l'ANR.

- Le lien vers le site de soumission sera disponible sur la page dédiée à l'appel à projets générique sur le site de l'ANR
- Les instructions pour la préparation des pré-propositions et de la proposition détaillée (format, contenu) sont explicitées dans le **guide des déposants** disponible sur la page dédiée à l'appel générique sur le site internet de l'ANR.

Les pôles de compétitivité seront invités par l'ANR à émettre des avis sur les pré-propositions ayant demandé leur soutien. Ces avis porteront essentiellement sur les caractéristiques des projets ayant un lien direct avec les compétences des pôles : la levée de verrous, les débouchés potentiels, les impacts sur les entreprises, les filières, les territoires, la cohérence avec les feuilles de route pôle et avec les spécialisations des territoires.

## C-3) EVALUATION DES PRÉ-PROPOSITIONS

---

L'ANR examine l'éligibilité des pré-propositions selon les critères indiqués au § C-3-1 et réalise une cartographie de l'offre. Cette cartographie consiste à établir une représentation des pré-propositions soumises pour chaque défi en tenant compte des informations fournies par les déposants lors de la soumission en ligne, notamment :

- le défi,
- l'axe du défi,
- l'instrument de financement : PRC, PRCE, PRCI ou JCJC,
- l'objet principal de la recherche (OPR) parmi une liste proposée dans chaque défi sociétal,
- l'application principale de la recherche (APR) parmi une liste proposée dans chaque défi sociétal,
- un (ou des) mot(s) clé(s) parmi la liste issue des *European Research Council (ERC) panel descriptors* dans le cas du défi « de tous les savoirs ».

La cartographie est présentée au comité de pilotage scientifique de chaque défi (CPSD) qui la valide. Pour les projets concernés, l'information relative au soutien par des pôles de compétitivité est portée à la connaissance des CPSD.

Chaque pré-proposition est transmise à trois membres de CEP du défi concerné pour évaluation selon les critères indiqués au § C-3-2. Les membres du CEP notent chaque critère.

Les pré-propositions sont classées 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). Le résultat est communiqué aux CPSD qui préciseront les seuils de sélection et valident ainsi la liste des pré-propositions qui pourront donner lieu à la soumission d'une proposition détaillée au sein du défi concerné. L'ANR établit alors la liste des 2500 à 3000 pré-propositions invitées à soumettre une proposition détaillée tous défis confondus.

L'ANR informe l'ensemble des coordinateurs scientifiques du résultat de cette première étape et invite les coordinateurs des pré-propositions retenues à soumettre une proposition détaillée pour la 2<sup>nd</sup>e étape de l'évaluation.

---

### C-3-1) 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 telles que décrites dans le guide des déposants.

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>8</sup> dans le cadre de cet appel générique.

---

### C-3-2) Critères d'évaluation des pré-propositions

---

Les membres des CEP examinent les pré-propositions dans le cadre du défi ciblé et au regard des orientations de l'appel à projets, selon les trois critères d'évaluation suivants (cf. guide du déposant) :

- Pertinence et caractère stratégique du projet
- Potentiel des objectifs scientifiques et/ou technologiques
- Cohérence de la pré-proposition

---

### C-4) EVALUATION DES PROPOSITIONS DÉTAILLÉES

---

Les déposants invités à soumettre une proposition détaillée disposent d'environ huit semaines pour la préparer. La soumission des propositions détaillées se fait en ligne sur le site dédié (adresse disponible sur le site de l'ANR) jusqu'à la date de clôture indiquée sur la page dédiée à l'appel générique sur le site internet de l'ANR (date prévisionnelle : 30 mars 2015). 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 § C-4-1, en s'appuyant sur l'avis des membres du comité d'évaluation scientifique (CES) si nécessaire.

Les propositions détaillées sont ensuite évaluées par les membres des CES qui prennent en compte les avis d'experts. L'ensemble des évaluations des propositions détaillées est strictement réalisé sur la base des critères proposés dans ce document (cf. § C-4-2). L'information relative au label des pôles de compétitivité est communiquée aux CES.

La liste des propositions détaillées sélectionnées par l'ANR 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>).

---

<sup>8</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 défini dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

---

### C-4-1) 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 (cf. guide des déposants),
- 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 souhaitant bénéficier d'une aide**. Les déposants sont donc invités à s'assurer le plus tôt possible 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>9</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>10</sup>.

---

### C-4-2) Critères d'évaluation des propositions détaillées

---

Les experts et les membres des CES sont appelés à examiner les propositions détaillées selon les trois critères d'évaluation suivants (cf. guide des déposants) :

- Excellence scientifique et/ou caractère innovant pour la recherche technologique,
- Construction et faisabilité du projet,
- Impact global du projet.

La pertinence des éventuelles évolutions de la proposition par rapport à la pré-proposition feront en outre l'objet d'un éventuel commentaire par les experts. Les membres du CES concerné se prononceront sur la conformité de la proposition détaillée par rapport à la pré-proposition. Si les écarts sont jugés importants, le CES pourra déclarer la proposition non conforme. La proposition sera alors non sélectionnée, même si les autres critères sont jugés excellents par les experts.

---

<sup>9</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>10</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.

## C-5) MODALITÉS DE SOUMISSION DES « PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIVE-INTERNATIONAL » (PRCI)

---

La sélection des « projets de recherche collaborative - International » (PRCI) se fera **en une seule étape** avec **une phase initiale de pré-enregistrement**.

Les déposants n'auront pas à soumettre de pré-proposition. En revanche, ils devront obligatoirement pré-enregistrer leur intention de déposer un projet « PRCI » sur le site de soumission dédié (adresse disponible sur le site de l'ANR) et ce avant la date limite du 18 novembre 2014. Ils seront ensuite invités à soumettre une proposition détaillée en même temps que les déposants ayant choisi les instruments PRC, PRCE ou JCJC sélectionnés à l'issue de la première étape.

Les critères d'éligibilité seront identiques à ceux des propositions détaillées des autres instruments de l'appel à projets générique (§C-4-1), auxquels s'ajouteront des critères supplémentaires en fonction des pays (critères décrits dans les **annexes spécifiques** disponibles sur la page dédiée à l'appel à projets du site internet de l'ANR).

Les propositions détaillées seront évaluées avec les propositions détaillées des autres instruments de financement de l'appel à projets générique en utilisant les critères d'évaluation identiques (§ C-4-2). Deux **critères supplémentaires** seront également évalués par les experts et les membres de CES :

- Equilibre des contributions scientifiques et financières respectives des partenaires de chaque pays.
- Valeur ajoutée de la coopération internationale et bénéfique pour la France.

Après classement des propositions détaillées par les comités d'évaluation scientifique, l'ANR confronte les résultats de ce processus de sélection avec celui mené par les agences de financement étrangères. Les deux critères supplémentaires seront utilisés pour alimenter les discussions avec l'agence de financement étrangère pour aboutir à des listes communes de projets à financer.



## D. Les défis de l'appel à projets générique

---

### Contexte général

---

L'appel à projets générique du plan d'action 2015 propose neuf des dix défis sociétaux définis dans le cadre de la Stratégie nationale de recherche (SNR), ainsi qu'un défi supplémentaire, le défi « de tous les savoirs ». Ces défis ont été rédigés de façon collective et concertée, en tenant compte notamment des priorités exprimées par les ateliers mis en place pour élaborer la SNR<sup>11</sup>, mais également des contributions des cinq Alliances<sup>12</sup>, du CNRS, des ministères concernés<sup>13</sup>, et des comités de pilotage scientifiques du plan d'action 2015 qui associent des experts nationaux et internationaux, des industriels et des représentants institutionnels.

Les défis couvrent des recherches à la fois fondamentales, finalisées et appliquées, des recherches cognitives sur des mécanismes fondamentaux et des recherches orientées selon des priorités thématiques à forts enjeux :

- Défi sociétal 1 « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique »
- Défi sociétal 2 « Energie propre, sûre et efficace »
- Défi sociétal 3 « Stimuler le renouveau industriel »
- Défi sociétal 4 « Vie, santé et bien-être »
- Défi sociétal 5 « Sécurité alimentaire et défi démographique »
- Défi sociétal 6 « Mobilité et systèmes urbains durables »
- Défi sociétal 7 « Société de l'information et de la communication »
- Défi sociétal 8 « Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives »
- Défi sociétal 9 « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents »
- Défi « de tous les savoirs »

Composante « Grands défis sociétaux »  
et Composante « Aux frontières de la recherche »

Les neuf défis sociétaux font partie de la composante « Grand défis sociétaux » du plan d'action 2015. Ces défis visent à encourager des recherches thématiques, multidisciplinaires et intégratives autour de grandes questions sociétales.

Le défi « de tous les savoirs » s'inscrit dans la composante « Aux frontières de la recherche » qui vise à maintenir, pour toutes les communautés scientifiques, des possibilités de financement de projets qui n'entrent pas visiblement dans les périmètres des défis sociétaux.

Pour ces dix défis, les projets de recherche doivent être soit de type collaboratif (PRC, PRCI, PRCE), soit portés par de jeunes chercheuses ou chercheurs (JCJC).

---

<sup>11</sup> <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid78802/strategie-nationale-de-recherche-bilan-des-travaux-des-10-ateliers.html>

<sup>12</sup> Allenvi, Allistene, Ancre, Athena, Aviesan

<sup>13</sup> Ministères en charge de : recherche et enseignement supérieur, agriculture, écologie, santé, industrie, défense, affaires étrangères, culture, éducation nationale

### Composante « Construction de l'espace européen de la recherche et attractivité internationale »

L'ensemble des défis du plan d'action 2015 s'inscrit également dans la composante « Construction de l'Espace européen de recherche et attractivité internationale de la France ». Cela se traduit pour les équipes françaises par une facilitation à monter des consortiums incluant des équipes étrangères en profitant notamment des accords bi- ou multinationaux conclus entre l'ANR et d'autres agences de financement en Europe et dans le monde. Le détail des partenariats et des appels européens ou internationaux prévus en 2015 en lien avec les défis de l'appel à projets générique (partenariats bilatéraux, ERA-NET, JPI, Belmont Forum...) est indiqué dans l'encadré d'en-tête de chaque défi. L'instrument « projet de recherche collaborative - International » (PRCI) de l'appel à projets générique permet quant à lui de faire émerger des équipes franco-étrangères d'excellence en s'appuyant sur des partenariats préalablement conclus entre la France et un second pays, européen ou non.

### Composante « Impact économique de la recherche et compétitivité »

La quatrième composante du plan d'action 2015 intitulée « Impact économique de la recherche et compétitivité » se traduit dans l'appel à projets générique par l'instrument « projet de recherche collaborative - Entreprises » (PRCE). Cet instrument permet aux équipes de monter des projets en partenariat public-privé. Il a pour but de faciliter le transfert des connaissances entre le milieu académique et le milieu économique pour aider au renforcement de la compétitivité nationale.

---

## Multidisciplinarité, transversalités et interfaces

---

Les défis de l'AAP générique se caractérisent par leur caractère multidisciplinaire. Face aux grands enjeux de société, il devient en effet de plus en plus nécessaire de mettre à profit, de façon intégrée, plusieurs types d'expertises et de savoir-faire.

Il existe par ailleurs, un certain nombre de sujets de recherche transversaux à plusieurs défis, et qui ont été identifiés en grande partie lors de la cartographie effectuée à partir des pré-propositions soumises en 2013 (appel à projets générique du plan d'action 2014). Dans le but de guider les déposants vers le défi le plus adéquat pour leur projet, une liste (non exhaustive) des sujets transversaux possibles a été constituée :

- les sujets susceptibles d'être traités, selon l'objet d'étude, dans deux défis sont indiqués dans l'encadré d'en-tête de chaque défi concerné, avec renvoi systématique vers l' (les)autre(s) défi(s) concerné(s) (cf item « Interfaces » de chaque défi),
- d'autres sujets transversaux sont susceptibles d'être traités très largement, selon l'objet d'étude, dans la plupart des défis. Ces derniers sont présentés en détail ci-dessous et sont cités, uniquement pour rappel dans l'encadré d'en-tête de chaque défi (cf item « Interfaces »).

*Il est conseillé aux déposants de lire les défis concernés dans leur intégralité pour en connaître les contours précis. En fonction du contexte ou de la finalité de leur projet de recherche, et au regard des questions sociétales soulevées dans chacun des défis, il reviendra aux déposants de positionner leur projet dans le défi qui leur correspond le mieux.*

#### **DONNEES MASSIVES (« BIG DATA ») :**

Les projets de recherche portant sur les données massives (*big data*), la simulation, la modélisation et le calcul intensif sont susceptibles d'être déposés dans **tous les défis**.

Les pré-propositions qui s'attachent à l'expérimentation ou la modélisation de phénomènes doivent être soumises dans **les défis sociétaux** correspondant au domaine d'application concerné (climat/environnement, énergie, industrie, santé, alimentaire, sécurité globale...). Les pré-propositions impliquant des équipes interdisciplinaires ayant recours au traitement de données massives et au calcul intensif relèvent du **défi 7** (axe 8 « Données massives et calcul intensif: enjeux et synergies pour la simulation numérique »), voir aussi le rapport de l'Atelier de réflexion prospective <http://mathsinterre.fr>. Les pré-propositions qui visent la collecte et l'analyse des données massives d'interaction, l'extraction des connaissances pour comprendre et prévoir, l'aide à la décision relèvent également du **défi 7** (axe 7 « Interactions humain-machine, objets connectés, contenus numériques, données massives et connaissance »).

#### **BIOLOGIE :**

Les projets de recherche en biologie fondamentale ou appliquée peuvent relever des **défis 1, 2, 4, 5, 9** et du **défi « de tous les savoirs »**.

Les recherches fondamentales visant à décrypter des mécanismes généraux du vivant n'affichant pas de visées applicatives sont à déposer en **défi 4**, de même que les recherches amont sur la mise au point d'outils génériques de recherche transposables à plusieurs utilisations. Les recherches ayant des visées applicatives pour l'homme, y compris à long terme sont également à déposer en **défi 4**. Les recherches fondamentales ou à visées applicatives, y compris à long terme, concernant les bioénergies sont à déposer en **défi 2**, celles concernant les productions alimentaires ou non alimentaires sont à déposer en **défi 5**. Les projets concernant l'évolution et les services de la biodiversité sont à déposer en **défi 1**. Les recherches concernant les menaces biologiques (agents, détection, contre-mesures, gestion de crise...) sont à déposer en **défi 9**. Les composantes de la biologie fondamentale qui ne trouveraient pas explicitement leur place au sein des neuf défis sociétaux sont à déposer dans le **défi « de tous les savoirs »**.

#### **BIOTECHNOLOGIES :**

Selon leurs champs d'études et d'applications, les projets de recherche en biotechnologies relèveront des **défis 1, 2, 3, 4 ou 5**.

Les projets de biotechnologies en santé sont à déposer en **défi 4**. Les projets de biotechnologies visant la production de carburants avancés relèvent du **défi 2**. Les biotechnologies visant la valorisation alimentaire ou non alimentaire des bioressources relèvent du **défi 5**. Les projets visant l'optimisation ou le développement de nouveaux bioprocédés pour des applications industrielles, de produits originaux ou de molécules par exemple à visée thérapeutique sont à déposer dans le **défi 3**. Les projets visant la remédiation des milieux environnementaux ou le développement de capteurs environnementaux sont à déposer dans le **défi 1**.

#### SANTE-ENVIRONNEMENT :

L'ANR souhaite encourager les projets intégrant l'environnement, les écosystèmes, la population et l'anthropisation pour une vision globale de la Santé, dans l'approche « One Health », notamment dans les domaines des maladies émergentes et de la toxicologie-écotoxicologie. Ces projets peuvent être déposés, en fonction de l'objet d'étude, dans les **défis 1, 4 ou 5**.

Les projets de recherche centrés sur l'Homme, la toxicologie, les pathologies zoonotiques et la médecine préventive, relèvent du **défi 4**. Les projets se focalisant sur le rôle de l'environnement dans les maladies émergentes, et sur les aspects végétaux ou vétérinaires, seront à adresser au **défi 1** ou au **défi 5** (pour les écosystèmes exploités). L'écotoxicologie, la métrologie de la contamination de l'environnement et la remédiation sont traités dans le **défi 1**, toutefois les études focalisées exclusivement sur des écosystèmes exploités ou la contamination alimentaire relèvent du **défi 5**.

#### CAPTEURS :

Les projets "capteurs" dédiés à un domaine d'application particulier (environnement/climat, énergie, santé, alimentaire, sécurité globale...), dès la preuve de concept, doivent être soumis dans le défi correspondant, à savoir **défi 1, défi 2, défi 4, défi 5** ou **défi 9** respectivement.

Les projets "capteurs" soumis dans le domaine des STIC (**défi 7**) concerneront la conception-fabrication de capteurs utilisant les nanotechnologies et les capteurs ayant des capacités de mesure à l'échelle nano. Le **défi 7** concerne également les mécanismes et protocoles de communication entre capteurs et plus largement les interactions entre objets connectés. Les projets qui adressent les performances (sensibilité, sélectivité,...) des capteurs physiques, chimiques et biologiques pour l'usine et les produits du futur et plus généralement la métrologie industrielle (capteurs/détecteurs de gaz, par exemple) seront soumis au **défi 3**, hors agents NRBC-E<sup>14</sup>, traités dans le **défi 9** et applications environnementales traitées en **défi 1**.

#### ROBOTIQUE :

Les projets de robotique industrielle, qu'ils concernent une brique technologique ou une solution complète, et quel que soit le type de recherche (recherche fondamentale, recherche industrielle, développement expérimental), doivent être déposés dans le **défi 3**.

Les projets de robotique dédiés à un autre domaine d'application particulier, lorsque les bases scientifiques et technologiques de la solution robotique ne sont pas l'objet prioritaire de la recherche, doivent être soumis dans le défi correspondant, à savoir pour le climat et l'environnement, la santé, l'agriculture, les transports, ou la sécurité globale : le **défi 1, défi 4, défi 5, défi 6** ou **défi 9** respectivement. Les projets de robotique soumis dans le domaine du numérique (**défi 7**) concerneront les recherches de base et la recherche intégrative ayant plusieurs domaines d'applications. Le **défi 7** concerne également les mécanismes et protocoles de communication entre robots et plus largement les interactions entre objets connectés.

<sup>14</sup> NRBC-E = Agents de la menace "Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique – Explosif"

## D-1) DEFI 1 - GESTION SOBRE DES RESSOURCES ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

---

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Chine (gestion de l'eau et décontamination) ;
- Turquie (géosciences marines, risques sismiques, fonctionnement des écosystèmes marins) ;
- Brésil (recherches marines).

**La liste des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- Belmont Forum CRA on "Arctic Observing and Research for Sustainability"; on "Scenarios of Biodiversity and Ecosystem Services"; on "Transformations to Sustainability";
- JPI Climate/Belmont Forum "Climate Predictability";
- JPI Ocean "Ecological Aspects of Micro-plastics";

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### **Données massives / Biologie / Biotechnologies / Santé-Environnement / Capteurs / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 1**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Ecosystèmes :** les projets dont l'objet central de la proposition concerne l'étude du fonctionnement des écosystèmes exploités, leurs adaptations et le développement de systèmes de production innovants durables relèvent du **défi 5**. Lorsque les projets portent sur des écosystèmes non exploités

ou sur leurs interactions avec des écosystèmes exploités, ou que l'objet central concerne les impacts ou la gestion de l'environnement, ils relèvent du **défi 1**.

**Territoires urbains:** les territoires urbains et l'écologie urbaine, essentiels aux problématiques de changements globaux, sont regroupés dans le **défi 6** d'une manière générale, dès lors que le projet s'intéresse principalement à la dimension spécifiquement urbaine d'une problématique (adaptation aux changements climatiques, agriculture en ville...). S'il n'y a pas de dimension spécifiquement urbaine, le projet doit être rattaché au défi qui traite de l'autre enjeu.

**Risques environnementaux:** la gestion de crise sur le plan opérationnel, organisationnel, logistique, économique, etc. relève du **défi 9**. Les risques naturels et les origines possibles d'une crise (caractérisation de l'aléa et des facteurs de risques, outils et méthodes pour l'observation...), les systèmes prévisionnels, l'évaluation des menaces et les seuils d'alertes relèvent du **défi 1**. Les processus géophysiques et géodynamiques précurseurs des aléas telluriques relèvent du **défi « de tous les savoirs »**.

**Ressources minérales, matériaux :** la production de connaissances sur les gisements de ressources minérales primaires relève du **défi 1** ; les projets portant sur les méthodes et technologies pour extraire, séparer, traiter, recycler les matériaux utilisés par les technologies de l'énergie doivent s'inscrire dans le **défi 3** ; en revanche, toutes les recherches concernant l'utilisation de matières premières minérales pour des applications dans le domaine de l'énergie relèvent du **défi 2**.

**Socio-systèmes, migrations :** les aspects sociopolitiques et juridiques des migrations environnementales relèvent du **défi 8**, de même pour les catastrophes comme révélateurs des fractures sociales. Le débat sur la place des migrations climatiques ou environnementales dans l'ensemble des migrations en général relève de l'axe 2 du **défi 8**.

**Paléo-environnements :** les projets offrant peu d'analogues avec l'ère Anthropocène relèvent du **défi « de tous les savoirs »**.

## Introduction

Dans un contexte marqué par l'augmentation de la population mondiale et le renouvellement accéléré des besoins en termes d'énergie, de matières premières, de produits et de services, les **changements environnementaux** prennent une acuité renforcée, **de l'échelle du paysage à celui de la planète** (climat, érosion de la biodiversité, dégradation des sols, pollution de l'air et des eaux douces et marines, etc.). Cette nouvelle ère, dite Anthropocène, impose la nécessité d'une **gestion intégrée** des **environnements** et des trajectoires de **développement** des sociétés humaines dans leurs diversités.

Ce défi nécessite à la fois de développer des connaissances sur les **processus** à l'origine des changements et sur leurs **conséquences** locales ou régionales sur les **ressources**, les **sociétés** et les activités humaines, notamment celles qui reposent sur les **services écosystémiques** (cf. [Millennium Ecosystem Assessment](#)). Ce défi concerne aussi les innovations sociales, politiques et technologiques pour **éviter** ou **réduire** les impacts, **compenser** ou **réhabiliter** les milieux, et **s'adapter** aux nouvelles contraintes et opportunités. Il contribue aux grandes initiatives internationales du domaine ([GEO](#), [Future Earth](#), [GFCS](#), [IPCC](#), [IPBES](#), [SDG...](#)) et est soutenu par des appels internationaux du [Belmont Forum](#).

Ainsi, dans le contexte de la construction de l'Espace européen de la recherche (EER), ce défi vise à encourager la **coordination française de projets européens** :

- tout d'abord dans le cadre de **Horizon 2020**, les déposants sont encouragés à utiliser l'**instrument de financement MRSEI** (« Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux ») décrit au §E.7 pour répondre aux i) aux appels à la frontière des connaissances du Conseil européen de la recherche (ERC), ou ii) aux appels thématiques [Societal Challenge 5](#) « *Climate action, environment, resource efficiency and raw materials* » ;

- ensuite, dans le cadre des appels des **Initiatives de Programmation Conjointe** ([JPI Climate](#), [JPI Oceans](#), [JPI Water](#)) et des ERA-NET associés (e.g. [BiodivERSA](#), les déposants sont invités à consulter le détail et l'actualité des appels auxquels participe l'ANR sur le site web de l'Agence.

De **nombreuses disciplines scientifiques sont sollicitées** : les sciences humaines et sociales, de l'environnement, de la vie et de la terre, de l'ingénieur, mais également, dans certains cas, les mathématiques, les sciences de l'information et de la communication, des disciplines du domaine de la santé. Une forte **variété de projets** est attendue selon les thèmes, allant de la recherche **académique** à des partenariats avec les acteurs du secteur **privé, public** et de la **société civile**. Le défi s'organise en 5 axes et 16 thèmes, allant d'objets de recherche amont à des applications multiples.

---

## Axe 1 : Comprendre et prévoir les évolutions de notre environnement

---

Evaluer et prédire les changements environnementaux nécessite de consolider le **socle des connaissances** sur les processus dynamiques, physico-chimiques, biologiques des différents compartiments du **système Terre** sur de **multiples échelles** de temps et d'espace. Un des enjeux est de nourrir des approches intégrées de notre environnement. Une **instrumentation innovante**, tant pour conduire des expériences en laboratoire ou *in situ* que pour réaliser des observations *in situ* ou télé-détectées, est notamment attendue (voir axe 4 pour les capteurs à vocation opérationnelle).

### Fonctionnement et évolution 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 **océans** et **cryosphère**, sont en interactions étroites avec la géosphère, la biosphère et les sociétés humaines. Les enjeux sont de mieux comprendre et représenter les processus et réduire les biais et incertitudes des modèles (gaz-aérosols-nuages, circulations océaniques, biogéochimie marine, pilotes des flux et mécanismes dissipatifs, phénomènes non linéaires ou chaotiques, emboîtements d'échelles et d'espaces, télé-connections, interfaces entre les milieux, grands cycles de l'eau, du carbone, de l'azote, ...).

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 (induits par les rejets de gaz et matières). Des études sont encouragées sur i) l'utilisation des **proxies** et des **chroniques** historiques sur les **derniers millénaires** ou sur ii) des périodes anciennes où des **analogues de transition rapide** permettent d'éclairer l'interprétation des variabilités et des tendances sur le siècle actuel. Tirer parti de grandes **ré-analyses** mondiales du système Terre sur les dernières décennies voire siècles est encouragé pour une meilleure compréhension des modes de variabilités **régionales**, des **extrêmes** associés et de leur **prévisibilité**. Les échelles **saisonnière à décennale**, charnière entre prévision saisonnière et projections climatiques sur le siècle, s'avèrent indispensables à la prise de décision sur l'adaptation.

### Fonctionnement et évolution de la zone critique (des surfaces continentales)

La zone critique s'étend du sommet **de la canopée aux formations géologiques non altérées** du proche-sous-sol, et comprend les zones non saturées et saturées en eau. Son **caractère multifonctionnel** agit au cœur des écosystèmes, exploités ou non, du fait de sa production de biens marchands, des services éco-systémiques rendus et des possibles rétroactions avec le fonctionnement du système Terre : **régulation** du climat, **transferts** d'eau, gaz à effet de serre, éléments minéraux, **cycles** biogéochimiques, **conservation** des ressources, **fertilité** des sols, biodiversité,.... S'en dégagent de multiples questionnements sur les **interactions** entre sols, masses d'eau, atmosphère et organismes vivants, le couplage des cycles bio-géochimiques des éléments majeurs, mineurs, traces et contaminants, ainsi que les isotopes (stables, radioactifs), les transferts d'énergie et de matières (transports solides ou en suspension...). Comprendre le fonctionnement de



la zone critique est aussi déterminant pour l'état des ressources en **eaux souterraines** et celui des **cours d'eau** et de la zone hyporhéique par le biais des relations nappe-rivière. Des recherches sont nécessaires pour mesurer et modéliser les cinétiques de **pédogénèse** ou de **dégradation des sols** (tassement, érosion, mouvements de masse, baisse de fertilité, contamination, salinisation,...), les processus de **renouvellement ou dégradation des eaux** continentales (quantité, qualité, disponibilité) et ceux de la **biodiversité** associée. Il s'agit enfin d'analyser et modéliser la **réponse** des hydro-systèmes et des sols à de nouvelles **conditions d'usages** et aux **pressions de changements** globaux, notamment liés au climat en interaction avec le développement des activités humaines (agriculture, urbanisation, littoralisation...)

### Fonctionnement et adaptation des espèces, des écosystèmes naturels et anthropisés, continentaux et marins

La compréhension accrue des liens entre climat, biodiversité et [agro]écosystèmes, à des échelles allant **du paysage au global**, permettra d'appréhender la **résilience** des écosystèmes et la **capacité** des écosystèmes à produire une multiplicité de services. L'enjeu est de **concilier la protection** de la biodiversité, **l'adaptation** aux changements et la fonction d'appui des **services écosystémiques** au maintien ou à l'augmentation de la production<sup>15</sup> agricole, forestière ou marine. Des connaissances fondamentales sont requises sur **l'évolution de la biodiversité** et la **dynamique des populations** dans leur écosystème (émergence, extinction, colonisation, invasion,...), en privilégiant les réponses au changement climatique, aux modifications environnementales et aux pressions anthropiques.

Les recherches attendues visent à mieux connaître la **capacité d'adaptation ou d'évolution** d'un système en fonction de sa **biodiversité fonctionnelle** en analysant les **interactions** spatiales, temporelles et **entre niveaux trophiques**. Cela couvre toutes les espèces, modèles ou non, sauvages ou exploitées, et tous les types d'écosystèmes, naturels et anthropisés. Des études sont particulièrement encouragées sur i) l'altération des milieux **marins** ou **aquatiques** avec des enjeux de ressources halieutiques, ii) la dynamique d'**adaptation des espèces** (animales, végétales, microbiennes) et des écosystèmes face aux changements climatiques et environnementaux (y compris en environnements extrêmes), iii) la **contribution de la biodiversité** à la stabilité, la résistance et la résilience des écosystèmes et des services associés, iv) les **impacts des agroécosystèmes** et des diverses **pratiques** sur les changements environnementaux, du fait des composés réémis dans l'air, le sol ou l'eau.

### Connaissance des ressources minérales du sous-sol

Les ressources **minérales** sont essentielles au développement des **nouvelles technologies**, et particulièrement celles du transport et des énergies renouvelables (les ressources énergétiques relèvent du défi 2). Même optimisé, le recyclage ne suffira pas à couvrir les besoins croissants. Or **trouver** de nouvelles ressources et les **exploiter** en respectant le milieu naturel est de plus en plus difficile. Une vision renouvelée des gisements **potentiels terrestres ou marins** est nécessaire, notamment pour répondre au développement de nouvelles filières.

Comprendre les **processus** régissant la **genèse** des gisements et des minéralisations, depuis le **transfert** de fluides complexes jusqu'aux **déformations** successives des gîtes, et développer des **méthodes et technologies** pour mieux appréhender les structures favorables à ces accumulations, sont des voies incontournables pour **localiser** ces ressources, **évaluer** leur potentiel et **identifier** précocement d'éventuels **obstacles** à leur exploitation et/ou les **impacts** sur les milieux naturels, les écosystèmes et la biodiversité (voir aussi axe 5).

<sup>15</sup> Les paramètres intrinsèques de la production sont développés dans le Défi-5



## Axe 2 : Les risques sanitaires face aux changements environnementaux

Les récentes crises climatiques, les effets avérés des pollutions et des contaminants, l'émergence ou la ré-émergence de maladies infectieuses avec potentiel de pandémie, ainsi que la conservation des espèces, renforcent une préoccupation majeure centrée sur les **effets de l'environnement sur la santé des écosystèmes** (végétal, animal, humaine). Pour mieux comprendre ces effets, des **coopérations renouvelées** sont attendues **entre sciences** (biologiques, environnementales, climatique, humaines, sociales, médicales, vétérinaires...), pour mieux comprendre les relations entre santé humaine, santé des espèces vivantes et santé des écosystèmes, dans une approche transverse de type « **One Health**<sup>16</sup> » commune aux défis 1, 4 et 5.

Le **défi 1** se concentre sur le rôle des **changements environnementaux** (climat et pollutions incl.) et de la **dynamique des écosystèmes** dans l'émergence des risques sanitaires. Les projets de recherche apporteront des connaissances utiles à des politiques intégrées en santé publique (végétal et animal inclus).

### Ecotoxicologie

L'**écotoxicologie** est une thématique transversale à plusieurs défis. Les études attendues dans le défi 1 sont décrites ci-dessous.

- **Transferts et impacts** des contaminants physiques, chimiques, biologiques dans les différents milieux environnementaux (air, sols, eau);
- **Eco-dynamique** des contaminants, de leurs métabolites et produits de transformation, détermination de **bio-indicateurs et bio-marqueurs** ;
- **Contribution à la détermination de l'exposome**<sup>17</sup> en intégrant la contamination comme variable d'habitat au fil du cycle de vie des individus assemblés en populations et communautés, évaluation des risques exo-toxicologiques associés (y compris des **cocktails** à faible dose sur le long terme) ;

### Environnement et maladies émergentes

Ce thème vise à évaluer les risques sanitaires associés aux changements environnementaux (climat incl.), et à mieux comprendre les mécanismes dont ceux favorisant l'**émergence ou la ré-émergence de maladies** (végétales, animales, humaines). Cela concerne les risques associés aux agents chimiques, physiques ou biologiques.

L'accent est mis sur les **agents d'origine biologique** la virulence et la dissémination de pathogènes, de leurs vecteurs et de leurs hôtes. Des approches pluridisciplinaires et intégratives entre sciences de l'environnement, biologiques, vétérinaires et sciences humaines et sociales sont attendues sur :

- l'**origine** des agents pathogènes, les **niches** écologiques (réservoirs et vecteurs), leurs **conditions** de développement et **dynamique** spatio-temporelle ;
- les **mécanismes d'interactions** entre climat, changement de la biodiversité et facteurs anthropiques favorisant la **virulence** et la **dissémination** ;
- la **modélisation** des paramètres d'émergence, de diffusion et d'exposition, et la constitution de **bases de données** ou de **systèmes d'observation** couplant environnement et santé, pouvant contribuer à la **définition d'indicateurs** ;
- les **méthodes et moyens de lutte** compatibles avec l'environnement et la santé humaine.

## Axe 3 : Les sociétés face aux changements environnementaux

La réduction des impacts environnementaux passe par des **modes de développement et de gouvernance** adaptés. Il s'agit d'explorer conjointement les **vulnérabilités** et les **opportunités**, dues aux changements environnementaux, les **évolutions sociales, économiques et politiques**, les conditions d'adaptation des sociétés à ces contraintes et les perspectives d'action. Les travaux

<sup>16</sup> see e.g. J. Zinsstag et al. (2011) at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3145159>

<sup>17</sup> voir <http://www.allenvi.fr/content/download/4129/31056/version/4/file/Rapport+IFRES.pdf>

peuvent aborder différentes échelles temporelles, spatiales, selon des approches sectorielles, intersectorielles, internationales.

### Renouvellement des modes et des instruments d'intervention

La prise en compte des problèmes dépend autant de leur acuité que de la façon dont ils sont portés par les **acteurs publics et privés, sociaux ou économiques**. Quels sont ceux qui structurent les discours, les propositions et les diffusent, avec quels effets en termes de reconfiguration des rapports de pouvoir, des coalitions, des logiques et des espaces d'action ? Selon quelles modalités les problèmes environnementaux émergent comme problèmes publics (modes de justification et de hiérarchisation, de production et de diffusion des connaissances, controverses en contexte d'incertitude,...) ?

Les **politiques environnementales** et les **formes d'action** peuvent être analysées à travers leurs modalités d'élaboration, leur contenu, leur mise en œuvre et les modes d'apprentissages et de coopération. Quelles sont les instruments mobilisés (concertation, incitation, droit,...) ? Comment réglementation et mesures techniques s'articulent-elles ? Les interconnexions entre les différentes politiques mériteraient des investigations (environnement, santé, agriculture, commerce, industrie, innovation...). Des travaux permettant d'élaborer des **outils d'évaluation** et de proposer des **mécanismes favorables à l'action collective** sont particulièrement attendus.

### Aspects géopolitiques, formes de coopération et négociations internationales

Les changements environnementaux sont susceptibles d'engendrer de nouveaux **rapports de force** géopolitiques, voire des **conflits**. A l'inverse, certains affrontements peuvent accentuer les effets de ces changements. Les liens entre **modes de développement, environnement, vulnérabilité** et **relations internationales** pourraient être explorés. Quelles modalités de coopération et mécanismes de solidarité peuvent être mis en œuvre ? Comment articuler souveraineté nationale et gouvernance internationale ? Les articulations ou les interférences entre les différents thèmes et les différentes instances mériteraient une attention particulière (GIEC, IPBES, PNUE, OMC, FMI, G20, etc.).

### Vulnérabilités, capacités de résilience et adaptation des sociétés

Les effets du changement climatique conduisent à dépasser les approches aléa par aléa et à développer sur le **long-terme** des **approches multirisques, inter-secteurs, intégratives** des effets inédits ou «dominos». Les risques sont d'ordre variable : physique, technique, organisationnel, institutionnel, social, etc. La notion de résilience invite à **qualifier les capacités de résistance, d'adaptation** des sociétés. Leur **organisation** est un facteur déterminant de la **vulnérabilité** et de la **résilience**. Quels facteurs sociaux, culturels permettent l'adaptation à des événements extrêmes ou de longue durée ? Les approches rétrospectives et historiques doivent aider à comprendre ces phénomènes. Quelle est la place de la mémoire et des savoirs des populations dans les différentes aires culturelles ? Comment la prise en compte du long terme peut-elle s'articuler avec les temporalités relevant d'autres sphères de la vie des sociétés : finance, infrastructures, innovation, politique, modes de vie, etc. ? Quels sont et pourraient être les systèmes de responsabilité, de protection, d'assurance, de réparation les plus pertinents ?

### Modes de gestion, de production et de consommation, nouveaux modes de croissance

Une adaptation durable passe par la modification, selon une approche multi-sectorielle, des **modes de gestion, de production et de consommation des ressources**. Quelles options envisager étant donné les contraintes et les déterminismes ? Comment les acteurs innovants peuvent-ils s'intégrer parmi les acteurs en place ? Quels sont les dynamiques permettant la construction de marchés, de nouvelles filières, etc. ? Quels sont les instruments pour adapter les modes de production ou de

consommation (certification, labellisation, réglementation, bonnes pratiques...) et les formes d'organisation économique ? Comment concilier aménagement du territoire, gestion de l'environnement et compétitivité ? Le lien entre croissance, développement et prise en compte des changements environnementaux, de la réduction des impacts et de la raréfaction de certaines ressources mériterait de nouvelles investigations (nouvelles sources de croissance, incitations pour développer la croissance en cohérence avec ces objectifs, rôle des politiques industrielles, technologiques, de recherche,...)?

---

#### Axe 4 : Innovations scientifiques et technologiques pour anticiper ou remédier les risques environnementaux

---

La problématique environnementale répond à des enjeux préventifs d'atténuation des rejets ou d'adaptation aux changements, mais aussi des enjeux curatifs pour remédier les milieux ou préventifs pour réduire les risques (l'économie circulaire, associée aux nouvelles filières industrielles, relève du défi 3). Les **partenariats publics-privés** seront privilégiés, pour **éviter, réduire ou compenser** les risques environnementaux, autour des priorités 2015 suivantes :

##### Développement de capteurs pour la surveillance de l'environnement (smart monitoring)

La sous-estimation de l'hétérogénéité de l'environnement limite l'apport de la métrologie conventionnelle et l'efficacité de nombreuses solutions de prévention et protection. La prendre en compte implique une **nouvelle génération de systèmes d'observation** à vocation pérenne. Sont attendues des **ruptures technologiques, numériques, économiques et méthodologiques**, intégrant l'abaissement des coûts, la miniaturisation, l'autonomie et la fiabilité des capteurs, l'augmentation du flux de données... L'**éco-conception** des capteurs est encouragée. Dans ce champ d'innovation diversifié mobilisant de nombreuses entreprises, les **transferts de technologies** sont très attendus grâce aux sciences et technologies de l'information et de communication (robotique, drones, nanotechnologies, bio-mimétisme, relatifs aux « *big data* » et « *crowd-sourcing* »), aux sciences du vivant (biotechnologies), aux géo-sciences (géophysique, géochimie, télédétection). Tous les environnements sont concernés, **eau, mer, littoral, air, sols**, avec leurs composantes biotiques et abiotiques, pour des applications en environnements naturels ou anthropisés.

##### Méthodes et outils pour services opérationnels d'alerte et de crise environnementale

Dans le domaine de la prévision, prévention et gestion d'alertes et de crises environnementales, la synergie ou effet « cascade » des risques naturels et/ou anthropiques est fréquemment avérée (pollutions, invasions d'espèces, de produits toxiques et d'allergènes, crues, surcotes, érosion littorale, mouvements de terrain, éruptions, séismes, tempêtes, feux, sécheresses, surexploitation de l'eau...). Il est attendu des **méthodes et outils pour les services opérationnels** dédiés à ces risques multiples, intégrant les outils de **modélisation** et d'**assimilation de données** (Nota : hors les services de prévisibilité climatique, du saisonnier au siècle, qui relèvent de l'axe 1 ci-dessus). Ces avancées permettront de maîtriser des informations multi-sources, à flux élevés, en **temps réel ou quasi-réel**, pour mieux cerner les mécanismes et les conditions d'une mise en alerte à bon escient.

Des propositions de **systèmes prévisionnels intégrés** produisant des informations et des scénarii selon les origines possibles d'une crise ou catastrophe sont encouragées, le couplage de plusieurs systèmes d'alerte sera concerté en lien avec les acteurs et utilisateurs concernés. Selon les domaines, les systèmes prévisionnels privilégieront des périodes allant de **quelques jours à quelques mois**, sur des étendues variables, **d'une ville à une région**, voire l'Europe.

## Méthodes et technologies de remédiation durable, génie écologique et ingénierie climatique

En matière de remédiation, la priorité est la restauration de la qualité des sols, des sédiments, de la biodiversité, des eaux et leurs services, et l'ingénierie climatique. Il s'agit de faire évoluer le concept de «traitement curatif» vers des concepts plus systémiques de **remédiation durable** et d'instaurer des stratégies intégrées traitant les besoins primaires tout en répondant à des besoins sociétaux (air, eau, énergie, foncier, voire stockage du CO<sub>2</sub>...) avec un rapport coût-bénéfice favorable. Fondée sur des **outils du génie écologique** et des **nouvelles technologies** (biotechnologies et nanotechnologies, géophysique, hydro-biogéochimie,...), l'insertion de trains de technologies centrés sur la capacité des produits à être recyclés marquera les bases d'une **nouvelle ingénierie de pratiques**.

Dans le domaine des **sites et sols pollués**, mettre au point de nouveaux procédés et/ou des combinaisons de traitements à **bilan environnemental positif** est attendu pour ouvrir à une **ingénierie pédo-génétique** déployable en zones urbaines et/ou désindustrialisées.

Dans le domaine de l'**eau** seront privilégiés des projets de rupture ciblés sur le concept d'« **usine de traitement d'effluents du futur**», intégrant i) une valorisation des matières premières issues des traitements, ii) une prise en compte des polluants émergents et iii) une efficacité énergétique accrue.

Dans le **domaine du climat et des gaz** à effet de serre, le programme vise à développer une **expertise française en ingénierie climatique** (cf. [www.arp-reagir.fr](http://www.arp-reagir.fr)), notamment sur i) la gestion du rayonnement solaire et ses impacts, souvent négatifs, ii) le captage du CO<sub>2</sub> atmosphérique ou la séquestration du CO<sub>2</sub> océanique. Sur ce dernier volet, sont attendues i) des techniques originales de **capture du CO<sub>2</sub> dite de «seconde intention»** à greffer à une activité industrielle déjà existante, ii) de la **géo-ingénierie «territoriale»** où l'utilisation des sols contribue à améliorer le climat local, ou iii) de l'**agriculture «orientée climat»**.

---

## Axe 5 : Approches intégrées environnement-développement : vers des solutions plus efficaces

---

Les questions relatives à la gestion sobre des ressources et à l'adaptation aux changements environnementaux et climatiques, doivent prendre en compte les **interactions complexes entre écosystèmes et systèmes socio-économiques**, c'est-à-dire au sein des socio-écosystèmes.

Des **recherches transverses aux thèmes précédents** devraient contribuer à des solutions plus efficaces dans une perspective de développement soutenable. Elles sont vivement encouragées dans ce défi.

Des recherches **intégrées ou systémiques** doivent permettre de distinguer et caractériser les différentes composantes des milieux, les secteurs, les acteurs et leurs interactions. Il est recommandé que les projets, orientés autour d'un **objet commun**, précisent, dans le cadre conceptuel envisagé, les liens au sein du système choisi (c.-à-d. rétroactions, synergies, compromis) et définissent les conditions aux limites (c.-à-d. ce qui est externe au système).

Des projets intégrés à caractère **multi-, inter- ou trans-disciplinaires**, sont attendus. Une attention particulière sera portée aux projets impliquant des **utilisateurs<sup>18</sup> de la science** avec qui co-concevoir des projets (projets exploratoires courts aidant à construire des consortiums innovants, grands projets intégratifs sur des questionnements déjà avancés...).

## 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** et d'**auto-entretien** de l'environnement (climat, eau, carbone, éléments nutritifs, oligoéléments, métaux, etc.) et services **culturels**. Les **identifier**, les **quantifier** et les **évaluer** (valeurs

<sup>18</sup> venant des secteurs publics, privés ou de la société civile

marchandes et non marchandes) relève d'un domaine de recherche en plein essor, en amont de la plateforme intergouvernementale **IPBES** sur la biodiversité et les services écosystémiques.

Des projets sont attendus 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.), sur les processus d'émergence de compromis entre des parties-prenantes et d'émergence de nouveaux concepts (par ex. eau virtuelle et empreinte de l'eau). Sont également attendues des **études rétrospectives** sur plusieurs décennies, voire un siècle (par ex. création de parcs nationaux et évolution des conditions de vie des populations).

### Gestion et résilience des territoires (notamment littoraux)

Un développement plus soutenable passe tant par une réduction (mitigation) des impacts environnementaux cumulatifs des activités humaines que par une adaptation des sociétés pour renforcer leur résilience. Ceci implique une meilleure **gestion des territoires**<sup>19</sup> **sur le moyen et le long terme**. Des consortiums **inter- et trans-disciplinaires**, associant des acteurs publics ou privés dès la conception du projet, sont attendus autour d'une problématique liée à un territoire commun. L'implication d'**acteurs et décideurs** dans le domaine de la **planification des territoires** terrestres et marins est encouragée pour assurer une vraie synergie et un transfert de connaissances.

Dans ce contexte, les territoires prioritaires pour 2015 sont les suivants :

- **Zones littorales** : du bassin versant à la mer, zones estuariennes et de deltas, interfaces entre milieux continental, fluvial et marin, évolutions des régimes fluviaux amont combinées à une variation du niveau de la mer, littoralisation ...
- **Pays du Sud**<sup>20</sup> **et régions ultramarines**: les zones vulnérables les plus exposées aux changements environnementaux globaux mais ayant une faible capacité d'adaptation ;
- **Zones urbaines** : voir défi 6.

### Vers l'impact réduit et maîtrisé des nouvelles filières économiques

Le développement d'une croissance verte passe par la mise en place de **nouvelles filières économiques** (industrielles, énergétiques, agricoles, minières incluant le stockage...) préservant notre environnement, basées sur une **exploitation écologiquement respectueuse** des ressources primaires, et veillant au **traitement des rejets et déchets** en résultant. Ces évolutions doivent permettre de passer de la remédiation (voir axe 4) à la préservation et la gestion de biens communs.

Dans ce contexte de développement de ces nouvelles filières, des recherches spécifiques doivent être conduites sous cet angle préventif pour **analyser et prévenir l'impact** potentiel et les **risques** environnementaux au-delà du périmètre circonscrit à l'activité des filières<sup>21</sup>, et en **dégager les recommandations** pour minimiser les impacts sur les milieux (eau, air, sols, sous-sol, biodiversité, écosystèmes, climat...), par exemple :

- **conditions de durabilité** des ressources primaires et des milieux les hébergeant ;
- **scénarios de pressions et d'impacts** potentiels de ces nouvelles filières sur l'environnement, **tendances à long terme** ;
- **identification** des points clés d'une **surveillance** des impacts potentiels (lien possible avec axe 4) ;
- **orientations pré-normatives** pour la préservation de la qualité des milieux et de leurs ressources ;
- **scénarisation** de gestion de **crise**, l'ancrage sur des modèles analogues peut appuyer la structuration de cette recherche préventive.

<sup>19</sup> Typiquement de l'échelle du paysage ou d'un petit bassin à celui d'une grande région

<sup>20</sup> L'implication des scientifiques de pays du Sud est encouragée, avec la possibilité de soutenir le renforcement des capacités pour les Pays les Moins Avancés

<sup>21</sup> Au sein de l'implantation physique dédiée à l'activité, les solutions de respect de l'environnement sont recherchées au sein du défi concerné.

## D-2) DEFI 2 - ENERGIE PROPRE, SURE ET EFFICACE

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Canada ;
- Taïwan ; Hong Kong ; Singapour ; Inde (sciences de l'ingénieur).

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- ANR-JST Japon "From molecular technology to functional materials";
- ERA-NET MED ;
- AAP NSF ANR programme PIRE (Partnerships for International Research and Education)

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### Données massives / Biologie / Biotechnologies / Capteurs :

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 2**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Impacts environnementaux** : la quantification des impacts globaux (besoins en eau, émissions de CO2...) des systèmes énergétiques relève du **défi 1** ; en revanche, la conception de technologies de l'énergie à moindre impact environnemental ainsi que les recherches dédiées à la gestion/prévention de risques induits par les nouvelles technologies de l'énergie relèvent du **défi 2**.

**Ressources minérales, matériaux** : La production de connaissances sur les gisements de ressources minérales primaires relève du **défi 1** ; les projets portant sur les méthodes et technologies pour



extraire, séparer, traiter, recycler les matériaux utilisés par les technologies de l'énergie doivent s'inscrire dans le **défi 3** ; en revanche, toutes les recherches concernant l'utilisation de matières premières minérales pour des applications dans le domaine de l'énergie relèvent du **défi 2**.

**Nucléaire** : les recherches sur les matériaux soumis à des conditions d'utilisation extrêmes, comme celles rencontrées dans le nucléaire, relèvent de l'axe « matériaux et procédés » du **défi 3**. Les questions relatives à la simulation numérique sont traitées dans le **défi 7**.

**Biomasse, bioressources** : les approches multi-usages de la biomasse, lorsque l'objectif principal n'est pas spécifiquement énergétique (voir axes 2 et 4 du **défi 2**), relèvent du **défi 5**. Les projets de biotechnologies visant la production de carburants avancés relèvent du **défi 2**.

**Bioraffineries et molécules plateforme biosourcées** : la production, à partir des bioressources, de carburants avancés et/ou de molécules plateforme pour l'industrie chimique relèvent de l'axe 4 du **défi 2**. En revanche, les projets portant sur la fabrication de produits de commodité ou de produits fonctionnalisés à partir des molécules plateforme biosourcées ou sur l'aval des filières de la chimie du végétal (chimie fine, chimie de spécialité) sont à soumettre dans le **défi 3**.

**Valorisation du CO<sub>2</sub>** : les projets visant à produire, à partir du CO<sub>2</sub>, des carburants de synthèse ou des molécules plateforme pour la chimie relèvent du **défi 2**.

**Efficacité énergétique des bâtiments et des transports** : les projets portant sur l'intégration dans les bâtiments ou les transports de composants et systèmes énergétiques (accumulateurs électrochimiques, pompes à chaleur...) - et non sur le design et la fabrication de ces composants, qui relèvent du **défi 2** - doivent être soumis dans le **défi 6**. Les nouveaux modes de combustion, l'usage de nouveaux carburants, dont les biocarburants, les systèmes de dépollution visant essentiellement des applications transport relèvent aussi du **défi 6**.

**Smart-grids** : les projets sur les réseaux énergétiques intelligents relèvent du **défi 2** et non du défi 7, dès lors qu'il ne s'agit pas principalement d'informatique (algorithmique...), de techniques de gestion de données massives ou de télécom (protocoles de communication).

**Protection des infrastructures et réseaux liés à l'énergie** : Les recherches relatives à la protection physique et numérique des infrastructures et réseaux liés à l'énergie relèvent du défi 9.

**Capteurs de gaz** : leur conception et leur développement relèvent soit du **défi 1** (métrologie environnementale), soit du **défi 3** (métrologie industrielle), soit du **défi 9** (agents de la menace chimique, ou explosifs).

**LED et OLED** : leur conception et fabrication relèvent du **défi 3** et, pour les applications en électronique, du **défi 7**.

## Introduction

A travers ce défi, l'ANR ambitionne de mobiliser les meilleures compétences scientifiques et technologiques nécessaires pour répondre aux enjeux de la transition énergétique au niveau national, dans la perspective du Facteur 4 à l'horizon 2050, et, plus globalement, au niveau mondial. Cinq grands objectifs sont visés :

- promouvoir les approches **systemiques, intégratives** et, en général **pluridisciplinaires** que requièrent souvent les enjeux de l'énergie ;
- mobiliser davantage toutes les disciplines scientifiques pouvant produire les **connaissances fondamentales** utiles à cette transition énergétique, qu'elles relèvent des sciences de la matière (physique, chimie), des sciences de l'ingénieur (mécanique, génie des procédés...), des sciences de la Terre, des sciences du vivant, des mathématiques et des sciences de l'information et de la communication ou des sciences humaines et sociales ; ces travaux de recherche amont doivent nourrir les enjeux thématiques décrits dans les axes du défi ;
- faire émerger et permettre l'**exploration** d'idées radicalement nouvelles et de **concepts en rupture** par rapport aux paradigmes existants : l'axe 1 est dédié à ce type de recherche ;

- concevoir des **matériaux, méthodes et procédés** qui seront mis en œuvre dans les technologies de l'énergie ; on vise à soutenir un large éventail de travaux sur les **matériaux pour l'énergie**, allant de la recherche et du design de matériaux possédant des propriétés intéressantes pour les applications visées (conduction électronique, conversion photonique, barrière...) jusqu'à leur intégration dans des systèmes fonctionnels ; ces projets doivent trouver leur place dans les différents axes thématiques du défi, selon les applications ;
- donner des **preuves de concept technologique**, pouvant aller jusqu'à l'élaboration de dispositifs expérimentaux de laboratoire ou intégrés à des sites d'expérimentation existants. Le périmètre d'intervention de ce défi se limite toutefois à des niveaux relativement amont (Technology Readiness Level de 1 à 5), en complémentarité avec d'autres guichets de financement de la R&D positionnés sur des phases plus aval, aux niveaux national (ADEME, BPIFrance...) et européen (Horizon 2020). Cependant, on encourage les porteurs de ce type de projets, même lorsqu'ils portent sur des phases de recherche amont, à se poser des questions autour des conditions et contraintes d'usage, de la durée de vie, d'un moindre recours ou de recherche de substituts à des matières premières rares ou toxiques... ;

Outre le premier axe, dédié aux concepts en rupture et l'axe 7, qui questionne directement les sciences humaines et sociales, les autres axes couvrent les enjeux de l'énergie en allant du captage des ressources primaires jusqu'à l'utilisation finale, notamment dans le domaine industriel, en passant par les voies de d'inter-conversion entre vecteurs énergétiques, stockage et distribution.

---

## Axe 1 : Exploration de concepts en rupture

---

Cet axe est transversal à l'ensemble des autres axes thématiques. S'inspirant de programmes d'autres agences (ARPA-E du DOE, EFRI de la NSF, A-STEP High Risk de la JST au Japon, FET – Future Emerging Technologies - d'Horizon 2020...), il vise à susciter des projets voulant explorer des idées ou approches radicalement nouvelles et des concepts en rupture par rapport à des travaux de recherche plus incrémentaux et scientifiquement mieux balisés. Ces ruptures peuvent s'inscrire dans le cadre du développement de domaines déjà identifiés (par exemple, l'utilisation des pérovskites dans le photovoltaïque constituait une telle rupture en 2012) ou venir créer un champ de recherche nouveau (par exemple, les approches mimant la photosynthèse pour la production de carburants solaires il y a 10 ans). Il s'agira notamment de donner la preuve de concept du potentiel de l'idée nouvelle pour une application dans le domaine de l'énergie. Dans cette perspective, cet axe vise aussi à attirer de nouvelles communautés vers les enjeux de l'énergie et à favoriser de nouveaux partenariats.

Les recherches fondamentales ne relèvent pas exclusivement de cet axe : elles doivent s'inscrire dans un autre axe que l'axe 1 dès lors qu'elles visent à créer des connaissances nouvelles dans des domaines scientifiques ou sur des filières existants. Les propositions s'inscrivant dans l'axe 1 devront argumenter en quoi elles ne se reconnaissent pas dans des domaines ou concepts de recherche mieux balisés, en se positionnant notamment par rapport à la littérature scientifique.

---

## Axe 2 : Captage des énergies renouvelables et récupération des énergies de l'environnement

---

### 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 est utilisé par la photosynthèse pour produire de la biomasse et une infime fraction pour les usages humains. Trois voies de transformation de cette ressource en vecteurs énergétiques se dégagent et demandent à être développées :

- la production directe d'électricité, par effet **photo-électrique** ; les pistes de progrès concernent tant l'utilisation de semi-conducteurs inorganiques, organiques ou hybridés, éventuellement combinés en multijonctions que la concentration solaire et les concepts à très hauts rendements. Sont également visées les technologies de fabrication des modules ;



- la production de chaleur, basse (**solaire thermique**) ou haute température (**solaire thermodynamique concentré**) pour chauffer directement mais aussi pour produire du froid, de l'électricité ou de l'hydrogène (dissociation de l'eau par cycles thermochimiques) ;
- la production de **combustibles**, soit par la **voie photosynthétique** naturelle pour produire une biomasse dédiée essentiellement aux applications énergétiques où il s'agit de mieux comprendre et améliorer les rendements « énergétiques » de certains micro-organismes (production de lipides, sucres, hydrogène...), soit par la voie bio-inspirée de la **photo-électrolyse**, éventuellement combinée à la photo-catalyse du CO<sub>2</sub> (production de « **fuels solaires** »).

### Autres ressources renouvelables (air, eau) et récupération des énergies de l'environnement

Les milieux naturels ainsi que certaines activités humaines (chaleurs fatales...) offrent d'autres ressources énergétiques dont l'exploitation pourra conduire à diversifier et compléter le mix énergétique ou à produire de l'énergie pour des applications ciblées : flux aéraulique, hydraulique, de chaleur, gradients thermiques, de pression, vibrations, déchets organiques... Au-delà des technologies au stade de démonstrateur, le captage de ces ressources diffuses nécessite encore des travaux de recherche qui permettront d'ouvrir la voie à des technologies innovantes économiquement viables à moyen et long termes, tant pour les énergies renouvelables (éolien, hydraulique, énergies marines) que pour la récupération d'énergie (thermoélectricité, biopiles à combustible, piézoélectricité...).

---

### Axe 3 : Usage du sous-sol dans une perspective énergétique

---

Alors qu'il produit une large part de nos ressources actuelles en énergie, le sous-sol reste un milieu encore insuffisamment exploré et connu. Des recherches sont nécessaires, tant pour l'extraction de ressources énergétiques clefs que pour les capacités de stockage dans le sous-sol, afin que les outils, méthodes et technologies utilisant le sous-sol, compétitifs et à faible impact environnemental, trouvent une place dans le mix énergétique futur.

L'optimisation de l'exploration est un sujet transverse aux ressources énergétiques renouvelables et non renouvelables du sous-sol. La **géothermie**, ressource renouvelable non intermittente, constitue une option à fort potentiel pour la haute et pour la basse température, dans les bassins sédimentaires mais aussi dans les systèmes volcaniques ou magmatiques. Concernant les **énergies non renouvelables** (hydrocarbures conventionnels ou non, hydrates de gaz, hydrogène natif...), des avancées sont requises pour une exploitation économiquement viable dans des conditions respectueuses de l'environnement tant en surface qu'en profondeur.

Des recherches restent nécessaires pour développer le potentiel du sous-sol au **stockage de CO<sub>2</sub>** mais aussi pour le **stockage d'énergie** (chaleur, hydrogène, air comprimé...).

Des avancées sont attendues tant sur la faisabilité technique que la sécurisation à long terme des dispositifs de stockage et d'extraction, impliquant des recherches sur le suivi des sites et la gestion des risques environnementaux (stratégies de surveillance...). Le développement de **méthodologies d'évaluation des caractéristiques et capacités du sous-sol** vis-à-vis du stockage ou de l'extraction de ressources énergétiques bénéficiera à l'ensemble de la filière.

---

### Axe 4 : Conversion des ressources primaires en carburants et molécules plateforme, chimie du carbone

---

Les hydrocarbures, biosourcés ou non, joueront encore longtemps un rôle important dans le mix énergétique futur, ne serait-ce que comme mode de stockage à grande densité énergétique et longue durée, ainsi que comme source de carbone pour l'industrie chimique. L'enjeu principal est de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> que la production, les transformations et l'utilisation de ces ressources génèrent.

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 un mix (cogénération), qui demandera à être couplée au **captage du CO<sub>2</sub> sur les sources stationnaires**, deux voies sont à explorer pour produire plus efficacement des combustibles liquides ou gazeux peu émetteurs de CO<sub>2</sub> (dont les biocarburants) ainsi que pour fournir des **molécules plateforme biosourcées** (ou **synthons**) d'intérêt pour l'industrie chimique :

- les **procédés physico-chimiques et thermiques**, technologies les plus matures, où les pistes de progrès concernent les procédés de prétraitement et de séparation, le traitement des composés inorganiques, des cendres et des goudrons, la purification des syngaz pour l'utilisation directe ou la conversion en carburants et la recherche de nouveaux catalyseurs pour améliorer l'efficacité des procédés ; en outre, l'intégration et l'optimisation énergétique des chaînes de procédés devront faire l'objet d'une attention particulière.
- les **procédés biologiques ou biochimiques**, utilisant des micro-organismes et/ou des enzymes (de la sélection à la maîtrise des coûts de développement) pour déstructurer la biomasse et la convertir en composés énergétiques liquides ou gazeux et/ou en molécules plateforme. Ces procédés pourront éventuellement être couplés à la voie chimique.

On s'intéressera aussi aux voies de conversion et de valorisation conjointe de la biomasse, matières et énergie (concept de bioraffinerie).

Dans ce contexte, les différentes voies de **transformation / valorisation du CO<sub>2</sub>**, particulièrement du CO<sub>2</sub> fossile capté, pour la production d'hydrocarbures, notamment comme mode de stockage des énergies renouvelables intermittentes, et/ou fourniture de molécules carbonées pour la chimie, sont à explorer et à développer.

---

## Axe 5 : Stockage, gestion et intégration dans les réseaux des énergies

---

Une part importante des énergies renouvelables est intermittente par nature et leur production est déconcentrée : il faut être en mesure de garantir leur transport et leur distribution par les réseaux dans des conditions optimales et d'apporter des solutions de stockage de l'énergie permettant de pallier le décalage entre les besoins et la production. De plus, le développement de dispositifs de stockage embarqués devrait réduire la dépendance des transports aux énergies fossiles (via l'électrification par exemple).

L'**hydrogène** pourra constituer un moyen de stockage massif d'énergie. Il devra toutefois être produit sans émissions de CO<sub>2</sub> (électrolyse ou thermolyse de l'eau notamment), à partir de sources d'énergie décarbonée. Parallèlement, des recherches restent nécessaires pour permettre le développement **des piles à combustible** et des moyens de **stockage de l'hydrogène**, où des travaux amont sont encore requis sur les matériaux et les structures adaptés au stockage solide.

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

- le stockage dans les **accumulateurs électrochimiques**, tant pour le stockage stationnaire que pour des applications embarquées et nomades, doit améliorer ses densités d'énergie et ses puissances spécifiques ainsi que sa fiabilité, sa sécurité et son bilan environnemental, tout en réduisant ses coûts ; le stockage dans les **supercapacités** demande aussi des efforts de recherche pour améliorer la densité d'énergie et la sécurité ;
- de **nouveaux concepts de stockage** comme les stockages magnétique (SMES...), électronique, moléculaire... (voir aussi l'axe 1 sur les concepts en rupture) peuvent être explorés ;
- d'autres types de **stockage** sont nécessaires pour stocker massivement l'électricité (air comprimé, inertiel...) ou la chaleur (matériaux réfractaires, thermochimie...).

Il est également important de travailler sur les éléments qui permettent l'intégration dans les réseaux et la gestion de l'énergie électrique, pour le stationnaire et l'embarqué : **génie électrique, électronique de puissance, machines électriques** (actionneurs et générateurs), dont l'efficacité

repose notamment sur la conception et l'utilisation de matériaux à très hautes performances (matériaux magnétiques, diélectriques, électromagnétiques...).

Le développement de sources énergétiques davantage distribuées spatialement et temporellement intermittentes et de moyens de stockage conduit à travailler sur les concepts de **réseaux énergétiques intelligents**, à différentes échelles spatiales, destinés à assurer une optimisation en temps réel du système énergétique. Pour cela, des travaux de recherche, faisant notamment appel aux sciences de l'information et de la communication, sont attendus sur :

- le pilotage des réseaux, en y 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, 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 ; pour cela, une meilleure connaissance des usages et de la demande est nécessaire ;
- la dynamique de pilotage de charge du parc électronucléaire pour compenser au mieux l'intermittence des énergies solaires et éoliennes et limiter les besoins en stockage d'électricité : cela nécessite d'adapter le système de conduite des réacteurs et de concevoir des modes de cogénération interruptibles de chaleur ou d'hydrogène ;
- la sûreté (résilience et fiabilité) et la sécurité intrinsèque (« *by design* ») des réseaux<sup>22</sup> ;
- la gestion de l'inter-conversion et de l'interopérabilité entre réseaux d'énergie (électricité, différents gaz, chaleur...)

Au-delà des besoins d'avancées purement techniques sur les réseaux et le stockage, se posent aussi des questions qui appellent à un dialogue approfondi avec les sciences humaines et sociales. Les **approches territorialisées** de l'énergie et plus généralement les **approches intégrées des systèmes énergétiques** locaux et de leurs interdépendances relèvent de ce type et sont encouragées dans le cadre de ce défi. Il s'agit notamment d'améliorer l'analyse coût-bénéfice du développement des réseaux intelligents et des nouvelles offres, d'examiner la redéfinition de l'interface technologique, institutionnel entre mailles locales et nationales dans la fabrique de « territoires durables », de développer des méthodes d'analyse du rôle des ressources locales dans la définition des politiques territoriales et de l'intégration de leur exploitation dans le tissu économique et social local et de construire des outils de prospective technico-économique locale reliés aux scénarios nationaux de transition.

---

## Axe 6 : Efficacité énergétique des procédés et des systèmes

---

Des économies d'énergie substantielles et une plus grande efficacité dans l'utilisation de l'énergie peuvent être obtenues en travaillant directement sur les **procédés spécifiques**<sup>23</sup> des industries manufacturières (réduction des besoins énergétiques de procédés de production existants ou recherche de procédés alternatifs plus économes en énergie ou en émissions de CO<sub>2</sub>) et de production d'énergie (amélioration des rendements de conversion, réduction des pertes, récupération d'énergie). Il convient aussi de traiter les équipements et systèmes auxiliaires (pompes, systèmes de production de chaud ou de froid, ventilation...). Ces recherches 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 aussi

<sup>22</sup> Les recherches relatives à la protection des infrastructures et réseaux liés à l'énergie doivent être traitées dans le défi 9 « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents ».

<sup>23</sup> Seuls sont éligibles dans ce défi les projets dont l'objectif principal est d'économiser de l'énergie ou de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, les projets portant sur d'autres enjeux pour les procédés industriels relèvent du défi 3.

s'appuyer sur la modélisation, multi-échelle, multi-physique, pour mieux comprendre les phénomènes et identifier, *ab initio*, les voies d'amélioration 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, dont la chaleur fatale, soit par des **dispositifs thermodynamiques** (échangeurs thermiques, pompes à chaleur, cycles de Rankine organiques...), soit par des **dispositifs thermoélectriques**.

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 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, en intégrant notamment **le captage et le transport du CO<sub>2</sub>**.

---

## Axe 7 : Approches de la transition énergétique par les sciences humaines et sociales

---

La transition énergétique se concrétisera par des changements combinés dans les technologies, les comportements, les modes de gouvernance, le rôle des territoires et les coordinations par le marché. Pour accompagner ces changements, les initiatives et les programmes d'action doivent pouvoir s'appuyer sur une compréhension de ces changements et de leurs impacts socio-économiques. Dans cet esprit, le dialogue Sciences-Société autour de la transition gagnerait à une mise en perspective d'historien sur les transitions passées qui ont résulté de contraintes de ressources ou d'innovations.

### Comportements, usages et déploiement d'innovations

L'infléchissement des comportements de consommation et des styles de vie est un élément central de la transition énergétique à côté de l'adoption et du déploiement accepté de nouvelles technologies. Les points suivants méritent des recherches : les incitations non financières (« nudges ») visant la maîtrise ou la diminution de la demande (psychologie cognitive, économie expérimentale), la relation entre modes de consommation, comportements flexibles d'usagers et politiques publiques (écotaxe, quota...), l'effet de la digitalisation des relations fournisseurs-client, l'appropriation par les citoyens des nouvelles technologies de l'énergie, les conflits et les jeux d'acteurs autour des technologies controversées.

### Economie de la transition énergétique, marchés, réglementation et gouvernance

Des recherches s'appuyant sur des modélisations seraient utiles sur les points suivants : l'exploration de nouvelles architectures de marché permettant de concilier marché, sécurité de fourniture et politique de décarbonation ; la définition de règles de marché responsabilisant les producteurs intermittents et permettant la valorisation de la flexibilité et des stockages sur les marchés électriques ; les gains de l'intégration inter-systèmes ; les règles de marché à l'interface entre le niveau central et le niveau local ; les conséquences macroéconomiques et sur l'équité d'accès à l'énergie de la transition énergétique ; les stratégies industrielles (tant que le plan national qu'international), les modèles économiques et organisationnels des filières.

### Modélisation et prospective

Il est nécessaire d'améliorer les modèles « énergie et économie » de long terme par la prise en compte des comportements réels des acteurs, des caractéristiques des technologies, des effets aléatoires de la R&D et du développement industriel, des processus réels d'innovation, des inerties du capital technique et de la sphère du financement.

## D-3) DEFI 3 – STIMULER LE RENOUVEAU INDUSTRIEL

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Canada ;
- Taïwan ; Hong Kong ; Singapour ; Inde (sciences de l'ingénieur).

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- ERA-NET M-ERA.NET "Integrated Computational Materials Engineering";
- AAP NSF ANR programme PIRE (Partnerships for International Research and Education);
- ANR-JST (Japon) "From molecular technology to functional materials"

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### Données massives / Biotechnologies / Capteurs / Robotique :

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 3**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Les matériaux fonctionnels pour la production et le stockage d'énergie** (photovoltaïques, batteries, ...) sont traités dans le **défi 2**. Les matériaux de structure pour des utilisations en conditions extrêmes sont dans le **défi 3**.

**Les molécules pour l'énergie** (applications en électrochimie, à la production d'énergie, aux nouveaux systèmes de stockage moléculaires) sont traitées dans le **défi 2**.

**Bioraffineries et molécules plateforme biosourcées** : la production, à partir des bioressources, de carburants avancés et/ou de molécules plateforme pour l'industrie chimique relèvent de l'axe 4 du **défi 2**. En revanche, les projets portant sur la fabrication de produits de commodité ou de produits fonctionnalisés à partir des molécules plateforme biosourcées ou sur l'aval des filières de la chimie du végétal (chimie fine, chimie de spécialité) sont à soumettre dans le **défi 3**.

**La valorisation du CO2** pour la production de molécules est traitée dans le **défi 2**.

**Nanotechnologies** : le **défi 3** adresse les aspects génériques concernant les nanoparticules, nanomatériaux et leur assemblage en produits du futur. Cependant, les applications relevant des STIC et impliquant fortement les nanoparticules et nanomatériaux s'adosseront à l'axe 10 du **défi 7** qui adresse les briques technologiques pour la production et l'intégration de dispositifs matériels pour les STIC. Ainsi, les projets qui adressent les **performances** (sensibilité, sélectivité, ...) des capteurs physiques, chimiques et biologiques pour l'usine et les produits du futur seront soumis au **défi 3** alors que les projets qui adressent **l'autonomie énergétique et les capacités de communication des capteurs** physiques relèvent du **défi 7**.

Les **LED-OLED** pour l'éclairage basse-consommation relèvent du **défi 3**. La production de **dispositifs électroniques élémentaires organiques ou inorganiques** (incluant LED-OLED) relève du **défi 7**.

Les **mutations du travail** dans l'usine du futur et dans les réseaux d'entreprises relèvent du **défi 3**. Les mutations plus générales du travail hors de la sphère industrielle (précarité des contrats, emploi des seniors et des migrants, mobilité du travail hautement qualifié) relèvent de l'axe 3 du **défi 8**.

**Bioéconomie** : les aspects liés à l'analyse et à la conception des scénarios en lien avec les activités industrielles, les politiques publiques de transfert de technologies, les stratégies de spécialisation des régions relèvent du **défi 3**. Les recherches sur l'intégration dans les territoires des filières d'utilisation de la biomasse, sur leurs impacts environnementaux, sociaux, économiques, sur le développement rural ou local et sur la compétitivité relèvent du **défi 5**.

---

## Introduction

---

Les recherches financées dans ce défi visent à préparer une évolution industrielle prenant en compte les contraintes de ce début de siècle, notamment environnementales : empreintes CO<sub>2</sub> et eau, économie d'énergie, réduction des pollutions, élimination des substances toxiques, économie de ressources naturelles, recyclage... L'industrie française doit tendre progressivement vers une fabrication propre et durable, favoriser une économie circulaire, et ceci en avance de phase sur ses concurrents. La valorisation du capital humain, la place sociale de l'industrie, la flexibilité des procédés de production et leur adaptation aux avancées du numérique, et, bien entendu, l'attractivité et la compétitivité sont également des facteurs clés du renouveau industriel. L'objectif du défi est de soutenir les projets de recherche permettant cette mutation dans une vision moyen et long terme.

Ce défi concerne des domaines industriels (par ex. industries manufacturières, industries chimiques, industries agroalimentaires, ...) et des disciplines scientifiques (physique, chimie, mécanique, matériaux, génie industriel, génie des procédés, organisation du travail, robotique, ...) très larges. Ce défi est en correspondance avec le programme de recherche et d'innovation de l'union européenne, Horizon 2020 et notamment la priorité "primauté industrielle" et le volet "technologies clés génériques" (KET).

L'appel à projet cherche à soutenir des études sur un spectre de TRL (Technology Readiness Level) large, allant de recherches fondamentales (TRL 1), en amont d'applications éventuelles, à des



recherches proches de problèmes industriels (TRL jusqu'à 4). Lorsque pertinents, une analyse de cycle de vie ou même un bilan simplifié du cycle de vie serait appréciée.

Le contenu de l'appel s'appuie sur les travaux de la Stratégie Nationale de Recherche et il est construit sur la structure de celui de 2014. Des évolutions, visant à une clarification des axes et à une meilleure cohérence scientifique ont été réalisées

Le défi est structuré autour de cinq axes ; ils permettront aussi d'avoir une appréciation intégrée des projets de recherche allant de l'amont vers des applications à venir :

Axe 1 : Travail - place de l'homme, organisation des écosystèmes, valeur sociétale

Axe 2 : Usine du futur - système, produit, process

Axe 3 : Matériaux et procédés

Axe 4 : Chimie durable, produits, procédés associés

Axe 5 : Nanomatériaux et nanotechnologies pour les produits du futur

---

## Axe 1 : Travail -place de l'homme, organisation des écosystèmes, valeur sociétale

---

Il est désormais établi que le renouveau de l'industrie nécessitera des modifications profondes du cadre dans lequel ses acteurs évoluent. Cet axe doit s'intéresser aux problématiques particulières qui apparaîtront dans le cadre, ou du fait, de ces modifications. Elles peuvent être générées par ces modifications ou simplement préexister et prendre de l'ampleur. Elles seront un facteur de réussite si elles sont maîtrisées et exploitées. Elles doivent être analysées et comprises. Le domaine concerné est donc celui de l'usine du futur, telle qu'envisagée dans plusieurs axes de ce défi, mais aussi l'ensemble de l'éco système devant exister autour, et entre, ces « usines du futur ». En effet les évolutions des exigences, des règles et des habitudes de l'industrie, nécessaires au renouveau recherché, et celles qui en seront les conséquences, auront un impact considérable sur la nature et l'environnement de l'activité qualifiée de « Travail ». Ces évolutions doivent être rendues possibles par l'adaptation du cadre, matériel et contractuel, de ce travail et la préparation des individus à la réussite dans ces nouveaux cadres.

Toutes les situations futures ne peuvent être imaginées et étudiées dès maintenant mais certaines sont déjà perceptibles et doivent faire l'objet de recherches afin de s'y préparer au bénéfice de tous, la Société, dans son ensemble, et les personnes impliquées, à titre individuel et au sein de l'entreprise.

Il est d'ores et déjà établi que le monde industriel de demain sera « très numérique », ou numérisé, et connecté. Très « automatisé », il devra aussi être très « flexible », réactif ou adaptatif. En parallèle il est probable que la « déstructuration » de la chaîne de création continue de progresser.

Enfin il ne faut pas oublier les atouts et caractéristiques actuels de l'industrie qui en font un élément de cohésion de notre Société, comme la perception d'une aventure « commune » ou l'existence d'une solidarité regroupant toute la chaîne de la création à la réalisation, et faire qu'ils demeurent une réalité.

Dans cette perspective trois thématiques apparaissent comme prioritaires pour des projets de recherche.

### L'Homme élément du système

Bien que moins directement impliqué dans les actions de production, l'homme restera un élément clef des systèmes productifs futurs. Surveillance et anticipation, pilotage de haut niveau, reconfiguration des systèmes, réaction en urgence, ces nouveaux rôles de l'homme, directement



placé dans le processus actif (avec ses besoins de fiabilité et de « ponctualité ») ou sollicité uniquement en situation d'urgence (perception de la situation et rapidité de réaction) nécessiteront de nouvelles formations et qualités, mais aussi une adaptation des postes pour que réactions et décisions soient optimales pour l'efficacité du processus avec lequel l'homme interagit. Dans tous les cas l'interface homme-machine devra, dans un milieu sur-observé et au cœur d'un *système complexe*, fournir à l'opérateur chargé d'une responsabilité de décision/action, une information, certes riche, mais surtout pertinente, compréhensible et perceptible, afin de l'aider à passer de *l'information à la décision*.

### Les nouvelles organisations de la chaîne productive

Entreprises en réseaux, sous-traitance, co-activité sont des termes et des situations qui se développent et se développeront. De nouvelles organisations du travail atypiques seront aussi rendues possibles par les nouvelles technologies de l'information. Ces évolutions portent des risques et des opportunités. La combinaison harmonieuse de l'évolution du cadre juridique avec les nouvelles possibilités techniques doit être recherchée pour créer la solidarité nécessaire dans ces organisations éclatées et faire cohabiter cette solidarité avec des responsabilités et intéressements devant conserver une forte dose de personnalisation.

### Sens et valeur du travail

Les nouvelles technologies ont d'ores et déjà permis le développement de nouvelles formes de prescription du travail mais aussi d'une vision plus individualiste du travail en entreprise. Comment faire cohabiter dynamique d'évolution, attractivité d'une gestion de carrière individualisée et dimension collective du travail dans l'industrie qui est un des éléments de cohésion des organisations productives ? C'est un enjeu important pour un renouveau réussi de l'industrie.

---

## Axe 2 : Usine du futur - système, produit, process

---

Cet axe concerne l'usine du futur dans son acception la plus large, considérée comme un système : du fournisseur le plus amont au client final, les composantes « technologies, ressources humaines et organisations », sur l'ensemble du cycle de vie du produit. Ce système, centré sur l'humain, porté par les possibilités du numérique, doit répondre aux attentes des clients, des investisseurs mais aussi de la société. Il doit offrir des produits adaptés aux besoins des marchés grâce à un système de production aux meilleurs standards de performances, dans lequel la dimension travail (pénibilité, ergonomie, sécurité, compétences, management, coopération...) est essentielle. Des projets sont attendus dans l'une des 5 thématiques décrites ci-dessous. La prise en compte de dimensions industrielles mais aussi des problématiques plus amont sont attendues. Des projets en forte rupture seront très bien accueillis.

### Usine système

L'usine système, dans sa dimension « entreprise étendue », est un système complexe qui comprend différentes composantes internes (technologies, ressources humaines, organisation) nécessitant une approche "ingénierie des systèmes". Les méthodes de conception doivent intégrer les interactions entre ces composantes mais aussi avec l'environnement (le client et plus généralement la société). Par exemple, la conception doit prendre en compte le cycle de vie du produit en s'appuyant sur une organisation circulaire du système de production. Ces nouvelles méthodes de conception doivent prendre en compte les services associés qui vont transformer fondamentalement les modes de consommation. Les systèmes de production conçus doivent intégrer les nouvelles attentes de la société en termes de développement durable, mais aussi de sécurité des installations et s'insérant dans un écosystème de proximité mais aussi mondialisé.

### Usine virtuelle

L'usine virtuelle doit permettre, dès sa conception, l'anticipation des évolutions futures des technologies, des produits et des organisations pour l'atteinte de la meilleure performance industrielle. Elle doit être basée sur des modèles numériques des systèmes socio-techniques ou organisationnels, fidèles et aux performances mesurables. Des technologies innovantes d'interaction entre l'Homme et l'usine virtuelle doivent permettre de valider de nouveaux scénarios d'usage. Il faudra maîtriser des solutions avancées de réalité virtuelle et augmentée, des méthodes innovantes de simulation et d'optimisation produits-process, des techniques de simulation de la collaboration homme-robot, des mécanismes de reconfiguration de la production permettant de concevoir performant du premier coup. Cette usine virtuelle doit aussi servir à rendre plus rapide et efficace la formation des acteurs de l'usine agissant dans un environnement connecté.

### Usine intelligente, connectée, pilotée

L'usine sera intelligente et connectée. Elle doit intégrer les nouvelles technologies permettant d'augmenter les possibilités cognitives des ressources humaines (humain augmenté). La gestion des connaissances sera un facteur clé de succès. Avec l'internet des objets, l'objet physique devient un véritable acteur du pilotage de l'usine ; la prise d'information au plus près du produit ou de l'opération élémentaire, les systèmes de traitement de grandes masses de données doivent contribuer aux décisions pour le pilotage de l'usine. Le pilotage doit assurer un fonctionnement sûr et une grande réactivité. Il concerne les différents niveaux de décision, d'horizons temporels et périmètres (interne et chaîne logistique). Enfin, comme pour tout système, la cyber-sécurité est un aspect essentiel qui doit être intégré dès la conception.

### Usine flexible et agile

Une demande de plus en plus personnalisée et exigeante des clients conduit les entreprises à fournir des produits individualisés, de plus en plus complexes, de manière économe et compétitive, et ceci dans des marchés de masse mais aussi de niche. Des renouvellements de plus en plus rapides des gammes de produits nécessitent des possibilités de reconfiguration du système de production, en réutilisant au mieux les moyens de production en place, avec des approches « plug&play », mais aussi de l'organisation industrielle. Il faut penser cette dimension agilité dès la phase de conception. Ces exigences couplées avec la montée en complexité des produits imposent également de repenser la place et le rôle de l'Homme dans l'usine, de prendre en compte les interactions avec les opérateurs et de penser les évolutions de leurs compétences permettant de s'adapter à ces évolutions permanentes.

### Usine basée sur des process et moyens de production innovants

L'usine du futur nécessite que la valeur ajoutée apportée soit maîtrisée dans toutes ses dimensions, en particulier sur le plan technologique. Au regard des nouveaux critères d'acceptation sociétale de l'usine, il faudra disposer de technologies innovantes de fabrication, d'assemblage, de mise en œuvre apportant une forte valeur ajoutée pour la production de produits fortement différenciés, voire personnalisés (comme par exemple la fabrication additive). L'usage de nouveaux matériaux transformés par des procédés en rupture devient indispensable. Les méthodes de conception devront être revues pour prendre en compte ces nouvelles technologies. La mise en œuvre de ces technologies nécessite une forte collaboration entre l'Homme et des solutions robotiques avancées dont la coordination devra être pensée suivant toutes les dimensions de performance. Ceci devra faire appel aux technologies avancées de commande et de contrôle et d'assistance à la mise en œuvre (cobotique, exosquelettes).

## Axe 3 : Matériaux et procédés

Dans le contexte du renouveau industriel, les matériaux (métalliques, composites, polymères, céramiques, hybrides ou autres) jouent un rôle important, que ce soit par des aspects ressources, performances (au sens très large) ou de nouvelles fonctionnalités. Il est essentiel d'y associer les procédés (d'élaboration, de mise en forme et d'assemblage, par exemple), d'une part pour accompagner la mise en place de nouveaux matériaux et, d'autre part pour mettre en place des procédés plus économes, plus propres, etc. De manière générale, la métallurgie (par ex. procédés, fondements, thermodynamique) ainsi que les études sur le suivi (instrumentation, mesure, ..) en ligne des procédés sont à soutenir.

L'axe vise à promouvoir des projets allant de l'amont vers l'applicatif en prenant en compte les orientations suivantes :

### Multimatériaux multifonctionnels multiéchelles

La multifonctionnalité, élément clé des matériaux dans l'avenir, doit être pensée en termes de "matériau sur mesure" où l'association de plusieurs matériaux est réalisée suivant une organisation topologique et structurale éventuellement sur plusieurs échelles de manière à obtenir l'ensemble des fonctions recherchées (mécaniques, thermiques, optiques, ...) voire par la conception directe de matériaux polyfonctionnels..

Les procédés d'assemblage (collage, rivetage, soudage, brasage, ...) sont également multi-matériaux et multi-échelles. Les problématiques liées aux zones d'hétérogénéité interfaciales (gradients de microstructure, localisation des phénomènes sous sollicitation) seront traitées. On favorisera les approches couplées expérimentation/simulation ainsi que le développement de procédés originaux

### Mise en forme de matériaux

Pour la mise en forme, il s'agit de bien mettre en relation les spécificités des matériaux avec les procédés mis en place notamment dans les outils de simulation. La fabrication additive au niveau des matériaux (minéraux, métalliques ou polymères) utilisés fait partie de cette thématique.

### Biomatériaux et matériaux bioinspirés

Matériaux biocompatibles ou la fonctionnalisation de matériaux artificiels pour le contrôle de leur interaction avec les tissus vivants ainsi que la modélisation théorique et expérimentale de ces interactions sont recherchées. De nouveaux modes de fabrication des matériaux utilisant des schémas, ou procédés, similaires à ceux utilisés par la nature (biomimétisme) ou l'utilisation de procédés naturels pour contrôler et diriger la croissance de nouveaux matériaux à un coût énergétique moindre sont également attendus

### Nouvelles chimies pour des matériaux composites

Les matrices organiques utilisées pour les matériaux composites structuraux font appel essentiellement aux matrices thermodurcissables. Elles nécessitent des cycles de cuisson en autoclave. De nouvelles chimies sont nécessaires pour obtenir soit des matériaux permettant une mise en œuvre hors autoclave avec des températures de polymérisation entre la température ambiante et 100°C afin de limiter la durée des cycles de mise en œuvre et les coûts associés, soit des matériaux permettant une utilisation en service à des températures élevées (jusqu'à 300°C en continu) avec une mise en œuvre accessible.

### Science et génie métallurgique

Les matériaux métalliques qui irriguent de nombreux secteurs industriels (aéronautique, automobile, ferroviaire, construction, emballages, ...) ont besoin d'évolutions importantes et d'innovations de rupture dans leur conception ou leur mise en œuvre. Le développement d'alliages innovants est un challenge du domaine. Les propositions s'orienteront autour de ce besoin et pourront impliquer

l'utilisation des simulations (méthodes de calcul *ab initio*, de couplages thermodynamique / cinétique, simulations de la genèse des microstructures, relations microstructures-propriétés). Ces méthodes, fortement couplées à des approches expérimentales opérant aux mêmes échelles que les simulations, deviennent des outils puissants pour raccourcir les délais de développement, et, associées aux approches empiriques classiques, offrent au secteur industriel un atout de compétitivité majeur.

### Méthodes de mesure et instrumentation

L'augmentation de la qualité de la production passe par un meilleur contrôle des procédés. Il implique en particulier un suivi en ligne des caractéristiques des matériaux, qui peut permettre un ajustement des conditions d'opération. Pour l'obtention de données en temps réel, le développement de caractérisation en ligne (et donc en temps réel) est fondamental.

### Substitution de matériaux critiques et procédés de recyclage

Il s'agit d'une part de proposer des matériaux et les procédés associés qui permettront de remplacer les matériaux utilisant des éléments en voie d'épuisement (voire contrôlés de manière géostratégique) ou en voie d'interdiction, et d'autre part de favoriser le recours à des matériaux naturels et/ou renouvelables, intrinsèquement biodégradables et mis en œuvre par des procédés originaux, notamment soucieux de l'environnement. La recherche de procédés innovants propres visant à l'extraction ou au recyclage de matériaux critiques intègre également cette démarche.

### Matériaux de structure pour conditions extrêmes

Il s'agit de développer une nouvelle génération de matériaux et les procédés d'élaboration associés conduisant à une fiabilité des performances et/ou des durées de vie améliorées dans des conditions d'utilisation extrêmes (très hautes températures, contraintes mécaniques élevées, forte vitesse de déformation, milieux fortement corrosifs...). Les performances résultent de l'optimisation de compositions, de microstructures aux échelles micro et nano, de structures composites ou d'architectures. Le suivi du vieillissement par capteur intégré ou autre caractéristique intrinsèque du matériau, ainsi que la capacité à s'auto-réparer sont également recherchés.

### Matériaux à porosité contrôlée

La porosité d'un matériau peut être utilisée comme un moyen de contrôler le transport de fluides dans les matériaux ou comme un élément de structuration de la matière qui permet de conférer au matériau des propriétés macroscopiques particulières (mécanique, acoustique, thermique, optique, ...). Il existe une grande variété de procédés ou phénomènes aptes à générer des porosités contrôlées à différentes échelles et pouvant conduire à des applications originales. Ce sont les démarches originales et innovantes qui sont recherchées dans ce thème.

### Surface et interface : fonctionnalisation et traitement de surface

Le matériau massif assure généralement une fonction principale, par exemple structurale, mais son interaction avec l'environnement est assurée par sa surface. Les traitements de surface ou les revêtements en couches minces ont pour objet de conférer des caractéristiques ou des fonctionnalités nouvelles. Les techniques mises en œuvre sont multiples et peuvent également être couplées. On cherchera dans ce domaine à développer des approches innovantes, tant par la fonctionnalisation proposée que par le ou les procédés utilisés.

### Matériau numérique virtuel

La construction d'un matériau virtuel a de multiples finalités telles que la détermination rapide de l'influence de textures ou de microstructures sur les propriétés du matériau, l'influence de défauts microscopiques sur le comportement à l'échelle macroscopique, la prévision de ruine du matériau, voire la certification de pièces... Cette démarche accélère les études de matériau mais sa fiabilité repose sur la capacité du modèle numérique support à représenter la structure, le comportement ou

les phénomènes que l'on cherche à étudier. Ce n'est pas l'étude du comportement d'un matériau par sa simulation à l'aide de logiciels du commerce qui est recherchée ici, mais les démarches originales de modélisation destinées à prendre en compte la complexité d'un matériau réel.

---

#### Axe 4 : Chimie Durable, produits, procédés associés

---

La chimie doit aujourd'hui répondre aux enjeux du développement durable et placer l'humain au centre de ses priorités. Pour cela, elle doit accélérer l'évolution de ses pratiques pour réduire sa consommation en matières premières, son coût énergétique et son impact environnemental. Cette évolution passe notamment par la diversification des matières premières. Dans ce contexte, la montée en puissance de la chimie du végétal est un élément de réponse important auquel doit s'ajouter une meilleure gestion des ressources en carbone fossile, la recherche de matières premières alternatives (activation du CO<sub>2</sub>, de molécules C1-C3) et le développement de filières de valorisation des déchets par le recyclage. Cette évolution de l'industrie chimique vers une économie « circulaire » doit s'appuyer sur un effort de recherche et d'innovation en chimie et en procédé. L'éco-conception et l'analyse du cycle de vie doivent être systématiquement intégrées à tous les niveaux.

Les projets attendus concernent la recherche, le développement et la mise en œuvre de nouvelles voies de synthèse, plus économes en matières premières et en énergie. Ils peuvent donc aborder toute la chaîne de valeur allant de la sélection des matières premières, à la mise au point de la voie chimique (recherche de nouvelles réactivités, objets catalytiques, solvants « verts » ...) et au procédé associé intégrant les étapes de séparation. Le développement de procédés plus sûrs et à faible impact environnemental, en s'appuyant notamment sur les concepts de l'intensification des procédés (éco-efficents), fait également partie des attentes de cet axe. Les applications visées concernent tous les secteurs de la chimie, y compris la chimie pharmaceutique.

La prise en compte des préoccupations environnementales et sociétales définies par la Stratégie nationale de recherche, conduit à proposer les priorités thématiques suivantes :

##### Systemes catalytiques

La catalyse est un principe essentiel de la chimie durable et au cœur des grands défis industriels de demain. Les innovations attendues concernent :

(i) tous les types de catalyse à savoir : catalyse hétérogène, catalyse organométallique organocatalyse, bio-catalyse, catalyse duale (couplage de 2 catalyses chimiques), ou catalyse hybride (couplage de la bio-catalyse avec une catalyse chimique) ;

(ii) la conception et la mise en œuvre de nanocatalyseurs ou de complexes catalytiques de formulations innovantes et plus performants ;

(iii) la synthèse et la mise en œuvre de métallo-enzymes.

Afin de favoriser l'émergence de ces innovations, une approche basée sur la conception rationnelle (ex : relations structure – activité, approches bio-inspirées...) des catalyseurs est à privilégier.

##### Nouveaux milieux, caractérisations avancées

Le développement d'une chimie éco-compatible et de ses procédés associés passe probablement par la substitution des milieux réactionnels traditionnels par des milieux non conventionnels tels que le CO<sub>2</sub> supercritique, l'eau subcritique, les liquides ioniques, les solvants eutectiques ou les milieux colloïdaux... Cette substitution implique le plus souvent en amont des travaux permettant leur mise en œuvre efficace, l'analyse de leur cycle de vie et de leur recyclage, leur séparation autant que des études alliant théorie et expérience permettant de rendre compte des réactivités spécifiques obtenus en leur sein.

### Chimie supramoléculaire et assemblages moléculaires

L'assemblage de molécules par liaisons faibles joue un rôle essentiel dans le domaine du vivant (reconnaissance moléculaire, récepteurs moléculaires, interactions enzyme-substrat,...) ou pour la conception de matériaux intelligents. Cette brique thématique concerne notamment la synthèse d'objets possédant des propriétés d'auto-assemblage ou d'auto-organisation, l'étude des architectures ou des assemblages eux-mêmes, des systèmes moléculaires réversibles ou programmables, la chimie des relations structure-propriétés abordés tant d'un point de vue théorique qu'applicatif jusqu'à la chimie colloïdale ou la chimie enzymatique...

### Polymères et macromolécules d'origine naturelle

Ce domaine concerne par exemple les voies de synthèse et les procédés associés, la maîtrise de la fonctionnalité ou la formation de composites, le recyclage des polymères synthétiques ou naturels.

### Chimie de molécules bio-sourcées

Il s'agit ici d'étudier la transformation chimique des molécules plateformes (synthons) bio-sourcées issus de biotechnologie industrielle (par ex. bioraffinerie) en molécules à forte valeur ajoutée.

### Procédés économes et intensifiés

Cette brique technologique concerne la mise au point et le développement de procédés innovants que ce soit grâce à la synthèse multi-étapes, la miniaturisation, la microfluidique, les couplages de transferts, les méthodes d'activation (micro-ondes, ultrasons, photo- ou électrochimique...), la simulation avancée, l'analyse et le contrôle des procédés...

### Chimie bio-inspirée

Cette composante s'intéresse à la mise au point, à l'optimisation ou au développement de nouveaux bio-procédés ou de nouvelles voies métaboliques permettant l'accès à des produits originaux ou la synthèse de molécules à visée thérapeutique. Les aspects applicatifs, notamment dans le domaine industriel, pour les bio-capteurs ou la bio-remédiation sont également envisagés.

Les projets soumis dans cet axe pourront être de nature expérimentale, théorique, technologique, industrielle (procédés), tout en privilégiant une approche pluridisciplinaire. Ils pourront s'appuyer sur des outils expérimentaux (de préparation, de caractérisation avancée et d'évaluation de propriétés physico-chimiques et toxicologiques) mais aussi sur des outils de simulation à différentes échelles (de la molécule au procédé).

---

## Axe 5 : Nanomatériaux et nanotechnologies pour les produits du futur

---

L'usine du futur reposera pour partie sur des (multi)matériaux (multi) fonctionnels et systèmes de mesure et de détection intégrés. Ceux-ci seront d'autant plus performants que l'intégration de leurs fonctions à différentes échelles (micro-macro) et de leur assemblage sera pensée dès l'échelle nanométrique. Cette échelle est peu maîtrisée aujourd'hui dans les procédés industriels. L'avènement de l'usine du futur nécessitera l'organisation de la chaîne des briques scientifiques et technologiques dont elle aura besoin pour développer ces matériaux et capteurs.

Les projets adresseront des verrous scientifiques et technologiques en précisant le positionnement du verrou dans les chaînes de connaissances et de valeur. Les verrous devront être d'ordre générique. Les projets plus applicatifs doivent être déposés dans le défi ad hoc. A titre d'exemple, la production de dispositifs OPV est adressée dans le défi 2. De même, pour les projets déposés dans le défi 3 concernant la santé, le verrou scientifique identifié portera sur sa propre mise en forme à l'échelle nanométrique, ou encore sur l'amélioration de performance biologique apportée par cette mise en forme, ou sur le traitement d'image associé.

Les verrous ont été assemblés en trois groupes répondant à des priorités de la Stratégie nationale de recherche.



## Production des objets et gestion de leurs propriétés et assemblages

La première brique technologique pour les produits du futur est le contrôle de la synthèse de nanomatériaux (nanoparticules, nanofils, nanotubes...) pouvant être à caractère hybride ou composite, de matériaux innovants et substrats pour l'optoélectronique souple (par exemple pour l'éclairage) en utilisant si possible les principes d'écoconception et d'objets *safe by design*. La seconde brique technologique requise concerne la fonctionnalisation de surface à l'échelle nanométrique incluant les films fins et la modification de nano-objets, permettant par exemple la formation de cœur-coquille fonctionnel... Les capacités à assembler ou provoquer l'auto-assemblage de ces nano-objets constituent un challenge pour obtenir des matériaux fonctionnels bi ou tridimensionnels. Les projets pourront dans ce cas se concentrer sur la réversibilité des assemblages. Les développements des procédés de nanostructuration et de mise en forme (électrospinning, revêtements, microfluidique, nanofluidique...) constituent un autre élément identifié de la mise en capacité à produire des produits nouveaux et pourront donc être soumis dans cet axe.

## Applications des nano-objets pour la santé

La dimension nanométrique peut apporter des nouveautés aux applications biotechnologiques. Les projets mettront en évidence la formation et l'utilisation de nano-objets pour l'imagerie ainsi que les greffages, l'encapsulation et la fabrication de nano-objets pour la santé. Dans ce second groupe, les projets répondant aux besoins de la lutte contre le cancer, le VIH/Sida et les hépatites virales, ne pourront cependant pas être proposés dans ce défi car ces thèmes sont pris en considération par l'Inca et l'ANRS.

## Capteurs - Instrumentation

La fabrication de capteurs pour l'usine du futur ou en tant que produits de futur est une priorité de la SNR. Dans cet axe, les projets se focaliseront sur les nano-détecteurs physiques, chimiques et biologiques ainsi que les actionneurs relevant des mêmes phénomènes. Cependant, les recherches cibleront particulièrement les performances de détection ou d'action assurées par un ou des nano-objets. Par ailleurs, concernant l'instrumentation, les projets pourront également répondre aux besoins de la métrologie et de la caractérisation des nano-objets.

Un objectif de l'axe est de favoriser l'amplification des liens entre les laboratoires académiques et les entreprises pouvant aller jusqu'à un transfert technologique. Les projets pourront donc être de nature expérimentale, théorique, technologique, industrielle et instrumentale pouvant inclure des aspects d'acquisition de connaissance. D'un point de vue général, les aspects modélisation et simulation peuvent être présents dans des projets répondant à l'ensemble des verrous définis précédemment ou faire l'objet de projets spécifiques. Les projets situés sur les thématiques de l'initiative européenne FET Flagship « Graphene » sont invités à expliciter le niveau d'intégration envisagé. Par ailleurs, des projets en synergie avec cette initiative mais portés par des équipes de plusieurs pays peuvent être soumis dans le cadre de l'appel transnational FLAG-ERA.

---

### « Challenges » en lien avec le défi :

---

L'instrument de financement « Challenges » est décrit au §E.1. Un challenge sera initié dans le cadre de ce défi. Il fera l'objet de procédures d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels sur le site de l'ANR.

#### **Challenge RoMI (Robotique et Machines Intelligentes):**

Ce challenge est en lien avec le **défi 7**. Dans le cadre du Plan Robotique de la Nouvelle France Industrielle, des verrous scientifiques et techniques communs à la robotisation de plusieurs étapes de process industriels ont été identifiés par de grands donneurs d'ordres. L'objet du challenge sera de contribuer à la levée de ces verrous.



## D-4) DEFI 4 - VIE, SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Taïwan; Hong Kong ; Inde (neurosciences) ;
- Brésil (neurosciences, cardiovasculaire, métabolisme).

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

Appels bi ou multilatéraux sur thématiques spécifiques avec un calendrier distinct :

- Appel à projets sur l'épigénomique avec l'Allemagne, le Canada et Québec
- Appel à projets franco-américains en neurosciences computationnelle en lien avec le programme «*Collaborative Research in Computational Neuroscience*» (CRCNS), avec les Etats-Unis (NSF, NIH) en association avec le défi 7
- Appel à projets avec le Japon « *des technologies moléculaires aux matériaux fonctionnalisés* »

ERA-NETS intégrés dans la programmation européenne du 7<sup>e</sup> PCRD ou d'Horizon 2020 :

- EuroNanoMed II – Nanomedecine, • EraCoSYsMed - System Medicine, médecine systémique,
- Neuron II - neurosciences, • Flag Era (en lien avec le *Human Brain Project*)• Infect- ERA – maladies infectieuses Humaines, • ANIHW – santé et bien-être animal en lien avec des thématiques du défi 5, • E- Rares 3– Maladies rares.

Joint program initiatives :

- JPI AMR Résistance aux antimicrobiens, • JPND joint programming sur les Maladies Neurodégénératives, • JPI HDHL « *Healthy Diet Healthy Life, une alimentation saine pour une vie saine* » en interface avec le défi 5.

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

## INTERFACES :

*Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.*

### **Données massives / Biologie / Biotechnologies / Santé-Environnement / Capteurs / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 4**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Les aspects de santé publique** représentent une interface forte avec le **défi 8** et bénéficieront d'experts communs. L'approche médicale ou épidémiologique des **inégalités de santé** est confiée au **défi 4**, mais leur analyse sociologique ou économique (accès aux soins, couverture assurantielle, vulnérabilités, déterminants liés au capital social, au care, aux liens entre générations) relève du **défi 8**.

**Menace NRBC et gestion de crise:** les recherches liées aux agents de la menace NRBC (Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique), ou à la gestion de crise (face à ces menaces ou à des risques environnementaux) sur le plan opérationnel, organisationnel, logistique, économique... relèvent du **défi 9**.

**Recoupements entre les différents axes :** lorsque leur projet peut s'inscrire dans différents axes, les déposants sont encouragés à s'inscrire dans l'axe le plus spécifique disponible : par exemple, antibiorésistance dans « pathologie émergentes et résistances », les projets de plasticité synaptique dans neurosciences, la biologie des lymphocytes en défense de l'organisme, etc...

## Introduction

Le défi « Vie, 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. Ce champ de la recherche particulièrement large 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.

« Vie, 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.

L'action de l'ANR se veut complémentaire des actions portées par d'autres organes de financement. Par exemple, l'ANR n'a pas vocation à soutenir les recherches sur le Cancer, le VIH/Sida et les hépatites virales, déjà prises en charge par l'Inca et l'ANRS. Les projets dans ces domaines mais en partenariat avec des industriels pourront toutefois être soutenus par l'ANR, ainsi que les projets soumis dans le cadre des appels à projets de type ERA-NET ouverts à ces thématiques. Les projets de recherche en santé publique relèvent quant à eux des appels d'offres thématiques de l'IRES et n'ont pas vocation à être soutenus par l'ANR. Les projets de recherche clinique seront préférentiellement soumis au Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC), et les projets de recherche sur les systèmes de santé et de soins au Programme de Recherche sur la Performance du système des Soins (PREPS) de la Direction générale de l'offre de soins (DGOS).

Le défi « Vie, santé et bien-être » s'appuie sur trois approches-piliers :

- (i) La première vise à décrypter les mécanismes multi-échelles de la cellule vivante, 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 du dysfonctionnement de ces mécanismes. Les approches 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.
- (ii) La seconde vise à une meilleure connaissance des processus pathologiques et ouvre 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. Elle implique aussi des approches en innovation biomédicale : nouveaux biomarqueurs biologiques ou en imagerie de la cellule, du tissu et de l'organisme, nouvelles cibles et molécules thérapeutiques, criblages innovants haut-débit et haut-contenu, innovations en galénique et pharmacologie, biothérapies régénératrices et de substitution, biomatériaux, recherche technologique en e-santé et télé-médecine.
- (iii) La troisième concerne la santé publique et les sciences sociales de la santé. Elle explore en particulier les chaînes causales des inégalités socio-économiques, de genre, environnementales ou culturelles, les effets de chocs de santé ou de la chronicité sur les individus ou leur environnement ; les dynamiques sociales, économiques et politiques relatives à l'innovation en santé et la régulation des activités liées à la santé ; la recherche méthodologique, quel que soit le domaine d'application.

L'ANR apportera son soutien aux piliers scientifiques avec une emphase marquée dans le cadre du défi 4 sur les actions internationales, soutenues par des instruments Européens ou par des programmations spécifiques bi ou multi-latérales thématiques. Pour les domaines scientifiques concernés par ces actions, l'encouragement à des collaborations internationales se traduira par un équilibrage au regard du volume global national + international du domaine concerné.

Afin de répondre aux enjeux du défi « Vie, santé et bien-être » et d'encourager des domaines transversaux en émergence, 13 axes scientifiques, pour la plupart transversaux et pluridisciplinaires, seront particulièrement soutenus en 2015.

---

### **Axe 1. Etude des systèmes biologiques, de leur dynamique, des interactions et inter-conversions au niveau moléculaire**

---

L'objectif de cet axe est de comprendre, visualiser et quantifier les mécanismes biochimiques et physicochimiques permettant aux composants moléculaires d'œuvrer ensemble dans leur environnement cellulaire. Cet axe vise également à faire émerger de nouvelles techniques d'études, par exemple, des approches sur molécules ou cellules uniques et la conception de nouveaux systèmes biologiques (biologie de synthèse). Il pourra aussi s'agir de nouvelles approches

expérimentales visant à agir sur le vivant et ayant des applications possibles en santé humaine (molécules à visées thérapeutiques ou diagnostiques) ou en biotechnologies. Cet axe inclut des recherches pouvant faire appel à différentes approches : chimie, physico-chimie, informatique, génétique, biologie moléculaire, cellulaire, structurale, imagerie, ceci afin de décrypter et prédire les architectures des macromolécules biologiques et de leurs complexes, la dynamique de leurs interactions et leurs réactivités au sein de systèmes cellulaires ou subcellulaires.

Actions internationales : certains projets dans le cadre de l'ERA-Net Synbio (Biologie de synthèse) seront rapportés à cet axe.

---

## **Axe 2. Décryptage des fonctions biologiques élémentaires et de leur intégration**

Cette rubrique vise à comprendre comment les cellules, bactériennes, animales et végétales sont constituées à partir d'assemblages moléculaires, comment elles croissent, se multiplient, se différencient, meurent, sont remplacées et se déplacent en réponse aux stimuli de l'environnement, comment elles coopèrent pour former un organisme multicellulaire, un tissu, un organe, et comment ces mécanismes se sont mis en place au cours de l'évolution. L'émergence de nouveaux modèles d'étude sera soutenue, en particulier des modèles à cycle de vie court capables de se reproduire en laboratoire. Cette action couvre l'étude des cellules souches adultes, fœtales ou embryonnaires dans toutes les espèces et modèles appropriés : auto-renouvellement, différenciation et remodelage tissulaire normal ou pathologique.

---

## **Axe 3. Exploration des systèmes et organes leur fonctionnement normal et pathologique : physiologie, physiopathologie, vieillissement**

Il s'agit de comprendre la logique de l'assemblage hiérarchique des composants des tissus et des organes, comment leurs interactions génèrent leurs propriétés et comment l'altération ou le dysfonctionnement d'un ou plusieurs de ses composants est à l'origine de pathologies. Ces pathologies peuvent provenir entre autres de facteurs intrinsèques (génétiques, épigénétiques, vieillissement), extrinsèques (nutrition, microbiotes, infections, médicaments, contaminants) ou socio-comportementaux.

Cette action vise à soutenir des projets abordant l'ensemble des déterminants (biologiques et sociaux), en particulier, mais pas exclusivement, dans le domaine des pathologies métaboliques et de la nutrition.

En toxicologie environnementale, les approches encouragées sont celles des voies ou réseaux 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 notamment à faibles doses, ou les traits d'histoire de vie clés pour la dynamique des populations dans l'environnement. Un accent particulier sera porté sur les perturbateurs endocriniens.

Actions internationales : Certains projets dans le cadre de l'ERA-NET ERACoSysMed (Médecine systémique) et de l'Era-Net E-Rare 3 seront rapportés à cet axe. Les projets dans le cadre de l'ERA-NET Infect-ERA ou ANIHWA (infectiologie et relation hôte- pathogène humaine ou animale) seront rapportés à cet axe.

---

## **Axe 4. Systèmes informatiques et numériques, phénotypage, organismes et pathologies virtuelles, Recherche méthodologique, informatique et statistique pour répondre aux défis conceptuels et technologiques du développement de la recherche en santé**

Cette action concerne :

- les outils de bioinformatique, biostatistique et modélisation en biologie, recherche préclinique et clinique, épidémiologie intégrant les données de la biologie à haut débit. Sont concernés : le démembrement nosologique des maladies communes, la compréhension de leur physiopathologie et l'évaluation des interventions. Cette action recouvre la récolte intensive de données souvent hétérogènes, 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. Le développement de modèles et les méthodes permettant leur confrontation aux données fait également partie de cet axe.

- la médecine numérique et personnalisée consistant notamment à créer à partir des données ci-dessus une biologie-médecine virtuelle (simulation in silico anatomo-fonctionnelle-métabolique) réaliste et la confronter aux données acquises par des systèmes physiques en biologie et/ou en médecine (patients), combinant les technologies de santé et la compréhension des systèmes vivants. Cette action inclut la prise en compte des dynamiques sociales et des problématiques éthiques de l'émergence et de la diffusion de ces innovations biomédicales.

Actions internationales : Certains projets dans le cadre de l'ERA-NET ERACoSysMed (Médecine systémique) seront rapportés à cet axe.

---

### Axe 5. Génétique et génomique: relation génotype-phénotype, interactions génome-environnement, épigénétique

---

L'ambition est la caractérisation des mécanismes préservant l'intégrité des génomes, ainsi que les bases génétiques, épigénétiques des maladies humaines. L'étude des variations des régions génomiques cibles des modifications épigénétiques, les mécanismes de régulation de l'expression des gènes, l'implication des ARN non codants et des processus de maturation des ARN, seront abordés aussi bien par une recherche fondamentale de pointe que par des études réalisées sur les populations humaines et les espèces modèles.

Actions internationales : l'appel à projet Epigénomique avec l'Allemagne et le Canada est associé à cet axe. Certains projets dans le cadre de E-Rare3 pourraient y être associés.

---

### Axe 6. Microbiomes et relations microbiomes-hôte<sup>24</sup>

---

L'objectif est d'identifier les différentes espèces microbiennes des flores normales et pathologiques de différentes espèces d'hôtes, de comprendre les relations entre flore microbienne et hôte et d'évaluer l'importance jouée par les microbiomes sur le fonctionnement des organismes, ou dans le contexte médical global de l'hôte. Les projets de physiologie centrés sur nutrition/ digestion et flore digestive hors pathologie seront toutefois à adresser au défi 5.

Actions internationales : Certains projets dans le cadre de l'ERA-NET Infect-ERA (Maladies infectieuses humaines) seront rapportés à cet axe.

---

### Axe 7. 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, comment

---

<sup>24</sup> Les microbiomes environnementaux (air, eaux, sols, aliments, biotech blanches etc) seront traités par les défis 1 et 5

l'altération ou le dysfonctionnement d'un ou plusieurs de ses composants est à l'origine de pathologies et comment ceci conduit à l'identification et la validation de cibles thérapeutiques. Cette action vise également à soutenir des projets abordant l'ensemble des expressions, des déterminants biologiques et sociaux et des formes de prise en charge de la santé mentale et de la psychiatrie, en particulier ceux relatifs, d'une part aux troubles envahissants du développement (TED), d'autre part aux conduites addictives.

Actions internationales : les actions autour du JPND (Maladies Neurodégénératives) et de l'ERA-ERA-NET Neuron II (Neurosciences) seront rapportées à cet axe, ainsi que certains projets de l'action CRCNS avec la NSF (Neurosciences Computationnelles), et les actions autour de l'ERArA- Net NET Flag Era concernant le Human Brain Project.

---

## Axe 8. Étude 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 organes, et d'identifier les molécules et processus essentiels au bon fonctionnement de l'organisme en situation normale et face à des stress.

---

## Axe 9. 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 zoonotiques dans une optique de préparation au risque épidémique, voire pandémique, mais aussi de prévention et d'anticipation, et de lutter contre les résistances aux infections, dans la mesure où l'Homme est au cœur du projet. Les projets concerneront les transferts inter-espèces, la saisonnalité et la périodicité de la transmission, la détection de nouveaux pathogènes ; les comportements des hôtes vertébrés, des vecteurs et des pathogènes; et les interventions possibles (vaccination, traitement, surveillance, 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, ainsi que la recherche en situation d'urgence.

Actions internationales : Certains projets dans le cadre de l'ERA-NET ANIHWA (santé et bien-être animal) et du JPI-AMR (Résistances antimicrobiennes) seront intégrés avec cet axe.

---

## Axe 10. 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 des principales causes et expressions d'inégalités sociales ou de vulnérabilité liées à la santé en France. Une réponse adaptée des pouvoirs publics suppose que des analyses préalables soient réalisées sur les dimensions sociales, comportementales, psychosociales, économiques et biologiques, tentant d'élucider les effets de certains déterminants sociaux sur la santé, ou d'identifier l'ampleur et la nature des phénomènes échappant à cette analyse. Cette action inclut le développement de recherches sur les politiques de santé ainsi que sur l'efficacité et l'équité des services de santé. Cet axe est en interface forte avec le défi 8, axe 2, qui prendra en charge les projets centrés sur les aspects SHS et sociétaux.

---

## Axe 11. Recherche translationnelle en santé

---

L'action incitative sur la recherche translationnelle entend financer des études qui se situent en aval des projets exploratoires des laboratoires de recherche et en amont des projets cliniques 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. Cette rubrique recherche translationnelle a pour vocation le décloisonnement de l'amont et de l'aval, en particulier pour ce qui est des aspects de physiopathologie. 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 déposants qui souhaiteront solliciter un cofinancement ANR-DGOS de leur projet dans le cadre d'une action commune possible de type « Programme de Recherche Translationnelle en Santé » (PRTS), devront soumettre dans cet axe.

---

## Axe 12. Innovation médicale, nanotechnologies, médecine régénérative, 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.

Actions internationales : les actions autour l'ERA-NET EuroNanoMed II (Nanomedecine) seront rapportées à cet axe.

---

## Axe 13. 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 déterminants pour le progrès de la médecine. Elles représentent des vecteurs de transformations des conditions de vie et du système de santé, au travers de l'e-santé, de la compensation du handicap ou de la perte de l'autonomie. Ces transformations suscitent des espoirs, des promesses mais aussi des inquiétudes, portant en particulier sur les risques liés à la convergence de ces technologies ou sur leurs effets sur les capacités humaines. Cette action ciblée favorisera la mise en œuvre de preuves de concept pertinentes sur le plan industriel et médical, ainsi que 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. Les projets concernant les outils de recherche pour un développement industriel sont également pertinents pour cet axe.



## D-5) DEFI 5 – SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET DÉFI DÉMOGRAPHIQUE

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Taïwan ; Hong Kong ;
- Canada ; Brésil (recherches marines).

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- ERA-NET Cofasp (Exploration durable halieutique) ;
- ERA-NET ANIHWA (Santé et bien-être animal)
- Plant KBBE (rendement des plantes cultivées et sécurité alimentaire face aux changements climatiques) ;
- JPI FACCE ERA-NET COFUND (agriculture durable pour la production de biomasse à usage alimentaire ou non) ;
- ERA-NET ARIMNET (agriculture, agroalimentaire et gestion des ressources dans les pays méditerranéens) ;
- ERANET-MED (énergie renouvelable et gestion de l'eau dans les pays méditerranéens).

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

**Données massives / Biologie / Biotechnologies / Santé-Environnement / Capteurs / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 5**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Ecosystèmes :** les projets dont l'objet central de la proposition concerne l'étude du fonctionnement des écosystèmes exploités, leurs adaptations et le développement de systèmes de production innovants durables relèvent du **défi 5**. Lorsque les projets portent sur des écosystèmes non exploités

ou sur leurs interactions avec des écosystèmes exploités, ou que l'objet central concerne les impacts ou la gestion de l'environnement, ils relèvent du **défi 1**.

**Microbiomes** (Axe 5) : Les projets sur l'alimentation et ses interactions avec les microbiomes depuis la fabrication des aliments jusqu'à leurs effets dans le tube digestif seront considérés dans le **défi 5** ; ceux portant sur les maladies humaines seront considérés par le **défi 4**.

**Biomasse, bioressources** : les approches multi-usages de la biomasse, lorsque l'objectif principal n'est pas spécifiquement énergétique (voir axes 2 et 4 du défi 2), relèvent du **défi 5**. Les projets de biotechnologies visant la production de carburants avancés relèvent du **défi 2**.

**Bioéconomie** (Axe 8) : les aspects liés à l'analyse et à la conception des scénarios en lien avec les activités industrielles, les politiques publiques de transfert de technologies, les stratégies de spécialisation des régions relèvent du **défi 3**. Les recherches sur l'intégration dans les territoires des filières d'utilisation de la biomasse, sur leurs impacts environnementaux, sociaux, économiques, sur le développement rural ou local et sur la compétitivité relèvent du **défi 5**.

**Chaîne logistique** : la protection (contre divers risques et menaces) de la chaîne logistique d'approvisionnement relève du **défi 9**.

Le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire, et de la Forêt (MAAF) s'associe à l'ANR dans le cadre de l'appel à projets générique 2015. L'intervention du MAAF s'inscrit dans le plan pour l'agro-écologie (dont le plan Ecophyto) dont les objectifs de recherche sont en cohérence avec les problématiques du défi 5 ; il mobilisera les moyens financiers complémentaires permettant de soutenir les projets traitant particulièrement de ces enjeux.

Par ailleurs, la société APISGENE s'associe à l'ANR dans le cadre des axes 1, 2 et 5 du défi 5. Son intervention s'inscrit dans le cadre de son programme « Efficacité Global de l'Élevage de Ruminants (EGER) » qui vise, par la description et la compréhension des mécanismes génétiques sous-jacents et la prise en compte de la diversité des territoires et des systèmes d'élevage, à identifier des leviers d'amélioration de l'efficacité alimentaire et reproductive, de la santé et du bien-être des ruminants et de la qualité de leurs produits. APISGENE mobilisera des moyens financiers d'origine professionnelle pour soutenir de tels projets de recherche en partenariat public privé.

---

## Introduction

La croissance démographique mondiale dans un contexte d'évolution des régimes alimentaires, de globalisation des circuits de production et d'échange des matières premières et de denrées alimentaires, de raréfaction des ressources, d'aléas climatiques grandissants et de préoccupations environnementales liées notamment aux conséquences des pratiques agricoles et halieutiques, est porteuse d'enjeux forts pour l'avenir de nos sociétés. De plus, la diversification des usages des productions agricoles, forestières et marines vers la chimie bio-sourcées et les bioénergies soulève des interrogations sur les choix stratégiques au plan scientifique.

De ces éléments de contexte, trois priorités se dégagent :

- **innover pour la triple performance économique, sociale et environnementale des écosystèmes productifs.** En gardant le cap sur la nécessité de produire globalement plus pour nourrir une population en croissance, il s'agit aujourd'hui de produire mieux par le développement de ressources biologiques adaptées aux changements globaux, à des usages renouvelés et optimisés, et par le développement de systèmes de production moins utilisateurs de ressources naturelles (énergie fossile, sols, eau-nappes et rivières,...), de fertilisants et de produits phytosanitaires tout en portant une croissance économique et

restant créateurs d'emplois. L'utilisation de la biodiversité et la mobilisation raisonnée des services écosystémiques devraient améliorer la durabilité et la résilience des systèmes de production ;

- **assurer la sécurité alimentaire** dans ses dimensions quantitatives et qualitatives. Il s'agit ici de nourrir « durablement, sainement et équitablement » les populations de la planète. Les systèmes alimentaires dans leur ensemble (production, transformation, échanges, distribution, consommation) doivent évoluer dans cette perspective, tout en intégrant des objectifs de durabilité et de contribution à la croissance économique. Les innovations devront intégrer de nouvelles matières premières agricoles et aquacoles ainsi que leurs dérivés issus notamment des biotechnologies et de l'économie circulaire. Elles devront accompagner les acteurs (consommateurs, collectivités et industriels..) pour consommer de façon modérée et plus durable, réduire les pertes et les gaspillages. Les industriels et les chercheurs devront inventer des procédés plus sobres, plus efficaces et éco-conçus, garantissant également la sécurité sanitaire des aliments.
- **promouvoir la bioéconomie au sein des territoires.** Par la conception intégrée des systèmes de production, de transformation et d'utilisation de la biomasse, au sein des territoires, dans un contexte d'interdépendance économique mondiale, il s'agit de développer l'exploration et l'exploitation de la diversité des organismes vivants terrestres ou marins, pour des usages alimentaires ou non alimentaires, avec une prise en compte de la donne globale de la transition écologique.

Le défi 5 est décliné en 8 axes, qui concernent l'acquisition de connaissances fondamentales en biologie depuis le gène jusqu'à l'organisme entier, mais également des approches d'écologie fonctionnelle des populations et des communautés, à divers niveaux d'organisation. Ces études concernent aussi les modifications des pratiques des acteurs et mobiliseront les sciences humaines et sociales. Elles pourront se développer notamment dans le cadre de partenariats de recherche publique/recherche privée.

Ces axes appellent à des démarches de recherche systémiques imposant un effort de développement et d'intégration des connaissances et des données pluridisciplinaires à différentes échelles et niveaux d'organisation.

- Axe 1 : biologie des animaux, des végétaux, des micro-organismes et adaptation aux changements environnementaux
- Axe 2 : recherches et innovations pour la performance et la durabilité des écosystèmes productifs
- Axe 3 : agroécologie et conception de systèmes, de stratégies et de politiques d'accompagnement des trajectoires innovantes
- Axe 4 : caractérisation et limitation des impacts écotoxicologiques liés aux différents systèmes d'exploitation
- Axe 5 : procédés sobres et efficaces pour des aliments sains et salubres
- Axe 6 : évolution des comportements des consommateurs et des pratiques des entreprises pour des systèmes alimentaires durables
- Axe 7 : biotechnologies et valorisations des bio-ressources
- Axe 8 : bioéconomie, économie circulaire et leurs intégrations dans les territoires.

**Ces huit axes font « système », en assurant un continuum de la production à la consommation et au recyclage de la biomasse pour les différents usages.**

## Axe 1 - Biologie des animaux, des végétaux, des micro-organismes et adaptation aux changements environnementaux

Assurer la sécurité alimentaire pour une population en croissance requiert de développer des organismes vivants plus productifs au niveau individuel, adaptés aux changements globaux attendus (changements climatiques et conditions extrêmes) et d'améliorer l'efficacité de la transformation des ressources (fertilisants, eau...). Il s'agira également de prendre en compte les préoccupations environnementales (réduction des intrants, des pesticides, de l'eau, appauvrissement des sols, salinité, dégradation de la qualité des ressources en eau) et les modèles de production alternatifs soucieux d'éthique et de durabilité (exploration des ressources génétiques et de leur diversité, bien-être animal ...).

Viser cette amélioration des performances individuelles nécessite, par des approches biochimiques, physiologiques, génomiques, génétiques et épigénétiques notamment :

- d'élucider **les mécanismes et les déterminismes** qui participent **au développement, à la croissance, à la reproduction, à la production et aux plasticités d'adaptation** des espèces animales, végétales et microbiennes
- de décrypter **les mécanismes et les déterminismes des interactions entre organismes**, positives (symbiose, associations bénéfiques...) et/ou négatives (parasitisme, pathogénicité...) et ce en particulier en relation avec l'environnement. Les recherches concerneront des associations spécifiques, mais également les mécanismes génériques de ces interactions.

Pour optimiser les processus de transitions agricoles, il est nécessaire de développer les espèces, les races et les variétés par l'utilisation des connaissances de biologie et de tester en conditions réelles les capacités de ces organismes, en particulier :

- d'expérimenter si les **connaissances accumulées sur les espèces modèles sont transférables** aux organismes vivants exploités
- de déterminer **les caractéristiques d'adaptation nécessaires aux organismes vivants exploités en réponse aux évolutions globales** sur le long terme, et d'explorer la biodiversité naturelle d'espèces alternatives pour l'étude des déterminismes et des mécanismes d'expression de ces capacités adaptatives
- de développer **des outils de sélection modernes** intégrant notamment les effets épigénétiques
- d'optimiser **les méthodes** qui permettent de faire **évoluer les génomes**, leur expression et leur sélection (reproduction, multiplication clonale, polyploïdisation, apomixie, ogm ...) et de contribuer à définir leurs périmètres d'applications.

Les approches de biologie des systèmes (jusqu'à la modélisation) et de biologie synthétique relèvent de cet axe.

La mise en œuvre de ces recherches pourra notamment faire appel aux outils « omiques » (génomique, transcriptomique, protéomique, métabolomique ...).

L'ensemble de cet axe de recherche s'inscrit dans un continuum d'échelles qui comprend les niveaux moléculaire, cellulaire, l'organe et l'individu et de biologie des systèmes.

---

## Axe 2 - Recherches et innovations pour la performance et la durabilité des écosystèmes productifs

---

L'utilisation excessive des intrants, des produits phytosanitaires ou des antibiotiques est l'objet de préoccupations de la société et de politiques publiques pour leur réduction (plans Ecophyto, Eco-antibio), qui invitent à reconcevoir de nouveaux systèmes productifs en tenant compte de leur adaptation aux changements globaux, qui s'accompagnent de risques biotiques accrus, et de leurs performances économiques, sociales et environnementales. Ces enjeux concernent l'agriculture, l'élevage, la forêt, la pêche et l'aquaculture y compris dans les pays du Sud, afin de développer une gestion intégrée et durable des systèmes productifs (plan agro-écologie, approche écosystémique des pêches...).

Des innovations à l'échelle des systèmes de production et des territoires seront à expérimenter avec l'ambition d'atteindre conjointement une meilleure efficacité, une limitation des rejets (qualité des eaux et des sols, gaz à effet de serre et qualité de l'air), la maîtrise de l'utilisation des ressources en eau et en sol, une mobilisation accrue des composantes de la biodiversité, une maîtrise des grands cycles (C, N, P, eau) et une intégration des systèmes productifs dans les paysages et les territoires.

Les recherches concerneront les thématiques suivantes:

- **gestion intégrée et durable de la santé** végétale et animale, mobilisant l'innovation génétique et visant à réduire la vulnérabilité sanitaire des systèmes productifs
- **conception et évaluation de stratégies de biosurveillance**, de biovigilance et de biocontrôle favorisant une gestion intégrée des risques sanitaires
- **mobilisation de la biodiversité** (pollinisateurs, auxiliaires, organismes du sol...) au sein des systèmes de production afin d'accroître leur flexibilité et résilience, sans compromettre leur viabilité économique
- **intégration de systèmes** productifs, d'aménagements, d'infrastructures écologiques et d'espaces protégés pour améliorer la durabilité et les performances
- **gestion intégrée des cycles** du carbone, de l'azote, du phosphore et de l'eau dans les agro-écosystèmes aux échelles de la parcelle au paysage et pour des systèmes de productions diversifiées
- **gestion et conservation des sols** et de leurs services, débouchant sur des innovations tant d'un point de vue technique, économique, organisationnel, qu'en matière de politiques publiques
- maîtrise des impacts des activités de production sur **la ressource en eau et sur les milieux aquatiques**, débouchant sur des innovations pour une meilleure gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du bassin versant.

---

## Axe 3 - Agroécologie et conception de systèmes, de stratégies et de politiques d'accompagnement des trajectoires innovantes

---

La transition des écosystèmes productifs, par des approches agro-écologiques, vers plus de durabilité suppose souvent de réintroduire une forme d'hétérogénéité et de plus grande diversité dans ces systèmes, alors que les contextes socio-techniques et économiques actuels ont induit souvent des trajectoires de simplification et de spécialisation extrêmes. Il s'agit d'identifier des actions, des stratégies et des politiques pouvant élaborer un cadre favorisant l'évolution des systèmes productifs.

La transition vers des trajectoires plus durables suppose donc de mieux :

- élucider **les processus d'évolution des systèmes et des pratiques** par des démarches intégrant les dimensions biotechniques, avec des approches impliquant les sciences sociales pour comprendre les déterminants des comportements des acteurs et les évolutions des tendances
- **identifier des verrous, des leviers d'action, des stratégies et des politiques** pour la transition agro-écologique, à l'échelle des territoires comme à celle des filières
- **concevoir de nouvelles trajectoires d'innovation et des processus d'apprentissage des acteurs** eux-mêmes innovateurs, évaluer les performances recherchées (rentabilité économique, impacts sur l'emploi, le développement rural, performances environnementales...).

---

#### Axe 4 - Caractérisation et limitation des impacts écotoxicologiques liés aux différents systèmes d'exploitation

---

Les recherches porteront particulièrement sur :

- la compréhension de **l'écodynamique des contaminants**, notamment les produits phytosanitaires, les résidus médicamenteux, les produits vétérinaires, ainsi que leurs métabolites et leurs produits de transformation, dans les milieux aquatiques, l'air, les sols et dans les aliments
- l'étude des **risques écotoxicologiques** aux expositions multiples sur le long terme, y compris à faibles doses, autour et en développant le concept d'exposome
- le développement **des outils de diagnostic** couplant concentrations, biodisponibilité et écotoxicités potentielles, incluant le suivi via des bioindicateurs/biomarqueurs
- La **modélisation des interactions** des processus chimiques, biologiques, et écologiques.

---

#### Axe 5 - Procédés sobres et efficaces pour des aliments sains, salubres et présentant des qualités gustatives

---

Les entreprises agroalimentaires doivent concilier les différentes dimensions économiques, sociales et écologiques, tout en préservant les qualités intrinsèques des produits (sanitaires, sensorielles, nutritionnelles, fonctionnelles, organoleptiques), dans un contexte de compétitivité accrue, de mondialisation des échanges, de variabilité des matières premières, de volatilité des prix, d'accroissement des coûts économiques liés à la malnutrition de population spécifiques.

Les recherches porteront en particulier sur :

- **les technologies innovantes et compétitives** : maîtrise de la qualité des produits ; amélioration de leur conservation ; flexibilité des procédés adaptée à la variabilité des matières premières ; conduite et contrôle en ligne ; automatisation ou robotisation d'opérations, techniques biomécaniques pour améliorer les performances et réduire la prévalence des TMS ; maîtrise des coûts ; outils d'aide à l'expertise et à la capitalisation des connaissances

- **les matières premières et ressources optimisées** : valorisation de la biodiversité ; réduction des pertes et des consommations (eau, énergie, matières premières, emballages...) ; éco-conception des aliments et de leurs procédés de fabrication ; optimisation des cycles de vie ; valorisation des coproduits (économie circulaire)
- **la sécurité sanitaire de la chaîne alimentaire** : organismes pathogènes et d'altération ; dangers chimiques et immunochimiques (contaminants, néoformation, allergènes); méthodes d'évaluation des dangers et d'appréciation des risques ; emballages actifs, intelligents et en interface avec l'utilisateur (TIC, capteurs, ...), éco-conçus et fonctionnels
- **les aliments et les régimes alimentaires satisfaisant les besoins des populations : perception sensorielle et préférences alimentaires, alimentation favorisant une nutrition préventive** : la priorité sera donnée aux projets qui concerneront les populations sensibles : les personnes âgées, les nouveaux nés et les enfants, les populations en précarité économique. Les approches de biologie des systèmes appliquées à l'alimentation, et épidémiologique (cohortes humaines) seront considérées en priorité
- **les interactions entre aliments, microbiomes et la chaîne alimentaire** : l'accent sera mis sur l'étude des mécanismes des interactions entre les aliments et les écosystèmes microbiens intestinaux. La maîtrise des microbiomes alimentaires accompagnant la transformation des aliments sera également recherchée notamment pour les qualités conférées à ces aliments, et plus généralement les effets des microbiomes introduits par les aliments sur le microbiome intestinal.

---

## Axe 6 - Evolution des comportements des consommateurs et des pratiques des entreprises pour des systèmes alimentaires durables

---

Les interactions entre l'offre et la demande alimentaire, ainsi que les comportements des acteurs doivent être mieux appréhendés afin de fournir des leviers d'actions pour des politiques alimentaires, publiques et industrielles efficaces, qui garantissent la sécurité alimentaire des populations.

Les recherches porteront en particulier sur :

- **les déterminants sociaux, économiques et sensoriels** des choix, des préférences, des pratiques de consommation et d'activités physiques sociales et culturelles, visant à faciliter un mode de vie plus sain. Les expérimentations de terrain seront considérées en priorité
- **les problématiques d'accès à l'alimentation et liées aux systèmes agroalimentaires au service de la sécurité alimentaire** : échanges internationaux, systèmes alimentaires et ménages) ; stratégies des ménages face aux risques alimentaires ; situation alimentaire et état nutritionnel des populations défavorisées
- **les transitions alimentaires** : régimes alimentaires des populations aux revenus croissants et/ou migrantes (rural/urbain ; nord/sud ; mondial) ; impacts économiques, sociaux, sanitaires et environnementaux des transitions nutritionnelles
- **les stratégies industrielles** : enjeux de concurrence et de complémentarité entre industries alimentaires, agro-industries et distribution ; stratégies des entreprises vis-à-vis des politiques publiques et des réglementations
- **les équilibres** quantitatifs/qualitatifs des **demandes** et **offres** alimentaires : intégration aux différentes échelles, des effets des changements globaux, des transitions nutritionnelles, des organisations industrielles, des processus d'urbanisation, des risques et des aléas
- **l'organisation sociale et économique des systèmes alimentaires** : capacité des filières à intégrer de nouvelles contraintes qualitatives et à générer des gains de productivité ; dynamiques et



organisation territoriales des systèmes alimentaires ; répartition de la valeur entre acteurs des filières ; résistance et résilience aux chocs économiques ou sanitaires

- les **politiques publiques et la gouvernance de la sécurité alimentaire** : instruments pour agir sur les comportements alimentaires ; organisations et dispositifs de sécurité alimentaire (territoriaux ou internationaux) ; conditions d'émergence des politiques de sécurité alimentaire

---

## Axe 7 - Biotechnologies et valorisation des bio-ressources :

---

Il s'agit de développer et d'optimiser les valorisations alimentaires et non alimentaires de bioressources notamment par la mise en œuvre de méthodes relevant des biotechnologies. Cet enjeu nécessite d'engager des recherches en biologie fondamentale, à diverses échelles d'organisation, depuis le gène jusqu'à l'organisme entier. La mise au point de technologies génériques clés s'appuyant sur la génomique et la post-génomique ainsi que sur la biologie synthétique et la biologie des systèmes relèvent de cet axe.

Les recherches dans cet axe viseront à :

- **explorer la biodiversité continentale et marine** pour le développement de bio-ressources adaptées aux nouvelles données climatiques, économiques ou démographiques, par des approches de biochimie, de biologie, de génomique notamment
- **promouvoir de nouvelles bio-ressources par le développement de technologies génériques** s'appuyant sur la génomique et la post-génomique, ainsi que la biologie synthétique et la biologie des systèmes (jusqu'à la modélisation)
- **étudier les voies métaboliques** de biomolécules d'intérêt, leurs régulations et **optimiser** ces voies et leurs niveaux de production dans des systèmes expérimentaux
- **développer les diverses voies d'ingénierie biologique** pour la production de biomolécules, par des systèmes microbiens, végétaux ou animaux
- **développer des approches biotechnologiques** et/ou chimiques afin d'optimiser l'extraction, le raffinage, le fractionnement, la transformation pour favoriser la production et la qualité des biomasses et des molécules bio-sourcées.

Les projets de recherche peuvent concerner toutes les biomolécules, en particulier les nouvelles protéines alimentaires végétales, et toutes les biomolécules pour les industries agroalimentaires, et non alimentaires (bioactifs pour la santé animale ou végétale, matériaux bio-sourcés, molécules plateforme...). Les champs d'investigation incluent les procédés de chimie, de biochimie, d'enzymologie liquide ou sur matrice. Les recherches se situent depuis le gène ou la biomolécule jusqu'à l'organisme entier et relèvent de la biologie fondamentale jusqu'à la preuve de concept, tenant compte notamment des ACV.

---

## Axe 8 - Bioéconomie, économie circulaire et leurs intégrations dans les territoires

---

Il est nécessaire de construire au niveau des territoires des systèmes intégrés de production, de transformation, de raffinage et de consommation à différentes échelles (régionales, nationales, mondiales, Nord/Sud). Devront ainsi être évalués, pour l'ensemble de la chaîne de valeur des filières d'utilisation de la biomasse : i) les impacts environnementaux (carbone, ressources, sols, et biodiversité), ii) les impacts sociaux, iii) les impacts économiques, iv) les impacts sur le développement rural ou local (capture de la valeur ajoutée, circuits courts de valorisation...) et v) les impacts sur la compétitivité. Parallèlement aux innovations technologiques, des recherches en

sciences sociales sur l'intégration à diverses échelles territoriales des filières et des usages de la biomasse sont encouragées dans cet axe.

Ces recherches devront :

- **étudier et concevoir l'ajustement et l'optimisation entre les ressources disponibles et les procédés** pour des assemblages de ressources dans des réseaux de filières à l'échelle des territoires, y compris la reconversion d'activités pour l'adaptation aux changements globaux ou dans le cas de sols contaminés
- **développer des outils d'évaluation de la performance économique, environnementale et sociale de modèles d'affaires innovants**, de chaînes de valeur, et de scénarios de déploiement territorial, permettant d'informer les politiques publiques sur les impacts régionaux et à des échelles de temps pouvant aller jusqu'à des décennies. Ces outils intégreront aussi les enjeux de participation des différents acteurs du territoire à ces choix technologiques.
- **développer des outils d'aide à la décision** et d'analyse pour les politiques et les stratégies des secteurs privés et publics (transferts de technologie, politiques de l'innovation, stratégies de spécialisation intelligente des régions, diversification des productions liées au plan agroécologie)

---

## Région Méditerranée

---

Une attention particulière sera donnée aux recherches intégrées dans la région méditerranéenne en partenariat entre les pays européens et les pays de la rive Sud. Ceci se traduira en 2015 par deux appels à projets spécifiques dans l'ERA-NET ARIMNET 2 et dans l'ERANET-MED portant sur la production agricole des pays méditerranéens, la sécurité alimentaire ainsi que l'énergie renouvelable et la gestion de l'eau.

## D-6) DEFI 6 – MOBILITÉ ET SYSTÈMES URBAINS DURABLES

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Canada ;
- Taïwan ; Hong Kong ; Inde (sciences de l'ingénieur).

=> Cette liste est donnée à titre indicatif, et est susceptible d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### **Données massives / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 6**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Enjeux ayant une dimension urbaine prépondérante :** d'une manière générale, dès lors que le projet s'intéresse principalement à la dimension spécifiquement urbaine d'une problématique (stratégies urbaines d'adaptation aux changements climatiques, agriculture en ville...), il doit être rattaché au **défi 6**. S'il n'y a pas de dimension spécifiquement urbaine, il doit être rattaché au défi qui traite de l'autre enjeu ; ainsi, par exemple, le développement d'une écotechnologie non spécifique à l'urbain, même si son « marché » sera principalement dans le domaine urbain, relève du **défi 1** ;

**Sécurité/sûreté des infrastructures :** les recherches centrées sur la sécurité ou la sûreté des infrastructures critiques face à des risques ou menaces identifiés, et/ou concernant des infrastructures non urbaines, doivent être traitées dans le **défi 9** ;

**Energie :** les travaux sur les énergies renouvelables urbaines, les batteries, les infrastructures de recharge, les piles à combustible, les dispositifs de stockage de l'hydrogène, l'électronique de

puissance basse consommation et les machines électriques à haut rendement sont traitées dans le **défi 2**, en tenant compte des cahiers des charges spécifiques aux applications transport ; relèvent du **défi 6** les projets concernant l'intégration de ces technologies dans les véhicules. Les nouveaux modes de combustion et l'utilisation de nouveaux carburants pour tout transport sont dans le **défi 6** dès lors que se pose la question de leur application/utilisation pour un système de motorisation ;

**Smart-grids** : les approches techniques des smart-grids relèvent du **défi 2** ; en revanche, l'impact dans leur utilisation sur les systèmes urbains et systèmes de transport doit être traité dans le **défi 6**.

---

## Introduction

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 de mieux comprendre des processus qui concernent tant les dimensions physiques, environnementales, que politiques ou socio-culturelles. 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 fortement à l'effet de serre et aux pressions sur l'environnement via les flux de matières et d'énergie qui les alimentent. Inversement, elles sont sensibles aux nuisances environnementales et aux conséquences des changements globaux. Les principaux autres challenges à relever concernent les performances des bâtiments et des transports, l'organisation de systèmes urbains favorisant un accès fluide, efficace aux ressources et aux services, l'émergence de la société du numérique pour développer des usages plus durables de transports et gérer plus intelligemment la ville (*smart cities*), et la pérennité et l'adaptation des infrastructures et réseaux aux besoins existants et émergents.

Dans ce cadre, plusieurs objectifs scientifiques sont visés :

- produire des connaissances sur l'efficacité énergétique, les impacts environnementaux, la qualité d'usage (confort, qualité de l'air, bruit, sécurité...), pour les composants tels que les véhicules (terrestres, maritimes et aériens), les bâtiments... et aux différentes échelles (îlot, quartier, ville, réseau de villes...), en s'intéressant aussi aux interactions entre ces enjeux et ces échelles ;
- développer la modélisation 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 concevoir, 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 si nécessaire.

---

## Axe 1 : Systèmes urbains durables

La ville étant un système complexe, le développement d'approches intégrées multisectorielles et transdisciplinaires est nécessaire afin de mieux appréhender la dynamique des systèmes urbains, à différentes échelles temporelles et spatiales.

### Approches socio-spatiales de la durabilité, mobilités, aménagement, pratiques

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 de la construction de la durabilité. Il s'agit de mieux comprendre les facteurs d'évolution des villes (croissance, déclin, attractivité économique et sociale...) qui contribuent à consolider ou à fragiliser des systèmes de villes, à renouveler les relations entre métropoles, villes moyennes et rural, arrière-

pays, en reposant la question de la localisation des populations et des activités économiques (centres, périphéries urbaines, rural...). Dans cette perspective, 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. Les recherches doivent notamment permettre d'éclairer les controverses sur la densification, la compacité, la mixité (de fonction, sociale, générationnelle), la multipolarité... Dans ce but, la **modélisation** est une voie qu'il convient de développer.

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, 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 de mobilité, d'habitat, d'utilisation des espaces publics...** définissent 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. Elle nécessite les contributions croisées de la géographie, de l'histoire, de la sociologie, de l'anthropologie, de la psychologie, de l'économie, du droit et des sciences politiques.

Les projets abordant spécifiquement des questions relatives à la ségrégation et aux inégalités, même s'ils adoptent des approches spatialisées propres à l'urbain, relèvent du défi 8.

### Qualité de l'environnement urbain, services éco-systémiques et utilisation optimale des ressources

Les villes consomment de grandes quantités de matières, de produits alimentaires, d'énergie, dont elles rejettent une partie sous forme d'émissions dans l'eau, l'air, les sols. Il apparaît essentiel de mieux comprendre les processus de ce **métabolisme urbain**. Les enjeux sous-jacents concernent non seulement la compréhension et le monitoring du fonctionnement des villes, de leurs interactions avec la biosphère et de leur **nuisances sur l'environnement** (pollutions, bruits...), mais interrogent également les questions de prospective et d'action – bouclage des flux, symbioses urbano-agro-industrielles, circuits courts, conflits d'usage de l'espace...

Si certains des rôles joués par la **nature en ville** sont aujourd'hui mieux appréhendés, la production de connaissances nouvelles relatives au fonctionnement des socio-écosystèmes urbains, y compris l'agriculture urbaine, demeure nécessaire afin de constituer le socle d'une ingénierie écologique urbaine. Ces écosystèmes rendent en effet de nombreux services : approvisionnement, régulation, services à caractère social. Le développement d'approches d'évaluation des services écosystémiques s'avère essentiel, en lien avec la question de l'usage des sols (bilan écologique, social, contribution à l'adaptation au changement climatique...).

### Vulnérabilités et résilience des systèmes urbains

Transversales à ces deux thématiques, les questions de **vulnérabilité des villes**, aux événements soudains (inondations, effets d'une canicule, émeutes, pics de pollution...) ou à des changements progressifs (impacts lents du changement climatique, vieillissement de la population...), et de **résilience** doivent être abordées sous un angle systémique. Il s'agit de quantifier la fragilité et d'évaluer globalement la vulnérabilité des systèmes urbains. Un enjeu important, tant en termes de connaissances qu'en termes opérationnels, concerne la construction de la résilience et de stratégies d'adaptation.

Dans le domaine des risques environnementaux, les systèmes prévisionnels, l'évaluation des menaces et les seuils d'alerte (caractérisation de l'aléa et des facteurs de risques, outils et méthodes pour l'observation...) relèvent du défi 1 et la gestion de crise du défi 9.

---

## Axe 2 : Du bâtiment au cadre de vie bâti durable

---

### Du bâtiment à l'îlot à énergie positive et à faible impact environnemental

A l'horizon 2020, si tout bâtiment neuf devra être à énergie positive (RT2020) et environnementalement « responsable » (RBR2020), des questions de recherche restent encore ouvertes sur les bonnes échelles d'espace et de temps pour aborder ce concept : l'**îlot** est notamment une échelle d'intégration à examiner. Parallèlement, les objectifs d'**amélioration de l'efficacité énergétique du parc de bâtiments existants** sont extrêmement ambitieux.

La réglementation dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments substitue une obligation de résultat à l'obligation de moyens. Si ce changement laisse davantage de liberté dans les choix et devrait favoriser l'innovation technique et architecturale, il demande aussi de mettre au point des méthodologies et des instruments fiables pour la **mesure physique** (audit énergétique et 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 intérieur...**), de confort (éclairage, acoustique, odeurs...) dans des approches multi-physiques et les interactions/rétroactions entre systèmes techniques et utilisateurs. Ce qui nécessite une meilleure connaissance des comportements, des qualités et valeurs d'usage demandant un dialogue renforcé entre sciences humaines et sociales et sciences de l'ingénieur, pour mieux prévoir les performances réelles des bâtiments. Il s'agit aussi de concevoir des bâtiments (et les matériaux nécessaires) plus facilement appropriables et robustes en termes de performance face à une grande diversité d'usages, en tenant compte, *ab initio*, des pratiques des usagers. Enfin, un champ important de recherche concerne les modèles économiques ainsi que les mécanismes de financement, de diffusion et d'appropriation des innovations tant par les acteurs de la construction que par les utilisateurs, notamment pour le secteur de la **réhabilitation**.

### Génie civil, construction et gestion durables du patrimoine bâti et des infrastructures

Au-delà des enjeux strictement énergétiques, la pérennité globale du patrimoine bâti (constructions, infrastructures) reste un enjeu majeur du développement durable. Il s'agit tout d'abord d'améliorer les connaissances sur les mécanismes de vieillissement des matériaux et des infrastructures, de perte de performance et de risque de défaillance de ce patrimoine, mais aussi de proposer des outils de monitoring, d'inspection et de modélisation ; il faut repenser les solutions de construction, d'entretien et de gestion, les matériaux à utiliser, les technologies de rénovation/réingénierie à bas coût et haute performance, les modes d'intervention destinés aux bâtiments, aux infrastructures de transport et aux réseaux, en limitant l'immobilisation de ces constructions, en tenant compte des contraintes de rareté à venir, des impacts potentiels des changements climatiques et s'intéressant à l'ensemble du cycle de vie.

---

## Axe 3 : Véhicules propres et sûrs

---

### Efficacité énergétique des véhicules : groupes motopropulseurs et approches globales

La réduction des impacts environnementaux des transports repose en grande partie sur la levée de verrous scientifiques et technologiques qui permettront de généraliser les véhicules (individuels, collectifs, utilitaires) peu émetteurs de gaz à effet de serre. Ce développement doit s'appuyer sur des

efforts de recherche prioritairement focalisés sur les **groupes motopropulseurs** à très haut rendement énergétique et faibles émissions de polluants<sup>25</sup>, les **systèmes de dépollution**, l'utilisation dans les **moteurs à combustion interne** de carburants moins émetteurs de gaz à effet de serre que les hydrocarbures issus du pétrole (dont les biocarburants<sup>26</sup>), **l'électrification et l'hybridation** des véhicules, la **récupération d'énergie et la gestion de l'énergie à bord** ainsi que des **approches plus globales** telles que **l'allègement** ou l'amélioration de **l'aérodynamique** des véhicules. Les projets de recherche pourront aller de l'amélioration des modèles de simulation et des expériences en laboratoire pour lever les verrous scientifiques jusqu'à la réalisation de démonstrateurs permettant de s'intéresser à des aspects plus technologiques, aussi bien pour les transports terrestres, maritimes qu'aériens.

### Sécurité, sureté, aides à la conduite, automatisation des transports, fiabilité

Parallèlement aux efforts menés pour réduire les impacts énergétiques des transports, la sécurité, la sureté et l'efficacité globale ne doivent pas être oubliées : cela passe par le développement de nouveaux types de véhicules mieux adaptés à la demande, plus accessibles et ergonomiques (notamment pour les personnes atteintes de handicaps physiques), par l'intégration croissante des technologies de sécurité passive et active afin de réduire la mortalité et l'insécurité et par le développement des **aides à la conduite** et des systèmes de communication entre véhicules et avec l'infrastructure.

La mise au point de **véhicules entièrement automatiques** s'inscrit dans ce contexte d'amélioration de la sécurité et de plus grande efficacité. Le volet **fiabilité** des systèmes intégrés dans les véhicules, notamment l'électronique et les technologies de l'information et de la communication, est aussi à considérer. Ces avancées ne pourront avoir un réel impact que si sont bien pris en compte des attentes et comportements des utilisateurs/conducteurs et les contraintes d'usage des véhicules.

---

## Axe 4 : Réseaux et services efficaces

---

### Réseaux et services de transport

Au-delà des travaux dédiés aux véhicules, il faut repenser globalement les systèmes de transport pour les rendre plus efficaces, mais aussi plus adaptés aux besoins et aux développements des systèmes urbains, en s'appuyant sur les technologies favorisant la multi-modalité et l'interopérabilité, une exploitation optimisée des infrastructures de transport de tout type, la **gestion temps réel du trafic**, afin notamment de réduire la congestion, tant pour le transport de personnes que de marchandises et à toutes les échelles spatiales (urbain, rural, interurbain...).

Le développement d'offres de **services de transports** reposant sur une bonne compréhension des dynamiques des mobilités et de la **logistique** doit aussi concourir à cet objectif.

### Réseaux et services urbains adaptés aux besoins et résilients

Les villes fonctionnent sur la base de la mutualisation de services urbains mis en réseaux (assainissement, eau, déchets...). Au-delà des outils nécessaires (inspection, stratégies de maintenance, de réparation...) pour maintenir la pérennité de ces patrimoines de réseaux, se posent des questions autour de l'évolution de ces services et de la production de nouveaux services, mieux adaptés aux contraintes nouvelles (économies d'énergie, contraintes budgétaires...), aux besoins émergents (vieillesse de la population...) et tirant parti du développement des technologies de l'information et de la communication. La recherche doit accompagner le développement

<sup>25</sup> Les projets portant sur la combustion qui visent essentiellement des applications transport doivent être soumis dans le défi 6 et non dans le défi 2.

<sup>26</sup> Les procédés de fabrication des biocarburants sont traités dans le défi 2 mais leur usage vu d'un point de vue transport (rendement et pollution) s'inscrit dans le défi 6.



d'innovations en **génie urbain** destinées renforcer la résilience et les capacités d'adaptation (voire de réversibilité) des réseaux, des constructions et des infrastructures aux besoins des générations futures et aux transformations de l'environnement, en adoptant notamment des approches de conception/gestion guidées par l'usage. Il s'agit aussi d'imaginer des solutions permettant une continuité du service même en mode dégradé. Les synergies inter-réseaux, le « sur-mesure » selon les conditions locales, les solutions à échelles réduites devraient également être examinés.

#### « Smart-cities », nouveaux usages et services innovants

Jusqu'à maintenant, les technologies de l'information et de la communication se sont souvent limitées à accompagner et à démultiplier l'efficacité et la productivité de services et d'organisations existantes, sans remettre en cause leur fonctionnement. Elles devraient aussi constituer des vecteurs essentiels pour le développement de services et l'organisation d'activités urbaines moins énergivores (téléactivités, télétravail...). On attend notamment des solutions innovantes qui combinent technologies avec de nouveaux concepts de services (mise en œuvre, exploitation, modèles économiques, ingénierie, logistique) et d'autres activités non technologiques (modes d'information, aspects réglementaires, gouvernance, freins, effets escomptés sur les comportements...). Ces apports des TIC 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.

---

#### « Challenges » en lien avec le défi :

---

L'instrument de financement « Challenges » est décrit au §E.1.

Un challenge sera initié dans le cadre de ce défi. Il fera 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) :

A l'interface entre les **défis 6 et 7** : 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 solutions à faible coût qui seront évaluées et comparées au cours d'épreuves ambitieuses.

## D-7) DEFI 7 – SOCIÉTÉ DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#)**

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- ERA-NET CHIST-ERA II : *Resilient Trustworthy Cyber-Physical Systems, Human Language Understanding* (Europe) ;
- ERA-NET FLAG-ERA : *Graphene, Computational Neurosciences* (Europe) ;
- CRCNS : *Computational neurosciences* (Allemagne, Israël, Etats-Unis) ;
- BDEC : *Application Software towards Big Data and Extreme Computing for Global Scale Issues* (pays du G8) ;
- SPPEXA : *Software for Exascale Computing* (Allemagne, Japon).

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### **Données massives / Capteurs / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 7**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Société numérique – axes 1, 2, 3 et défi 8 :** les thématiques des axes 1, 2, 3 recouvrent partiellement des thématiques du **défi 8**. Les projets attendus dans le **défi 7** peuvent être interdisciplinaires dès lors qu'ils comprennent une part significative de recherche dans, ou sur, les sciences du numérique. Les projets qui comprennent une part significative de recherche en sciences humaines et sociales et pour lesquels le volet numérique est limité à l'utilisation d'outils à l'état de l'art relèvent du **défi 8**.

**Sécurité - axe 6 et défi 9** : l'axe 6 du **défi 7** est en complémentarité forte avec l'axe « Cybersécurité de la société et lutte contre la cybercriminalité » du **défi 9** dans lequel doivent être déposées les propositions de **cryptologie, de biométrie et de lutte contre la cybercriminalité**. Lorsqu'il s'agira de **lutter contre une fraude ou une utilisation malveillante d'un système**, les porteurs devront également se tourner vers le **défi 9**.

**Smart-grids – axes 5, 6, 8, 9 et défi 2** : les projets sur les réseaux énergétiques intelligents relèvent du **défi 2** et non du défi 7, dès lors qu'il ne s'agit pas principalement d'informatique (algorithmique...), de techniques de gestion de données massives ou de télécom (protocoles de communication).

**Nanotechnologies - axe 10 et défi 3** : le **défi 7** adresse les briques technologiques pour la production et l'intégration de dispositifs matériels pour les STIC. Le **défi 3** adresse les aspects génériques concernant les nanoparticules, nanomatériaux et leur assemblage en produits du futur. Cependant, les applications relevant des STIC et impliquant fortement les nanoparticules et nanomatériaux s'adosseront à l'axe 10 du **défi 7**.

Les **LED-OLED** pour l'éclairage relèvent du **défi 3**. La production de **dispositifs électroniques élémentaires organiques ou inorganiques** (incluant LED-OLED) relève du **défi 7**.

---

## Introduction

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 face à la globalisation des échanges de données et à la numérisation de nombreux usages critiques, 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 » concerne les sciences et technologies du numérique au service de la société en complément des applications du numérique aux différents défis sociétaux du plan d'action 2015. Il 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 2015 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.

Le défi est structuré en dix axes qui se répartissent selon deux problématiques distinctes en fonction de la finalité de la recherche :

- l'une sur la « Société numérique »,
- l'autre sur les « Sciences et technologies numériques ».

Les trois premiers axes du défi s'inscrivent dans la problématique « **Société numérique** ». Ils recouvrent en partie des thématiques du défi 8 « *Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives* ». Les projets attendus ici peuvent être interdisciplinaires dans la mesure où ils comprennent une part significative de recherche dans, ou sur, les sciences du numérique.

## Axe 1 : Le numérique pour la formation et l'éducation

Les enjeux des sciences et technologies du numérique pour la formation et l'éducation sont de quatre ordres : technologique (développement et déploiement de plateformes, gestion de contenus, interfaces multimodales, gestion des comportements des utilisateurs, ...), 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 7 pourra soutenir les projets abordant un ou plusieurs de ces enjeux dans la mesure où ils identifient clairement leur composante de recherche technologique.**

Par exemple pour illustrer la complémentarité avec les axes « *Education et formation tout au long de la vie* » et « *Révolution numérique et mutations sociales* » du défi 8 « *Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives* » et à titre tout à fait indicatif, un projet sur les MOOCs portant sur l'extraction de données à partir des traces d'interactions et des forums, relève clairement de ce défi 7, alors qu'un projet utilisant de telles données pour définir le profil de public touché par les MOOCs relève du défi 8.

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 des recherches pour l'e-éducation. Un accent sera porté sur la formation au numérique et à l'informatique en particulier dès le plus jeune âge, ainsi que le développement d'une culture numérique chez les enseignants pour répondre au besoin de personnel qualifié dans les métiers du numérique identifié par la SNR.

De manière plus générale, les recherches portant sur les nouvelles modalités de formation professionnelle et de formation tout au long de la vie pour répondre aux problématiques soulevées par l'ensemble des défis sociétaux, en particulier le défi 3 « *Soutien au renouveau industriel* », sont encouragées.

## Axe 2 : Le numérique comme technologies de l'intellect et milieu des savoirs

Cet axe concerne les effets du numérique sur les savoirs : la définition de leurs objets, leurs formalisations et leur transmission. Des recherches sont attendues selon trois points de vue qui peuvent être combinés ou être abordés séparément. La participation d'équipes de recherche en sciences et technologies du numérique est attendue dans les projets soumis à cet axe.

### Recherches épistémologiques (intra- ou interdisciplinaires) :

Elles concernent la réflexion théorique des disciplines scientifiques sur les mutations que le numérique provoque dans leurs pratiques et dans la constitution même de leurs objets. Toutes les disciplines peuvent être concernées à différents niveaux. On peut citer par exemple l'informatique théorique comme discours formel sur les conditions du savoir, ou les sciences humaines et sociales (et notamment les sciences du passé qu'il soit lointain ou récent) bousculées par les *digital humanities*.

### Recherches pratiques

Elles portent sur le développement d'instruments numériques pour la recherche, en s'appuyant sur un volet théorique tel que présenté précédemment, pour une discipline, un ensemble de disciplines, voire de façon transverse à toutes les disciplines.

## Recherches appliquées aux outils de publication et de débats entre pairs

Ces outils sont au cœur de toute pratique scientifique et peuvent aujourd'hui s'enrichir de l'édition des traces numériques produites par les instruments évoqués ci-dessus. L'industrie éditoriale pourra avec profit être associée à ces recherches pour inventer de nouvelles méthodes et de nouveaux standards.

### Axe 3 : Le numérique au service des arts, du patrimoine, des industries culturelles et éditoriales

A l'instar des savoirs théoriques et pratiques, les objets patrimoniaux, culturels et de loisirs sont revisités par de nouvelles pratiques professionnelles et grand public liées aux sciences et technologies du numérique. Ces pratiques favorisent l'émergence de nouvelles dimensions créatives, de nouvelles formes d'expression, de narration, d'écritures multimédias, transmédias, s'appuyant notamment sur la co-création et le partage, et sur des dispositifs nomades ou immersifs.

Les recherches attendues visent à accompagner la transformation des pratiques liées au patrimoine, aux industries culturelles et éditoriales et de répondre aux nouveaux modes de production, de diffusion, d'enrichissement et de consommation des contenus numériques, avec les problématiques associées de droits d'usage et d'exploitation (tatouage, traçabilité). Dans le domaine de l'Information Scientifique et Technique, les propositions de plateformes technologiques favorisant de nouveaux modes d'édition dans une démarche de Libre Accès (Open Access) sont éligibles.

Cet axe est en lien avec l'axe « *Cultures et patrimoines* » du défi 8 « *Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives* ».

Les axes suivants s'inscrivent dans la problématique « **Sciences et technologies numériques** ». Ils couvrent l'ensemble des recherches dans le domaine du numérique, et se déclinent potentiellement en collaboration avec d'autres disciplines. Sont attendus dans l'axe « Fondements du numériques, l'ensemble des propositions de recherche fondamentale qui ne s'inscrivent pas dans les autres axes. Tous les autres axes attendent des propositions qui vont de la recherche fondamentale à la recherche finalisée dans toutes les thématiques couvertes par l'axe. Les stratégies « open source » sont encouragées lorsqu'appropriées pour la pérennité et le partage des logiciels.

### Axe 4 : Fondements du numérique

Cet axe sollicite des projets de recherche fondamentale visant l'excellence et la rupture dans les domaines de l'informatique, des sciences et ingénierie des systèmes et des communications et des mathématiques. Les recherches fondamentales doivent être résolument encouragées car elles sont le vecteur d'avancées qui viendront susciter et irriguer les recherches dirigées vers les applications.

Chacun des axes du défi 7 inclut explicitement les recherches fondamentales qui concernent le thème de cet axe. À titre d'exemple non limitatif :

- celles dans le domaine des méthodes formelles et de l'ingénierie des modèles seront soumises dans l'axe 5 « *Sciences et technologies logicielles* » ;
- celles qui ont pour but de renforcer la confiance des utilisateurs de systèmes seront soumises dans l'axe 6 « *Sciences et technologies pour la confiance et la sécurité numérique* » ;
- celles qui s'intéressent au traitement des images, de la parole ou de la musique seront soumises dans l'axe 7 « *Interactions humain-machine, objets connectés, contenus numériques, données massives et connaissance* » ;
- celles qui concernent la chaîne de calcul haute performance (algorithmes de calcul, d'ordonnancement, d'optimisation, etc.) seront soumises dans l'axe 8 « *Données massives et calcul intensif : enjeux et synergies pour la simulation numérique* » ;
- celles qui concernent la modélisation ou l'optimisation du fonctionnement des réseaux ou des systèmes seront soumises dans l'axe 9 « *Infrastructures de communication et de traitement* » ;

- celles qui concernent les nanosciences et les micro-nanotechnologies seront soumises dans l'axe 10 « *Micro et nanotechnologies pour l'information et la communication* » ; etc.

Les recherches fondamentales autour du défi 7 « *Société de l'information et de la communication* » qui n'apparaissent pas explicitement dans les autres axes du défi trouveront naturellement leur place dans cet axe. C'est en particulier le cas pour des domaines comme les mathématiques, l'automatique et le traitement du signal, etc. Cependant, les recherches fondamentales soumises dans cet axe devront expliciter clairement leur adéquation au défi 7 « *Société de l'information et de la communication* ». Les recherches qui n'ont pas de lien direct avec ce défi seront soumises au défi « de tous les savoirs ».

Les projets collaboratifs associant plusieurs des domaines de l'informatique, des sciences et ingénierie des systèmes et des communications et des mathématiques autour des aspects fondamentaux du défi 7 « *Société de l'information et de la communication* » sont aussi attendus dans cet axe ».

---

### Axe 5 : Sciences et technologies logicielles

---

Cet axe soutient les recherches fondamentales et finalisées dans les technologies logicielles en rapport avec les thèmes suivants : les infrastructures logicielles d'exécution (systèmes d'exploitation, virtualisation, systèmes embarqués, gestion mémoire, etc.) ; les modèles de calcul et intergiciels spécifiques aux différents principes d'architecture (parallélisme, répartition, temps réel, etc.) ; les langages de programmation et de spécification et la compilation optimisée ; le génie logiciel (méthodes de conception ; conception basée sur les modèles ; méthodes agiles ; architectures logicielles et composants ; gestion de versions et de configuration, etc.) ; la validation et l'analyse de logiciel (méthodes de test et débogage, analyse de programmes, vérification et preuve de propriétés de sûreté, de sécurité, vérification et optimisation des propriétés quantitatives).

---

### Axe 6 : Sciences et technologies pour la confiance et la sécurité numérique

---

Les recherches attendues ici concernent prioritairement les approches d'ingénierie de systèmes à « niveau de confiance maîtrisé » dans un contexte de généralisation des terminaux mobiles, de dématérialisation croissante des échanges et des contenus, de développement des réseaux sociaux et de développement de l'informatique dans le nuage (*cloud computing*). L'utilisateur, qu'il soit consommateur ou fournisseur de services ou de contenus, doit rester au cœur de la réflexion et garder la maîtrise de ses données et de ses échanges.

Ces recherches pourront couvrir les aspects liés à la protection de la vie privée, les systèmes de gestion de l'identité ou toute autre brique technologique permettant d'assurer les propriétés de sécurité élémentaires et d'établir la confiance des utilisateurs dans les nouveaux services. Les outils de conception et développement de systèmes robustes, trouveront également leur place ici. Lorsqu'il s'agira de lutter contre une fraude ou une utilisation malveillante d'un système, les porteurs devront se tourner vers le défi 9 « *Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents* ».

---

### Axe 7 : Interactions humain-machine, objets connectés, contenus numériques, données massives et connaissance

---

Cet axe aborde trois des principales caractéristiques de la révolution du numérique : l'explosion des données et contenus, tant en volume qu'en diversité et en vitesse d'arrivée (big data), l'accroissement de l'intelligence des artefacts et de leur connectivité, et enfin le besoin d'une interaction de l'humain avec son environnement cyber-physique enrichie mais aussi facilitée.

Cette interaction s'appuie sur des interfaces multi-sensorielles mêlant contact, geste, mouvement, parole, vision, capteurs oculaires, capture du contexte et de l'état psycho-physiologique de l'utilisateur et peut aboutir au *wearable computing* et à des technologies d'augmentation ou d'extension de l'humain (lunettes et montres intelligentes, implants ou ICM par exemple). Des

recherches sont attendues qui visent à améliorer l'interaction avec le monde numérique, concevoir de nouveaux objets et services interactifs, créer de meilleurs outils de développement de ces systèmes, *premier enjeu* majeur qui nécessite d'intégrer l'utilisateur dès la phase de conception et de prendre en compte la dimension interdisciplinaire de l'interaction humain-machine dans toute la filière de création des futurs produits numériques. Cela inclut des recherches sur la présentation d'une information plus utile et plus intelligible à l'utilisateur qui s'appuiera sur des visualisations synthétiques, personnalisées, adaptatives, des avatars et des agents conversationnels virtuels, tout en intégrant images et réalité virtuelle ou augmentée pour réaliser des environnements immersifs.

Ces sujets sont en lien avec les notions de découverte dynamique et interactive de connaissances dans des données de plus en plus massives, le *deuxième enjeu* : il s'agit ici des problématiques d'agrégation de contenus et de connaissances, d'annotation manuelle ou automatique et de traitement multimédias et multilingues, d'analyse sémantique, de modélisation et de représentation des connaissances. L'exploitation des données massives d'interaction ainsi que des sources de données ouvertes (*open data*) ou d'interactions collaboratives (*linked data*) nécessite la capacité à déployer des chaînes de valorisation de la donnée de bout en bout passant à l'échelle (*big data*) : 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 ; développement de techniques prédictives temps réel.

Le *troisième enjeu* est celui des artefacts parmi lesquels, les robots sous différentes formes, virtuels ou réels, de l'humanoïde au drone, en passant par les engins mobiles, les robots de télé-présence, les exosquelettes, ou les robots manufacturiers, sont en train de prendre un essor sans précédent, avec un impact sociétal très large allant des processus de production manufacturiers aux services d'assistance. Au-delà de leur nécessaire autonomie opérationnelle, le développement de capacités prévisionnelles en lien avec l'Intelligence Artificielle, pour permettre la planification d'actions et la prise de décision autonome ou partagée avec l'homme ainsi qu'une interaction plus naturelle avec lui, l'étude d'architectures cognitives et de capacités d'apprentissage, sont des sujets prégnants qui ouvrent de plus des champs de recherche interdisciplinaires avec les Sciences du Vivant et les Sciences Humaines et Sociales.

D'autres artefacts sont les objets cyber-physiques augmentés par des capacités de perception, de calcul et de mémoire, d'action, de communication et d'interaction et connectés dans un internet des objets, qui posent des défis majeurs.

Ces travaux doivent être coordonnés avec les initiatives et projets Européens, en particulier ceux adressant la plateforme technologique européenne EURobotics et le PPP Robotics.

---

## Axe 8 : Données massives et calcul intensif : enjeux et synergies pour la simulation numérique

---

Dans de très nombreux domaines scientifiques (génomique, environnement, climat, sciences de l'univers, matériaux, sociologie,...), technologiques et socioéconomiques (industries aéronautique, de l'énergie, pharmaceutiques, manufacturières, du numérique, de la finance, de services, ...) l'exploitation des grands volumes de données et des capacités de calcul intensif (HPC) ont produit une *révolution des données*. Sur cet axe il est attendu des propositions interdisciplinaires (impliquant informaticien, analyste, mathématicien, statisticien, *data scientist*...) contribuant à l'émergence d'une communauté interdisciplinaire autour de la science des données et du calcul. Cet axe s'attache à relever les verrous suivants.

### Calcul intensif

Cet axe adresse la conception et le développement de solutions logicielles, en synergie avec les domaines applicatifs 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 gestion des données, doivent être intégrées dès la conception de ces méthodes (co-design). Ces travaux doivent être coordonnés avec les initiatives et projets Européens, en particulier ceux adressant la plateforme technologique européenne PPP ETP4HPC et les infrastructures HPC de PRACE. Le choix des meilleures plateformes matérielles et logicielles européennes est à favoriser.

### Gestion, analyse et exploitation du déluge de données

La plupart des applications scientifiques fait face à un accroissement massif des données à traiter. Il en résulte une rupture potentielle dans le flux traditionnel de gestion des données consistant à les sauvegarder pour analyse postérieure. L'intégration de techniques et méthodes issues du domaine du *big data* apparaît comme une piste capable d'aborder la résolution des problématiques recherche liées au volume et à la complexité des données à traiter, issues ou à destination (e.g. issues de capteurs) du calcul scientifique. Tous les aspects liés au traitement des données massives impliquées dans les cycles de simulation sont concernés : outils et méthodes de production, de gestion, de visualisation et de calcul. Le cycle de vie des données doit être abordé dans son ensemble, de même que la question de l'intégration de l'humain au sein du cycle complet de simulation. Cet axe intègre la mise au point de nouveaux dispositifs, de nouvelles métaphores, de nouveaux paradigmes, algorithmes, méthodes et outils.

---

## Axe 9 : Infrastructures de communication et de traitement

---

Cet axe adresse les mutations technologiques majeures qui affectent les infrastructures de communication, de traitement et de stockage de l'information. Les infrastructures doivent faire face à des exigences de plus en plus fortes sur plusieurs fronts : passage à l'échelle en termes de volume de données à traiter et à transmettre, en termes d'objets à interconnecter avec l'émergence de l'internet des objets ; faible latence pour des applications ayant des contraintes temporelles fortes (collaboration à distance, e-santé, jeux en réseau ...) ; garanties strictes de sécurité en particulier pour des applications critiques qui peuvent être liées à la santé, l'environnement, au transport ou représenter des enjeux de souveraineté ; qualité d'expérience en toute circonstance pour des utilisateurs massivement mobiles ; diversification des terminaux et des objets connectés ; maîtrise du coût et de la consommation énergétique. La convergence technologique et de marché entre les réseaux de communication, le *cloud computing* et les centres de données induit également de profonds bouleversements. Par exemple, les techniques de virtualisation des fonctions réseau permettent aujourd'hui de les héberger dans des serveurs génériques sur le *cloud* alors qu'elles étaient jusque-là réalisées sur des équipements dédiés. Les réseaux programmables (*software defined network*) ouvrent également la voie à des approches logicielles unifiées de gestion des réseaux et des serveurs informatiques. Tous ces bouleversements soulèvent des défis scientifiques, technologiques et économiques majeurs que la communauté nationale doit relever.

Dans ce contexte, sont particulièrement attendues dans cet axe des propositions dans les domaines suivants : systèmes de communication optiques à hauts débits flexibles, réseaux filaires et sans fils à hauts débits et à faible latence, mobilité, sécurité et fiabilité de bout-en-bout, réseau orienté contenu, réseaux de capteurs/actionneurs, internet des objets, virtualisation (fonctions réseau et système), réseaux Logiciels, nouvelle architecture de réseaux et systèmes, optimisation et gestion convergente *cloud-réseau-datacenters*, configuration et optimisation dynamique de ressources hétérogènes (calcul, stockage, réseau), orchestration et adaptation aux besoins des applications/utilisateurs, découverte et orchestration de services sur des infrastructures convergentes, optimisation et gestion des infrastructures de calcul à haute performance et de stockage massif, réduction de la consommation énergétique. Sont également attendues des propositions dans le domaine de la gestion et le contrôle des infrastructures avec une dimension

technologie logicielle importante (ces projets seront associés à l'axe Sciences et technologies logicielles. Enfin, les porteurs de propositions de recherche fondamentale sur la théorie et la modélisation des réseaux et des systèmes, le contrôle des infrastructures distribuées, la théorie de la communication sont également invités à les soumettre dans cet axe.

Ces travaux doivent être coordonnés avec les initiatives et projets européens, en particulier ceux adressant la plateforme technologique européenne *Networld* et le PPP « *5G advanced infrastructures for the future of Internet* ».

---

## Axe 10 : Micro et nanotechnologies pour l'information et la communication

---

Les progrès et ruptures dans le domaine des STIC reposent, entre autres, sur l'amélioration des performances des dispositifs qui traitent ou transfèrent l'information. Ces dispositifs doivent répondre aux enjeux applicatifs que sont l'efficacité énergétique, le déluge de données ou la résilience des systèmes. Même si les technologies clés génériques que sont l'électronique et la photonique continuent d'être au cœur des systèmes pour l'information et la communication, la question de l'intégration des dispositifs dans les systèmes demeure centrale et de nouveaux paradigmes reposant par exemple sur la maîtrise des propriétés quantiques ou sur la bio-inspiration sont également susceptibles de répondre aux enjeux présents et futurs des STIC. Les projets adresseront des verrous scientifiques et technologiques bien identifiés et chercheront à démontrer de réelles améliorations de performances, ou des ruptures par rapport aux technologies existantes. Les domaines identifiés pour ces verrous sont regroupés en quatre ensembles :

### Elaboration, fabrication et procédés

des matériaux ou des métamatériaux artificiels pour l'électronique et la photonique constitue la brique technologique élémentaire essentielle aux succès futurs.

### Composants et dispositifs élémentaires

L'obtention de fonctions élémentaires pour la micro et nanoélectronique, la spintronique, l'optique quantique ou non linéaire, le champ proche optique, le traitement front d'onde, les domaines millimétriques et THz, la nanophotonique / plasmonique, l'électronique et optoélectronique organique / flexible, l'information quantique, les composants neuromorphiques constitue une seconde brique essentielle, à laquelle s'ajoute l'obtention de sources optiques, fibres optiques, nouveaux composants pour l'optique, et micro-et nanosystèmes.

### Architectures - Intégration - Circuits

La photodétection et imageurs associés, les systèmes laser et optiques, les circuits et systèmes pour les communications (optique, RF...), les capteurs, objets communicants, intelligents et autonomes, impliquant pour partie des méthodes d'intégration 3D/Intégration hétérogène voire des architectures alternatives (bio-inspirées, neuromorphiques...) seront les objets visés par cet appel.

### Conception - Simulation - Caractérisation - Instrumentation

Les approches numériques (simulation et/ou conception des composants, matériaux, procédés, systèmes complexes) et approches méthodologiques génériques (conception, test, métrologie) ainsi que l'étude de la fiabilité et la caractérisation avancée des matériaux ou des performances de nanodispositifs ou composants élémentaires constituent l'ouverture sur les méthodes nécessaires. On pourra aussi considérer les projets concernant les systèmes d'imagerie et instrumentation (THz, IR, X...).

Les projets pourront être mono, pluri ou interdisciplinaires. Fondamentaux, ils devront cibler l'acquisition de connaissances en lien avec les enjeux du défi 7. Technologiques, ils pourront proposer des développements expérimentaux et/ou instrumentaux, ou adopter une ambition intégrative en favorisant le transfert de technologies vers les entreprises. La simulation numérique,

la modélisation et la théorie peuvent être une contribution à des projets essentiellement expérimentaux ou faire l'objet de projets spécifiques. Les projets situés sur les thématiques de l'initiative européenne FET Flagship « Graphene » sont invités à expliciter le niveau d'intégration envisagé. Par ailleurs, des projets en synergie avec cette initiative mais portés par des équipes de plusieurs pays peuvent être soumis dans le cadre de l'appel transnational FLAG-ERA (cf. §F. « Collaborations européennes et internationales dans le plan d'action 2015 »).

---

### « Challenges » en lien avec le défi :

---

L'instrument de financement « Challenges » est décrit au §E.1.

Trois challenges seront initiés 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 lien avec le **défi 6** : 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 solutions à faible coût qui seront évaluées et comparées au cours d'épreuves ambitieuses.

#### **Challenge DEFALS** (DEtection de FALSifications dans des images et vidéos) :

En interface entre les **défis 7 et 9**, ce challenge sera ouvert sous réserve d'accord avec le partenaire DGA (et potentiellement d'autres cofinanceurs). L'objet de ce challenge est de faire progresser la recherche en analyse d'images et de vidéos à des fins de vérification d'intégrité (détection aveugle de modification dans des images et des vidéos réelles), et de susciter des rapprochements entre les communautés de l'image et de l'optique, les utilisateurs finaux et les industriels.

#### **Challenge RoMI (Robotique et Machines Intelligentes):**

Ce challenge est en lien avec le **défi 3**. Dans le cadre du Plan Robotique de la Nouvelle France Industrielle, des verrous scientifiques et techniques communs à la robotisation de plusieurs étapes de process industriels ont été identifiés par de grands donneurs d'ordres. L'objet du challenge sera de contribuer à la levée de ces verrous.

## D-8) DEFI 8 – SOCIÉTÉS INNOVANTES, INTÉGRANTES ET ADAPTATIVES

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Turquie (SHS) ; Taïwan ; Hong Kong ;
- Brésil (SHS).

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- Franco-allemand (accord ANR-DFG) ;
- Ora + (sciences sociales) ;
- Partnerships for International Research and Education (PIRE, accord NSF-ANR)

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

### INTERFACES :

Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.

#### Données massives :

Pour ce sujet transversal qui concerne largement plusieurs défis (y compris le **défi 8**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Socio-systèmes, migrations :** les aspects sociopolitiques et juridiques des migrations environnementales relèvent du **défi 8**, de même pour les catastrophes comme révélateurs des fractures sociales. Le débat sur la place des migrations climatiques ou environnementales dans l'ensemble des migrations en général relève de l'axe 2 du défi 8.

**Mutations du travail :** les mutations du travail dans l'usine du futur et dans les réseaux d'entreprises relèvent du **défi 3**. Les mutations plus générales du travail hors de la sphère industrielle

(précarité des contrats, emploi des seniors et des migrants, mobilité du travail hautement qualifié) relèvent de l'axe 3 du **défi 8**.

**Les aspects de santé publique** représentent une interface forte avec le **défi 4** et bénéficieront d'experts communs. L'approche médicale ou épidémiologique des **inégalités de santé** est confiée au **défi 4**, mais leur analyse sociologique ou économique (accès aux soins, couverture assurantielle, vulnérabilités, déterminants liés au capital social, au *care*, aux liens entre générations) relève du **défi 8**.

**Société numérique** : les thématiques des axes 1, 2, 3 du **défi 7** recouvrent partiellement des thématiques du **défi 8**. Les projets attendus dans le **défi 7** peuvent être interdisciplinaires dès lors qu'ils comprennent une part significative de recherche dans, ou sur, les sciences du numérique. Les projets qui comprennent une part significative de recherche en sciences humaines et sociales et pour lesquels le volet numérique est limité à l'utilisation d'outils à l'état de l'art relèvent du **défi 8**.

**Protection de la vie privée** : les techniques de protection de la vie privée relèvent du **défi 9**. Les recherches focalisées sur les aspects éthiques et juridiques de la protection de la vie privée face aux *big data* relèvent de l'axe 6 du **défi 8**.

**Radicalisation violente** : les techniques de détection et de lutte contre la radicalisation violente relèvent du **défi 9**. La radicalisation violente replacée dans la question plus générale de l'intégration des immigrés relève de l'axe 2 du **défi 8**.

---

## Introduction

Nos sociétés ne peuvent lancer des dynamiques économiques et sociales positives sans développer les capacités d'innovation, d'intégration et d'adaptation. Partant d'une analyse du rapport au risque, le défi 8 explore les ressorts de l'innovation, dans une perspective historique, comparative ou prospective (axe 1). Il traite des obstacles à l'intégration que sont les inégalités et les discriminations (axe 2). Il aborde les mutations du travail, avec un accent sur l'égalité professionnelle hommes-femmes et les niveaux de régulation (axe 3). Il propose de nouveaux apprentissages tout au long de la vie (axe 4) et mise sur la valorisation du patrimoine et la création (axe 5). Il évalue enfin les effets contrastés du numérique sur la société (axe 6). Ces axes ne sont pas disciplinaires. Chacun, si on le lit bien, mobilise un large éventail de disciplines.

---

## Axe 1 : Rapport au risque et innovation sociale

Nos sociétés sont soumises à une double injonction : réduire l'**aversion au risque** pour pouvoir innover et, dans le même temps, se protéger des risques de toute sorte, non seulement ceux que couvrent la protection sociale et l'assurance mais ceux qui pèsent sur l'environnement, la santé, l'alimentation, la vie privée, le lien social. Le résultat est paradoxal : notre **espérance de vie** a beau croître depuis quarante ans au rythme de trois mois par an (soit six heures par jour), cet indicateur d'une meilleure protection de l'existence trouve peu d'écho dans le débat public, tant domine l'idée que nos vies sont toujours plus menacées : par la mondialisation, par le vieillissement, par l'étranger, par la nature maltraitée.

On analysera les multiples formes du **rapport au risque**, tant la demande de sécurité que les conduites à risques, tant le repli sur le principe de précaution que l'esprit d'entreprise. Les aspects objectifs et subjectifs du **rapport science-société** seront dûment confrontés. Mais pointer la « résistance au changement » ne suffit pas ; il faut s'intéresser à la capacité à **vivre et décider dans l'incertain**. Quels sont les **facteurs de la créativité** individuelle et collective ? Coopération ou compétition, exploration parallèle ou concertée, hybridation et dépaysement, urgence des temps de guerre, exploitation des trouvailles impromptues (*serendipity*), scénarios alternatifs, raisonnement par abduction : autant de ressorts ou de méthodes qui mettent au défi les théories de la décision et celles de la conception inventive et qu'on pourra étudier sur des cas concrets, puisés dans les contextes les plus variés.

Les **acteurs de l'innovation** sont multiples : États, entreprises, collectifs, individus, mais aussi groupes intermédiaires ou associatifs engagés dans l'**innovation sociale** pour traiter des besoins sociaux et environnementaux et expérimenter de nouveaux usages. L'innovation n'est pas une idée neuve. Les **villes** sont par excellence des lieux d'innovation, plus ou moins réussies, comme l'attestent l'archéologie et les études urbaines. De tout temps, des individus ou des groupes en rupture ont défié l'ordre établi pour imaginer de nouveaux **modes de vie ou d'action**, de nouveaux **systèmes de croyance et de pensée** : utopistes, hérétiques, prophètes, artistes, inventeurs, pionniers, migrants... Les XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles ont vu fleurir des innovations telles que l'enseignement mutuel, l'économie sociale, le syndicalisme, le mouvement coopératif, la mutualité, l'auto-construction, les médias libres, les essais de démocratie participative... sans oublier l'éclosion des mouvements religieux et humanitaires. S'inspirant de précurseurs aussi éloignés que Condorcet et Malthus, la **révolution démographique** est une innovation de la société civile qui ne cesse de progresser : contrôle des naissances, planning familial, droits reproductifs, renforcement du pouvoir d'agir des femmes (*women empowerment*), droits de l'enfant, diversité des formes familiales.

Le **droit d'expérimentation** des collectivités locales, reconnu par la loi constitutionnelle du 28 mars 2003, offre un exemple des difficultés soulevées par le transfert d'innovation. La revente des start-up aux grandes sociétés en est un autre. On s'intéressera au **changement d'échelle** des innovations qui sont relayées par une grande entreprise, par le législateur ou par une organisation internationale, en particulier si les problèmes traités passent les frontières. Menées dans un cadre **historique ou comparatif**, de telles recherches pourront proposer de nouveaux instruments pour l'action publique.

---

## Axe 2 : Inégalités, discriminations, intégration

---

Le **creusement des inégalités** est un obstacle majeur à l'intégration sociale, qu'il convient de mesurer et d'expliquer dans ses diverses dimensions. On étudiera le degré d'intégration ou de repli des diverses composantes de la société, les logiques d'exclusion aux deux extrémités de l'échelle sociale, le décalage entre inégalités objectives et inégalités perçues. On explorera les interactions entre **inégalités sociales et inégalités spatiales**, la dynamique complexe des ségrégations, mais aussi la mobilité résidentielle comme facteur de désenclavement. Les **inégalités de santé** traitées dans le présent défi le seront dans une optique géographique et sociale (accès aux soins, relation médecin-patient, couverture assurantielle, déserts médicaux, rôle du capital social, pratiques du *care*), dans les deux sens de la causalité (déterminants sociaux de la santé, effets de la santé sur le statut social). Tous ces thèmes peuvent se relier au débat jamais achevé sur les **principes de justice**, y compris la justice territoriale et la question controversée des « inégalités justes ».

L'Europe est un continent d'**immigration**. Selon la statistique publique, une personne sur quatre vivant en France est soit immigrée (« première génération »), soit née en France d'un parent immigré (« seconde génération »). Faut-il encore se demander si ce quart est intégré aux trois-quarts restants, s'il leur rapporte plus qu'il ne coûte ? On analysera le phénomène migratoire comme peuplement et comme circulation, en étant attentif à la diversité des **facteurs de migration** au pays d'origine comme au pays de destination : travail, études, mariage, refuge, retraite, recherche de sécurité ou d'émancipation... On analysera le **repli identitaire** des migrants comme des natifs, qu'il soit d'inspiration religieuse ou séculière. On ne négligera pas les tentatives des *Peace Studies* ou des recherches en CVE (*Counter violent extremism*) pour saisir les logiques de **radicalisation violente** (dont un cas extrême est le recrutement en ligne de jeunes djihadistes). Comment renouveler le « **récit national** » sur la base d'un référentiel civique crédible qui intègre la diversité des origines ?

Autant de questions à traiter dans une perspective nationale et internationale. On pourra les élargir aux **formations historiques ou préhistoriques** qui, de par le monde, ont tantôt séparé tantôt brassé une pluralité de cultures.

L'intégration est un vain mot si, à compétences égales, la **discrimination** barre l'accès aux principaux biens et services : éducation, formation, embauche, promotion, logement, lieu public, loisir, environnement de qualité. La liste est longue des critères illicites énoncés par le code pénal :



âge, sexe, apparence physique, nationalité, origines, affiliation syndicale ou politique, religion, patronyme, état de santé, handicap, grossesse, identité ou orientation sexuelles et, dernier en date, le lieu de résidence... Or la recherche est loin d'avoir progressé du même pas sur toutes ces discriminations, encore moins sur le **cumul des discriminations**.

Les **formes de discrimination** sont multiples : directe ou indirecte, systémique ou statistique, liée aux interactions entre personnes ou inscrite dans le cloisonnement des espaces urbains et des lieux de travail. La **discrimination statistique** au sens des économistes (Arrow, Phelps) se nourrit de l'aversion au risque : écarter une personne pour son appartenance supposée à une catégorie « à risques » (ainsi le risque de grossesse, ou la dangerosité estimée au « faciès »). Or les victimes potentielles peuvent à leur tour anticiper leur exclusion et renoncer à se présenter. Raisonnements bayésiens plus difficiles à combattre que la discrimination directe. Les études de cognition sociale soulignent le retour en force du **préjugé** dans les sélections qui tentent expressément de le prévenir. Il faut analyser ces paradoxes, et se rappeler, exemples étrangers à l'appui, que la mise en évidence d'une discrimination requiert des **méthodes adaptées** : *testing* de CV pour les barrières à l'entrée, suivi longitudinal des carrières, méthodes explicites ou implicites de mesure des préjugés.

Les chercheurs désireux de mener à bien des projets sur la mesure des discriminations sont encouragés à **se rapprocher des entreprises et des administrations**. Ces dernières utilisent-elles le guide méthodologique *Mesurer pour progresser vers l'égalité des chances*, publié à leur intention en 2012 par la CNIL et le Défenseur des droits ? L'objectif n'est pas tant le comptage que l'élaboration de modèles du comportement et le test de **solutions pratiques** : repenser les épreuves de sélection, prospecter les candidatures hors des filières coutumières, recourir au levier des quotas, dédier un poste à la lutte contre les discriminations.

---

### Axe 3 : Mutations du travail, égalité professionnelle

---

La globalisation va de pair avec la mutation du travail. Dans un contexte de crise financière et de récession économique, les **modèles d'emploi** nationaux sont remis en cause. Le lien entre emploi et protection sociale ne va plus de soi. La précarité se développe (CDD, intérim, temps partiel contraint, horaires atypiques). À quelle échelle organiser le marché de l'emploi ? Comment relever le taux d'emploi des migrants, de leur conjoint ou descendants ? Quels moyens adopter pour que la France prenne sa place dans la mobilité internationale hautement qualifiée ? Comment innover dans les formes de transition vers la retraite ? On évoquera ci-après trois questions : le travail comme facteur de créativité et d'intégration, la redistribution des régulations juridico-politiques, la pleine insertion des femmes dans le marché du travail.

Alors que l'individualisation et la solidarité sont souvent présentées comme des valeurs opposées, **l'intégration par le travail** reste centrale, comme source de reconnaissance individuelle et de créativité collective. On interrogera en ce sens les nouveaux modes de **gestion des ressources humaines**, la **création de normes par les entreprises** (égalité des chances, gestion de la « diversité »...), les mutations du rapport au travail.

La **régulation juridico-politique** soulève des questions connexes. Le « droit-référence » recule au profit d'un usage utilitaire du « droit-ressource ». Les procédures flexibles de *soft law* continuent de progresser : arbitrage, négociation, médiation. Les conventions collectives de branche sont en perte de vitesse, la recherche de la flexibilité pousse à décentraliser la définition des règles et à modifier les termes du dialogue social. On étudiera ces évolutions en comparant les milieux professionnels et les contextes nationaux.

La question des **échelles de régulation** pourra s'élargir à d'autres thèmes : la double pression du local et du supranational sur la régulation nationale, les nouvelles formes de confrontation entre pouvoir économique et pouvoir politique (cf. l'invocation du « patriotisme économique » dans la négociation des rachats d'entreprise et des plans sociaux) et, au-delà, la **crise de la représentation démocratique** en France et en Europe. La recherche privilégiera les expériences créées par les changements de législation.



Si la **conciliation entre vie familiale et vie professionnelle** préoccupe de longue date le législateur français, l'**égalité professionnelle** piétine, tant est forte la pression exercée sur les femmes. Leur double journée de travail devient triple quand elles cumulent, par exemple, l'activité professionnelle, les tâches parentales et les soins au parent dépendant. La recherche sur l'articulation des **temps sociaux** explorera les solutions techniques, juridiques, fiscales, politiques... capables de contrer la **domination masculine**. Les principaux obstacles sont connus : les hommes ne prennent pas leur part du travail ménager et des tâches d'éducation, tandis que les normes sociales poussent encore les femmes vers des filières réputées altruistes ou désintéressées mais souvent dévalorisées (éducation, santé, culture, services à la personne). Les **solutions** des pays nordiques pour contrer ces deux tendances, comme le congé parental masculin et les quotas de femmes dans les conseils d'administration ou les comités de recrutement, commencent à faire école en Europe. Il est urgent d'évaluer ces innovations et d'étudier les conditions de leur généralisation.

---

#### Axe 4 : Éducation et formation tout au long de la vie

---

Dans une société en mutation permanente, les **capacités et compétences** se forment et se reforment à chaque étape du parcours individuel, de la prime enfance à l'âge adulte.

En amont, on a longtemps sous-estimé la précocité du **développement sensoriel, cognitif et langagier** stimulé par l'entourage. Son exploration peut guider la mise au point de méthodes pédagogiques qui libèrent le potentiel des enfants dans les apprentissages de base (s'exprimer, lire, écrire, compter) et développent les **aptitudes intellectuelles, affectives et sociales** : sens pratique, imagination, sociabilité, confiance en soi...

S'agissant des **performances scolaires des jeunes**, la France affiche des résultats inquiétants à l'enquête PISA de 2012 auprès des élèves de 15 ans : baisse du niveau moyen en mathématiques, proportion croissante d'élèves en grande difficulté, poids grandissant des inégalités sociales depuis dix ans. Dans aucun autre pays de l'OCDE l'origine sociale des enfants ne pèse aussi lourd dans l'échec scolaire. L'Université elle-même affiche un décrochage massif : un étudiant sur cinq la quitte sans diplôme. Décevantes aussi sont les performances des Français à l'enquête 2013 de l'OCDE sur les **capacités des adultes** à utiliser l'information écrite.

On explorera les moyens d'améliorer les **performances du système d'enseignement et de formation** susceptibles d'accroître le taux d'emploi et les chances de reconversion : repenser un système d'orientation opérant surtout par élimination ; ouvrir davantage la pédagogie aux exercices en situation, y compris en sciences ; initier ou améliorer certains apprentissages (code informatique, éducation artistique, techniques de débat) ; développer l'enseignement professionnel (sous statut scolaire, en apprentissage et en formation alternée), sans oublier le soutien à l'« éducation non formelle ». On ne relâchera pas l'effort d'analyse des **facteurs en cause** : le potentiel initial des enfants (réduit par les handicaps sensoriels, moteurs ou cognitifs), les inégalités d'origine sociale (revenus, codes linguistiques et culturels, normes de genre, composition de la famille, effets de voisinage et de quartier), les effets propres des divers niveaux de l'institution (classe, enseignants, établissement, conseils d'orientation, rectorats). L'analyse comparée des **politiques publiques d'éducation et de formation** sera bienvenue dans chacune de ces recherches.

On revisitera la riche **histoire des innovations pédagogiques**, en tenant compte du fait que la **transmission intergénérationnelle de la culture**, observée chez les hominidés et d'autres espèces, s'appuie dans le cas de l'homme sur des dispositifs cognitifs complexes qui se forment en rapport avec le changement d'environnement (essor de la bipédie, fabrication d'outils, acquisition des langues, interactions sociales). L'homme est un animal apprenant qui, de surcroît, apprend à apprendre. L'ère numérique (voir l'axe qui lui est consacré) ajoute un chapitre inédit à cette **histoire longue de l'adaptation**.

Les langues sont à la fois un vecteur et un obstacle pour la communication. Le plan d'action de la Commission européenne sur « l'**apprentissage des langues** et la **diversité linguistique** » (2003) a échoué à diffuser la pratique de deux langues étrangères en Europe, l'anglais n'ayant cessé de se développer. On accueillera avec intérêt les projets qui innoveront dans l'apprentissage d'une tierce

langue s'ajoutant à la maîtrise de la langue première et de la *lingua franca* (les recherches en traitement automatique du langage étant renvoyées à l'axe 6, relatif au numérique).

---

## Axe 5 : Cultures, patrimoines, création

---

Source de prestige et de revenus, l'activité patrimoniale, artistique et culturelle est aussi vecteur de cohésion sociale et nationale. Mais la mondialisation, d'un côté, l'essor des identités locales, de l'autre, changent la donne. Pour le Conseil de l'Europe (mais cela vaut aussi en dehors de l'Europe), tout **patrimoine** est **porté par une communauté**, qu'elle soit locale, nationale ou transnationale. Les populations y voient la reconnaissance de leur histoire, de leur langue, de leur habitat, de leurs paysages. La notion de patrimoine s'étend à de nouvelles sphères : technique, scientifique, coutumière, immatérielle, environnementale. Dans ce processus multiforme de **patrimonialisation** et de **valorisation**, on cherchera à cerner le rôle respectif des acteurs (publics, privés ou parapublics), en ayant soin de confronter le cas français aux expériences étrangères et aux évolutions historiques.

Si la valorisation du patrimoine s'efforce d'attirer le public par des événements artistiques, la figure du **créateur** reste très individuelle. L'**analyse économique de la création** souligne à la fois la surabondance des vocations, l'incertitude du gain et les fortes inégalités de réussite, que les **industries culturelles** creusent à l'extrême. L'idéal créateur devient la production d'une œuvre à la fois individuelle et de masse, singulière et universelle. Reste à savoir si la **circulation internationale des expériences artistiques** parvient à transcender la diversité des cultures et l'inégalité des niveaux de formation.

Les nouvelles capacités d'archivage et de diffusion modifient le **rapport à la culture et au patrimoine**. Mais dans quelle mesure ? Les industries culturelles préférant gérer des flux immatériels plutôt que des stocks physiques, nous sommes poussés à **consommer en ligne** les livres et les vidéos au lieu de les entreposer à domicile. La production des œuvres en est-elle affectée ? Le public modifié ? Une autre voie de renouvellement à creuser est l'intérêt pour un rapport moins ethnocentré aux **œuvres lointaines ou anciennes** : l'idée n'est plus de les extraire de leur contexte mais de les y replacer, en s'efforçant d'acquérir la culture nécessaire. Mais qui peut suivre cette voie exigeante et jusqu'où ? Autant de perspectives susceptibles d'enrichir les recherches sur les échanges culturels, la hiérarchie mouvante des genres, les liens intertextuels, la mobilité des créateurs d'un art à l'autre.

Les **cultures scientifiques, techniques et industrielles** gagnent en reconnaissance mais restent à l'écart des autres champs culturels. Changeront-elles à terme nos critères de jugement ? Les **neurosciences** tentent ainsi de capter la puissance des **émotions artistiques** à l'aide de l'imagerie cérébrale : en présence d'une œuvre d'art plastique ou vivante, l'activité neuronale des amateurs éclairés est plus intense que celle des néophytes. Est-ce au point d'activer les neurones-miroirs qui « miment » le mouvement de l'œuvre ? De telles recherches sont à confronter aux essais historiques ou sociologiques qui tentent de relier l'émotion artistique à des valeurs telles que la puissance symbolique, l'authenticité, l'harmonie, la force de rupture, l'ancienneté, la rareté, etc., sans doute elles-mêmes diversement prisées selon la culture de référence et le niveau de connaissance. Trois mécanismes, donc — la formation sociale du goût, l'entraînement aux émotions artistiques, leur frayage neuronal — dont on s'attachera à saisir l'enchaînement et les interactions, sans perdre de vue le développement à venir de l'**éducation artistique**, de la **pratique des arts** et de la **formation culturelle et interculturelle** en général.

---

## Axe 6 : Révolution numérique et mutations sociales

---

Pour les humanités et les sciences sociales, le numérique est à la fois outil et objet de recherche. Outre les **corpus** sur les habitats, les œuvres et les langues, il faut consolider les **bases de données** sociopolitiques, démographiques ou géographiques, à condition de les documenter et d'en ouvrir l'accès. Un outil majeur est le suivi de **cohortes** : les enquêtes ELFE et SHARE ont innové sur la prime enfance et le passage à la retraite ; elles peuvent encore accueillir des projets mais on n'oubliera pas les autres âges de la vie. L'Enquête sociale européenne (*European Social Survey*) est une plateforme

dont la recherche française devrait tirer un meilleur parti. On encouragera également le couplage des enquêtes avec des **données administratives et contextuelles**.

Autre chose sont les **big data** issus de la captation des traces des usagers. Information de choix pour la recherche, mais aussi **aide à la décision**... pour peu que leur accès soit libre (**open data**). Or les **big data** sont si opaques et massifs qu'on les croit volontiers « sans théorie ». Le chercheur doit-il renoncer à questionner leur genèse et leur représentativité, à saisir le sens des termes et des catégories, à démêler les causes et les effets ? La controverse sur le Projet Grippe de Google (mars 2014) comme exemple de **crowdsourcing** capable de supplanter l'appareil statistique invite à réfléchir : le pouvoir prédictif des requêtes individuelles sur l'épidémie de grippe (une quinzaine de mots, dont la liste n'a pas été dévoilée) ne surprend guère quand il s'agit d'anticiper le profil saisonnier des données du CDC d'Atlanta, mais elles ont fait l'impasse sur l'épidémie de H1N1 de 2009. Comment modéliser le rapport des intentions des usagers au réel ? Comment détacher l'imprévu du périodique ? Comment évaluer un protocole non public ?

La progression du numérique dans la recherche comme dans la vie sociale se heurte au **verrou linguistique**. Les projets qui ambitionnent un saut qualitatif dans le **traitement automatique du langage** (TAL) vers la modélisation des langues naturelles et la traduction assistée des bases de données intéressent le présent défi s'ils s'appuient sur une analyse des codes et des structures linguistiques. De même que l'**analyse des controverses et des argumentations** à des fins de recherche, d'enseignement et de formation civique, dans la mesure où elle va au-delà des études classiques de vocabulaire et permet d'approfondir l'**analyse du discours social**.

Le numérique change le rapport au territoire, il redistribue les frontières entre travail et vie privée, entre experts et profanes. Travail à distance, accès instantané aux services, extension virtuelle du réel : de tels progrès laissaient espérer des **gains de productivité** sans précédent. Or le taux de croissance des pays les mieux équipés n'a pas suivi : le débat sur le **paradoxe de Solow** se poursuit et la recherche française doit continuer de l'alimenter. Encore faut-il établir les faits.

Les **effets du numérique sur les structures sociales** appellent des recherches précises. Quel bilan dresser des créations et destructions de métiers ? La dématérialisation des services bouleverse-t-elle l'échelle des qualifications ? A-t-elle ouvert de nouvelles voies à la mobilité sociale ? Et si les réseaux sociaux intensifient comme jamais les contacts, modifient-ils les structures de la sociabilité, à savoir la propension à fréquenter son milieu et à y choisir son partenaire ?

Les **effets du numérique sur les pratiques culturelles** sont contrastés. L'autoproduction de contenus, l'ubiquité de la musique enregistrée ou l'essor des réseaux sociaux ont préservé des tendances lourdes : la lecture déclinait déjà avant Internet, les concerts, les spectacles et les musées restent prisés d'une élite. Quelle contribution le numérique a-t-il apporté à la **démocratisation du savoir et de la culture** ? Peut-il réduire le décrochage, quand on voit que les écarts de niveau selon l'origine sociale se sont creusés au lycée en l'espace de dix ans ? Autant de questions ouvertes. Sans stratégie de réorganisation, les outils numériques ne peuvent transformer l'école ou l'Université. D'où l'urgence de recherches sur les conditions à remplir pour définir le modèle économique des cours massifs en ligne désormais prioritaires, les **MOOC** et leurs variantes, et assurer leur succès.

Les **effets du numérique sur les comportements** sont ambivalents car Internet peut apporter à la fois le mal et le remède (comme le plagiat et sa détection). Les jeux vidéo ont-ils exacerbé ou canalisé la **violence** ? Modifient-ils les **capacités cognitives** ? S'isole-t-on davantage à se concentrer sur un écran qu'à se plonger dans un livre ? Les réseaux tiennent-ils leurs promesses dans la pratique ? En s'attaquant à ces questions, on évitera d'imputer aux outils numériques des effets dus aux propriétés des usagers, et réciproquement.

On n'éluera pas les **problèmes éthiques du numérique**. Quel est ce singulier contrat social qui assure à chacun le droit de connexion en échange du traçage de ses données et du profilage de masse ? Comment justifier la revente à des tiers du travail gratuit des usagers ? Suffit-il de convertir des **big data** en bien public ? L'avenir est-il au cryptage généralisé ? Comment garantir le droit à l'oubli ? Ce n'est là qu'une première série de questions ; d'autres encore sont possibles.

## D-9) DEFI 9 – LIBERTÉ ET SÉCURITÉ DE L'EUROPE, DE SES CITOYENS ET DE SES RÉSIDENTS

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

*Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)*

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES :

*Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.*

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#).**

### INTERFACES :

*Ce défi couvre des sujets de recherche transversaux à d'autres défis. Il est indiqué ci-dessous dans quel(s) autre(s) défi(s) ces sujets sont traités afin d'orienter les proposant vers le défi le plus adéquat pour leur projet. Il est fortement recommandé de lire le(s) défi(s) dans son (leur) intégralité pour en connaître les contours précis.*

#### **Données massives / Biologie / Capteurs / Robotique :**

Pour ces sujets transversaux qui concernent largement plusieurs défis (y compris le **défi 9**), le lecteur est invité à se reporter au [§ D « Multidisciplinarité, transversalités et interfaces »](#) (dans l'introduction générale du §D).

**Infrastructures urbaines :** les recherches traitant de questions génériques liées à la sécurité (non spécifiquement liées à des risques et menaces identifiés) et/ou à des problématiques globales intégrant la sécurité sans qu'elle soit la thématique principale, relèvent du **défi 6**.

**Risques environnementaux :** la gestion de crise sur le plan opérationnel, organisationnel, logistique, économique, etc. relève du **défi 9**. Les risques naturels et les origines possibles d'une crise (caractérisation de l'aléa et des facteurs de risques, outils et méthodes pour l'observation...), les systèmes prévisionnels, l'évaluation des menaces et les seuils d'alertes relèvent du **défi 1**.

**Sécurité des systèmes d'information :** les recherches visant à améliorer les propriétés de sécurité intrinsèques à un système d'information, ou concernant des outils de conception et développement, relèvent du **défi 7**.

**Protection de la vie privée :** les techniques de protection de la vie privée relèvent du **défi 9**. Les recherches focalisées sur les aspects éthiques et juridiques de la protection de la vie privée face aux *big data* relèvent de l'axe 6 du **défi 8**.

**Radicalisation violente** : les techniques de détection et de lutte contre la radicalisation violente relèvent du **défi 9**. La radicalisation violente replacée dans la question plus générale de l'intégration des immigrés relève de l'axe 2 du **défi 8**.

## Introduction

La maîtrise de la **sécurité physique** et de la **cybersécurité** de nos sociétés complexes et interconnectées, dans le respect des libertés publiques et individuelles, représente un **enjeu sociétal et économique** majeur. Dans un contexte de compétition économique, d'évolution des risques et menaces, et face à la dépendance croissante de notre société vis-à-vis des nouvelles technologies, la recherche en sécurité est déterminante pour répondre aux besoins des citoyens et utilisateurs, et pour maintenir la compétitivité française.

L'objectif du défi est de contribuer à apporter des **solutions de sécurité nouvelles**, en complémentarité avec le programme européen Horizon 2020 et en cohérence avec la structuration de la filière industrielle française de la sécurité et avec les priorités nationales<sup>27</sup> et européennes.

Les recherches peuvent être liées à des **risques et menaces de toutes natures** (naturels, provoqués ; physiques, numériques) : catastrophes naturelles, accidents technologiques, malveillance, terrorisme, criminalité. Les solutions doivent contribuer à améliorer une ou plusieurs des étapes d'un événement portant atteinte à la sécurité : renseignement, surveillance, analyse, anticipation et prévention des risques et menaces ; détection précoce, alerte et **gestion de crise** (intervention et rétablissement) ; **résilience** et enquêtes judiciaires post-événement.

L'efficacité de tout système de sécurité est conditionnée par **l'interaction entre ses composantes technologique, organisationnelle et humaine**. **L'interdisciplinarité** est donc une clé de succès (Sciences Humaines et Sociales, Sciences Physiques, de la vie, de l'ingénieur, Chimie, Mathématiques, Informatique, logistique et aspects organisationnels), et ce défi vise à **féderer la communauté** de recherche et innovation autour de toutes les thématiques liées à la **sécurité globale**<sup>28</sup>. Ainsi, une participation accrue est attendue de la part des acteurs de la **recherche fondamentale**, de la recherche en **cybersécurité**, en **SHS** (sciences politiques, droit, sociologie, ethnologie, anthropologie, gestion, économie, psychologie, ergonomie...), et des acteurs de **l'évaluation, la prévention et la gestion du risque**.

Ce défi accorde une importance particulière au **respect de l'éthique, la liberté et la vie privée** et à la promotion de ces valeurs, qui doivent être prises en compte dans l'ensemble des axes du défi.

Les recherches doivent de préférence associer des **partenaires industriels et académiques**, et les **utilisateurs finaux** (publics ou privés ; prescripteurs ou opérateurs ; dont les acteurs du domaine assurantiel). Cependant, tous les instruments de financement peuvent être proposés. Pour tous les axes, les projets peuvent relever de la recherche fondamentale ou de recherches de maturité plus élevée (TRL 1 jusqu'à 5-6<sup>29</sup>).

Le défi est structuré en six axes :

- Sécurité des citoyens, lutte contre le crime et le terrorisme
- Protection des infrastructures d'importance vitale et des réseaux
- Risques, gestion de crise quelle que soit son origine et résilience
- Surveillance des espaces maritimes, terrestres et aériens

<sup>27</sup> Cf. Atelier « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents » de la Stratégie Nationale de Recherche (2014) et Livre Blanc Pour la Défense et la Sécurité Nationale, 29 avril 2013.

<sup>28</sup> Cette notion regroupe à la fois les concepts de sécurité et de sûreté.

<sup>29</sup> Echelle « Technology Readiness Level » de maturité technologique allant de 1 à 9

- Cybersécurité de la société et lutte contre la cybercriminalité
- Sécurité, liberté, respect de la vie privée et des droits individuels

## Axe 1 : Sécurité des citoyens, lutte contre le crime et le terrorisme

Cet axe recouvre la lutte contre le **terrorisme** (dont **NRBC-E**<sup>30</sup>) et la grande **criminalité**, les problématiques liées à la « petite » criminalité et à la **délinquance**, mais également la collecte et l'admissibilité de la **preuve** lors d'**enquêtes** (police scientifique et technique), le **secours** aux personnes, la protection de **primo-intervenants** et la gestion de l'identité. Dans le cadre de cet axe, il est nécessaire d'identifier et de prévenir les **risques** et **menaces** au plus tôt (y compris par de nouvelles techniques de filtrage et d'analyse de données massives ou **big data**), mais aussi de gérer leurs conséquences et permettre d'identifier et poursuivre les auteurs. Cet axe prend également en compte des thèmes tels que l'amélioration de la **sécurité des populations** en zones urbaines et la **radicalisation violente** des individus ou groupes d'individus. Dans le cadre de cet axe, une importance particulière doit être accordée au respect des **normes** sur la protection des **droits fondamentaux**.

➤ *Les projets liés principalement aux enjeux de liberté et de respect de la vie privée liés à la sécurité doivent être déposés dans le cadre de l'axe 6 de ce défi. Les projets liés principalement à la cybersécurité des citoyens doivent être déposés dans le cadre de l'axe 5 de ce défi.*

## Axe 2 : Protection des infrastructures d'importance vitale et des réseaux

Cet axe s'intéresse à la recherche de solutions innovantes pour améliorer la **protection des infrastructures critiques et des réseaux** (et des **services** associés), notamment liés à l'**énergie**, à l'approvisionnement en **eau**, aux **transports**, aux **télécommunications**, et aux **interdépendances** entre ces infrastructures et avec d'autres infrastructures, notamment pour améliorer la prévention et la gestion des **sinistres en cascade** (effet domino). Cet axe concerne également les recherches sur les installations sensibles et les **risques combinés** naturels et technologiques (natech).

Les projets de recherche peuvent concerner la caractérisation et l'**évaluation des effets** des scénarii de risques ou de menaces et la **protection physique et digitale** des infrastructures contre **tout type de risque ou de menace** : détection d'individus mal intentionnés, **protection périmétrique** ; protection contre les **menaces NRBC-E** (compréhension, évaluation, détection à distance, identification, protection physique et organisationnelle, décontamination) ; développement de méthodologies de **conception d'infrastructures sécurisées**, résistant à des agressions de tout type, reposant sur l'utilisation de **modèles physiques** prédictifs (modèles de **simulation des effets**, de **résistance** des structures, pannes, de **défaillance**, de sabotage, **d'attaques** exogènes ou endogènes) et concourant à généraliser une démarche systématique de « **Security by Design** »<sup>31</sup> ; **cybersécurité** (notamment dès la conception) des infrastructures et réseaux critiques connectés/intelligents, notamment par la maîtrise sécuritaire des systèmes d'information industriels de type **SCADA**. Ces différentes approches peuvent faire appel à des technologies telles que des **matériaux innovants** (par exemple autodécontaminants), des **capteurs** (notamment, mais pas uniquement pour la vidéoprotection) intégrés, intelligents et respectueux des **libertés**, et des moyens de **modélisation**, mais aussi de **supervision** et de **contrôle** (physique et numérique), et des systèmes d'intégration de type **superviseurs**.

<sup>30</sup> Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique et Explosif

<sup>31</sup> Prise en compte de la sécurité dès la conception



Cet axe concerne également la protection des **zones à régime restrictif**, en particulier pour la sûreté aéroportuaire (outils permettant d'améliorer le suivi et la traçabilité des mouvements des personnels au sein des différentes zones, dans le respect de la vie privée).

---

### Axe 3 : Risques, gestion de crise quelle que soit son origine et résilience

---

Cet axe s'intéresse à la **gestion d'une crise**, quelle que soit son origine (**négligence** ou **malveillance**, événement d'origine **naturelle** ou **accidentelle**, conséquences sécuritaires de la crise économique), donnant lieu à une **catastrophe**, ou une suite de catastrophes. La gestion de crise concerne ici les phases temporelles de :

- **l'analyse, l'anticipation, l'évaluation et la prévention des risques** et menaces, avec une implication forte des SHS: favoriser des **approches globales** de l'analyse et **gestion des risques** et **vulnérabilités**, intégrant les dimensions technologique, organisationnelle et humaine ; analyse des **comportements** face au risque ; processus **sociaux** et **cognitifs** subjectifs et **décisionnels**; association **d'analyses assurantielles** et probabilistiques aux approches technologiques, pour développer de nouveaux modèles de **gouvernance** et « **business model** » favorisant une meilleure **prévention**; estimation des **préjudices** physiques et économiques ; **règles et normes** de prévention ; prise en compte des notions de **coût-bénéfice** et de **coûts évités** pour guider en amont les choix de solutions de sécurité et de gestion de crise ; couplage des démarches de **sûreté** aux démarches de gestion des risques ;
- **la détection précoce et la gestion de crise** par une approche intégrée :
  - **modélisation** et **simulation** des **phénomènes critiques** ; acquisition, traitement et gestion en **temps réel** de **données hybrides** et multi-sources (**big data, crowd sourcing**) ; modélisation pour la gestion des **secours** et des **évacuations** en cas de crise ; intelligence de **l'intervention** et de la **décision** dans les phases critiques (**aide à la décision** multicritère, interaction homme/machine...) ; gestion interactives de la **prévention** et des **alertes** (au niveau de l'individu et de la population) ;
  - **moyens, outils** et **logistique** associée pour **l'intervention** des forces de secours : **évacuation, triage** de victimes, **traitements** médicaux, **supplétifs** des forces (robots, drones), **télécommunications...** ;
- **la résilience** : méthodologies d'analyse de la **vulnérabilité** et de la résilience des **systèmes complexes** (théorie des réseaux, décentralisation, coordination) ; approches et outils **d'aide à la conception** de dispositifs résilients (tolérance aux défauts, aux dégradations,...) ; résilience et sécurité des **grandes métropoles urbaines** (en lien fort avec la thématique des **villes intelligentes** ou « smart cities ») ; méthodologies pour l'analyse ex post (**retours d'expérience**).

---

### Axe 4 : Surveillance des espaces maritimes, terrestres et aériens

---

Cet axe concerne la **surveillance des espaces** maritimes, terrestres et aériens, ainsi que la gestion de la **sécurité des flux** humains, matériels (**chaîne logistique**) et immatériels et des **interconnexions** entre ces différents espaces. Des thèmes tels que la lutte contre tous les types de **trafics**, la **piraterie** et autres **activités illégales** peuvent être traités dans le cadre de cet axe. Les recherches peuvent couvrir des **problématiques technologiques** (capteurs, corrélation d'événements, moyens d'intervention...) et/ou relevant des **Sciences Humaines et Sociales** (droit, sciences politiques...). Une attention particulière sera portée aux évolutions Européennes.

---

### Axe 5 : Cybersécurité de la société et lutte contre la cybercriminalité

---

La **dématérialisation** de plus en plus poussée de nos activités a fait émerger de nouveaux risques et menaces (liées à la **dépendance** aux technologies numériques) qui ne font que croître dans nos



sociétés désormais très **interconnectées**. Ainsi, la montée en puissance des **infractions** et **attaques** contre les **systèmes d'information et de communication**, ou utilisant ceux-ci pour créer ou 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 les **citoyens**. La recherche de **solutions de sécurité** adaptées au **cyberespace** est donc indispensable.

Les recherches doivent permettre **d'évaluer** les **menaces cybercriminelles** et d'analyser leurs **impacts** (macro-économiques, matériels...). Elles doivent également traiter des méthodes, moyens et outils permettant de **lutter** contre les activités cybercriminelles et de couvrir les besoins en SSI (**sécurité des systèmes d'information**) assurant la protection des institutions, des infrastructures, des réseaux du **patrimoine matériel et immatériel** et des citoyens.

Dans le domaine de la **SSI**, les projets peuvent notamment concerner :

- la conception, la validation et la vérification de **composants sécurisés** et leur protection contre les attaques par **canaux auxiliaires** ;
- la **sécurisation des applications**, notamment pour la manipulation d'informations sensibles (**confidentialité, vie privée**) et pour lutter contre la **rétro ingénierie** ;
- la **stéganographie**, la **cryptographie** et la **cryptanalyse** ;
- la sécurité des systèmes **d'authentification (biométrie et documents multimédia)** ;
- la protection contre la fraude et la **falsification** de fichiers numériques (documents dématérialisés, protocoles de vote électronique) ;
- la **détection d'intrusion** et la mise en place de systèmes de **cybersurveillance** globale et **d'alerte** et la **résistance aux attaques** contre les systèmes d'information et de communication et/ou les **systèmes embarqués**, via la conception et la certification de systèmes faisant la preuve de leur **résistance aux cyberattaques** (logique, **preuve formelle**).

Dans le domaine de la **lutte contre la cybercriminalité**, les projets peuvent notamment concerner :

- la détection des **signaux faibles** dans un flux de données massives (**Big Data**), **l'analyse comportementale**, le **traitement des contenus** (parole, vidéo-surveillance, web), tout en protégeant la **vie privée** lors de la collecte d'informations (anonymisation des informations recueillies, protection contre la corrélation)
- les nouveaux outils et méthodes d'investigation (« **forensic** »), la détection des menaces et risques ;
- la **virologie** et la lutte contre les **malware**.

Enfin, parce qu'une part importante de la SSI dépend de ses utilisateurs, les projets pourront concerner des actions visant à leur **sensibilisation**, et à la **formation** des acteurs de la cybersécurité.

---

## Axe 6 : Sécurité, liberté, respect de la vie privée et des droits individuels

---

Certains aspects de la **protection des citoyens** vont de pair avec de nouvelles formes d'intrusion dans la **vie privée**. Pour y remédier, il est nécessaire de mettre en place une nouvelle génération de **recherches hybrides**, combinant les savoirs technologiques et les **savoirs sociaux** (sociologiques, juridiques, politiques, policiers ...). De plus la **liberté** suppose la capacité de **décider**, et donc **l'information**, voire la **formation**, des citoyens et la **protection des personnes** en situation de vulnérabilité.

Cet axe vise à **concilier protection des libertés et de la sécurité des citoyens**, notamment via la **traduction technologique** (en règles de conception) de concepts comme le « **Privacy by design** »<sup>32</sup> dans l'ensemble de ses dimensions (juridiques, socio-anthropologiques et éthiques) et en tenant compte des fortes différences entre l'approche française et l'approche anglo-américaine. Il est nécessaire en particulier de **développer des recherches** dans ce domaine en introduisant cette notion en parallèle des développements de nouvelles technologies, afin que celles-ci prennent en compte dans le processus de recherche les contraintes **d'acceptabilité sociétale** et les changements prévus par la réforme de la réglementation européenne sur la **protection des données personnelles**. La question du Privacy by Design appliquée au **cyberespace** est dimensionnante (**e-confiance, identités numériques, droits** applicables dans le cyberespace, incluant les **réseaux sociaux**, les compteurs intelligents ou « **smart grid** »...), mais ne résume pas le champ à couvrir (problématique de **surveillance vidéo, géolocalisation**, gestion et **interconnexion des fichiers**...). Cet axe concerne également le développement de technologies dédiées à la **protection des données personnelles** (Privacy Enhancing technologies) : techniques **d'anonymisation des bases de données**<sup>33</sup>, minimisation des données, data tracking...

---

### « Challenges » en lien avec le défi :

---

L'instrument de financement « Challenges » est décrit au §E.1.

Un challenge sera initié dans le cadre de ce défi. Il fera l'objet de procédures d'appels spécifiques. Il est recommandé de consulter l'agenda des appels sur le site de l'ANR.

**Challenge DEFALS** (DEtection de FALSifications dans des images et vidéos) :

En interface entre les **défis 7 et 9**, ce challenge sera ouvert sous réserve d'accord avec le partenaire DGA (et potentiellement d'autres cofinanceurs). L'objet de ce challenge est de faire progresser la recherche en analyse d'images et de vidéos à des fins de vérification d'intégrité (détection aveugle de modification dans des images et des vidéos réelles), et de susciter des rapprochements entre les communautés de l'image et de l'optique, les utilisateurs finaux et les industriels.

<sup>32</sup> Prise en compte du respect de la vie privée dès la conception

<sup>33</sup> Cf. G29 (groupe des autorités européennes de protection des données ; avril 2014) : [http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf)

## D-10) DÉFI « DE TOUS LES SAVOIRS » (DEFSAV)

---

### INSTRUMENTS APPLICABLES DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE :

Les déposants souhaitant soumettre une pré-proposition dans l'AAP générique 2015 devront choisir l'un des instruments suivants (décrits en détail au §B)

PRC PRCE PRCI JCJC

### COLLABORATIONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES :

Ce défi s'inscrit dans une dynamique de construction européenne et internationale de la recherche. Les indications suivantes sont destinées à informer les équipes françaises des accords conclus (ou en cours d'être conclus) entre l'ANR et ses homologues étrangères pour faciliter la construction de projets et de consortiums internationaux.

**La liste des partenariats faisant l'objet d'un accord bilatéral dans le cadre de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 1 \(§F\)](#) ; on citera notamment pour ce défi :**

- Allemagne ; Autriche ; Suisse ;
- Taïwan ; Hong Kong ; Singapour ; Chine ; Inde ; Turquie ;
- Brésil ; Canada.

**La liste complète des appels européens et internationaux complémentaires des défis de l'appel à projets générique figure dans le [tableau 2 \(§F\)](#) ; pour ce défi, il s'agit de :**

- AAP franco-allemand en SHS ANR-DFG

=> Ces listes sont données à titre indicatif, et sont susceptibles d'évoluer. Les déposants qui souhaiteraient mener leurs projets à une échelle européenne ou internationale sont invités à consulter régulièrement le site de l'ANR pour en savoir plus sur ces partenariats et ces appels : <http://www.agence-nationale-recherche.fr>.

---

## Introduction

Le défi « de tous les savoirs » (DefSav) est l'action essentielle de la composante « Aux frontières de la recherche » du plan d'action 2015 et il s'inscrit dans la continuité de celui du plan d'action 2014. Cette continuité relève de la volonté de maintenir, pour toutes les communautés scientifiques, les possibilités de financement de projets qui n'entrent pas visiblement dans les périmètres des défis sociétaux et de compléter, ainsi, sous un autre angle, les dispositifs dédiés aux neufs défis sociétaux, eux-mêmes ouverts à des recherches fondamentales dans leur périmètre thématique clairement identifié.

Par ailleurs, la composante « Aux frontières de la recherche » du plan d'action 2015 inclut le programme « OH Risque ». Celui-ci a pour objectif de stimuler la créativité scientifique sur des sujets de recherche à haut potentiel scientifique, pour lesquels le risque réside, notamment dans l'absence d'antériorité dans la littérature existante (voir la description du programme au paragraphe E-2).

---

## Un défi spécifique centré sur la recherche aux limites de la connaissance

---

Le défi « de tous les savoirs » offre des possibilités de stimulation de recherches prospectives ou exploratoires, à même de repousser les limites de la connaissance. De telles recherches sont particulièrement précieuses, car c'est en référence à ces limites que nos sociétés construisent leurs capacités à évoluer et à se projeter dans l'avenir. Ce besoin de connaissance, qu'il se déploie dans la compréhension du monde qui nous entoure et des lois qui le régissent ou dans le développement d'abstractions, a donc un impact majeur sur les décisions de demain, parfois bien au-delà de la quête initiale.

Dans ce contexte, le défi « de tous les savoirs » a pour vocation de soutenir le développement d'avancées scientifiques (dans la suite ou non d'écoles de pensées), qui reposent sur la curiosité, la créativité, l'observation et, à certains égards, sur la prise de risque. L'enjeu de connaissance au cœur des projets devrait, de plus, être un élément moteur de découvertes, dont les implications ne sont pas nécessairement prévisibles, mais qui sont indispensables pour anticiper les mutations et relever les problématiques sociétales du futur.

Il a également pour vocation de promouvoir les avancées sur les grands enjeux de la connaissance qui structureront et orienteront la recherche sur le long terme, en ce que celle-ci 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.

Il peut être le lieu de développement de démarches intégrantes. Il peut s'agir alors notamment de créer des outils et/ou des méthodes génériques, d'intégrer différents apports, en particulier dans une perception transdisciplinaire de la recherche. Ces démarches à potentiel large mais dont l'impact ne pourra être perçu qu'ultérieurement, méritent d'être soutenues dans leur dynamique interne propre, peu visible sous l'angle des problématiques sociétales actuelles.

L'excellence scientifique des propositions est un critère déterminant, l'objectif étant, rappelons-le, de dépasser les limites des interrogations posées dans le cadre général d'un défi sociétal ou d'un champ d'investigation particulier au sein de ce défi.

En fin de compte, l'apport du défi « de tous les savoirs » est de générer la force majeure nécessaire à l'émergence de nouvelles idées scientifiques et technologiques, à même de constituer un capital précieux pour l'avenir.

---

## Des domaines privilégiés de recherche et des instruments appropriés

---

À 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, de certaines disciplines des humanités et des sciences sociales, de 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.

Les instruments de financement disponibles pour le défi « de tous les savoirs » sont les mêmes que pour les défis sociétaux.

Les propositions de projets pourront relever de tous types d'approche, de la théorie à l'instrumentation.

L'action est traitée dans le cadre de l'appel générique. Le processus de sélection sera analogue et concomitant à celui des défis sociétaux. La sélection des pré-propositions se fera notamment sur la base d'un critère de mesure de l'adéquation aux objectifs du défi « de tous les savoirs » et de la non adéquation aux objectifs d'un ou plusieurs 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 défis sociétaux, afin de bien justifier le positionnement de leurs travaux en dehors des axes et des champs sous-jacents à ces défis sociétaux.

## E. Autres appels et programmes du plan d'action 2015

---

Le plan d'action 2015 propose différents **instruments de financement**, ayant chacun des effets attendus spécifiques et des caractéristiques distinctes en termes de sélection et de suivi. Cette partie est consacrée à la présentation des instruments de financement utilisables hors de l'appel à projets générique. Ils correspondent à des programmes ou des appels spécifiques dont les calendriers doivent être consultés sur le site de l'ANR.

### Composante « Grands défis sociétaux »

#### E-1) CHALLENGES

---

Dans le cadre des défis sociétaux, certains sujets très focalisés sur des objectifs précis à atteindre justifient la mise en compétition d'équipes développant des approches concurrentes. Les « challenges » visent à sélectionner et financer plusieurs équipes qui devront confronter leurs approches respectives au cours d'une série d'épreuves. Plusieurs « challenges » seront initiés en 2015. Chaque « challenge » fera l'objet d'un appel spécifique définissant ses objectifs et le type d'épreuves envisagées. Le lancement d'un « challenge » pourra être précédé par un atelier préparatoire pour préciser le périmètre et l'organisation de la compétition. La coordination de cet atelier fera elle-même l'objet d'un appel à projets spécifique. Il est recommandé de consulter l'agenda 2015 sur le site web de l'ANR.

A la date de publication du plan d'action 2015, trois « challenges » sont prévus (décrits en détail dans les défis sociétaux concernés) :

- **Challenge VIVIANES** (Véhicules Intelligents en Ville - Autonomie de Navigation Et Sécurité) : à l'interface entre les défis 6 et 7 (voir §D-6 ou §D-7)
- **Challenge DEFALS** (DEtection de FALSifications dans des images et vidéos) : à l'interface entre les défis 7 et 9 (voir §D-7 ou §D-9)
- **Challenge RoMI** (Robotique et Machines Intelligentes) : à l'interface entre les défis 3 et 7 (voir §D-3 ou §D-7)

### Composante « Aux frontières de la recherche »

#### E-2) OH RISQUE

---

##### Objectifs :

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 2015 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. 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.

#### **Soumission, évaluation, sélection :**

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 également de retombées économiques potentielles.

Le programme prendra la forme d'un concours avec des critères et des modalités très spécifiques ayant pour objectif de sélectionner un petit nombre de propositions. Les modalités et calendriers seront consultables sur le site web de l'agence.

### **Composante « Impact économique de la recherche et compétitivité »**

L'ANR a notamment pour mission de favoriser le transfert des résultats de la recherche publique vers le monde économique. En complément des projets collaboratifs en relation avec l'entreprise (voir « Projets de recherche collaborative - Entreprises » au § B-1-2) qui constituent l'instrument principal de l'appel générique dans la relation avec le monde socio-économique, 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
- Chaires industrielles
- Institut Carnot

### **E-3) LABCOM**

---

#### **Objectifs :**

Le programme de soutien à la création de laboratoires communs (LabCom) entre organismes de recherche publics et Petites et moyennes entreprises (PME) ou Entreprises de taille intermédiaire (ETI) 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.

**Soumission, évaluation, sélection :**

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.

**Modalités de financement :**

Ce programme fait l'objet d'un appel spécifique au fil de l'eau. Il est recommandé de consulter la page dédiée<sup>34</sup> sur le site de l'ANR.

## E-4) CHAIRES INDUSTRIELLES

---

**Objectifs :**

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 publics 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).

**Soumission, évaluation, sélection :**

Le processus de sélection porte sur un seul document de soumission, présenté par l'établissement d'accueil, en étroite concertation avec les entreprises (elles doivent s'engager par lettre au moment de la soumission du programme), avec le curriculum vitae du candidat pressenti en tant que titulaire de la chaire industrielle.

---

<sup>34</sup> <http://www.agence-nationale-recherche.fr/financer-votre-projet/impact-de-la-recherche-et-competitivite/laboratoires-communs/>

L'évaluation lors du processus de sélection portera sur les critères suivants : excellence du candidat, niveau stratégique du programme de recherche, adéquation du budget et des compétences avec les objectifs, qualité de la gouvernance, moyens consacrés à la formation par la recherche, modalités mises en place pour faire émerger des projets en rupture, modalités de gestion et d'exploitation de la PI, conditions d'accueil du titulaire et modalités de pérennisation de la chaire industrielle.

Un financement sera accordé pour une période maximale de 48 mois, la contribution de l'ANR étant apportée à concurrence de celle des entreprises (capital) et versée à l'établissement d'accueil.

**Modalités de financement :**

Cette action fait l'objet d'un appel spécifique. Les chercheurs sont invités à consulter l'agenda des appels à projets 2015 sur le site de l'ANR

## E-5) INSTITUT CARNOT

---

Depuis 2006, le label Carnot a été décerné par le ministère en charge 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.

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 contexte, l'un sur des actions spécifiques vers les petites et moyennes entreprises (PME), et l'autre sur des actions spécifiques à l'international.

Un nouvel appel va être ouvert pour permettre une structuration de l'offre en réponse à la demande des filières économiques en particulier en direction des petites et moyennes entreprises ou industries (PME/PMI) ou des entreprises de taille intermédiaire (ETI).

## E-6) ASTRID ET ASTRID MATURATION

---

Les programmes Astrid (Accompagnement spécifique des travaux de recherches et d'innovation défense) et Astrid Maturation, entièrement financés par la Direction générale de l'armement (DGA), font l'objet d'appels à projets spécifiques gérés par l'ANR. Il est recommandé de consulter l'agenda de ces appels à projets spécifiques sur le site web de l'ANR.

- Le programme Astrid vise à stimuler l'ouverture de voies nouvelles de recherches sur des thèmes d'intérêt duaux. Il s'agit d'explorer des points durs scientifiques ou techniques et

de favoriser les ruptures technologiques potentielles bénéfiques pour la défense, la recherche civile et l'industrie.

- Le programme Astrid-Maturation est quant à lui destiné à accompagner la valorisation des travaux scientifiques accomplis dans d'autres dispositifs de soutien à la recherche duale notamment le programme Astrid.

La dimension transversale des programmes Astrid se caractérise par un champ scientifique large couvrant l'ensemble des domaines clés de la recherche duale.

### Composante « Construction de l'Espace européen de la recherche (EER) et attractivité internationale »

En complément des projets de recherche collaborative internationaux (« PRCI » voir § B-1-3) qui constituent l'instrument principal de collaboration bilatérale de l'appel à projets générique de l'ANR, d'autres types d'actions européennes et internationales sont prévus dans le cadre de la composante « Construction de l'Espace européen de la recherche et attractivité internationale » du plan d'action 2015 :

- Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux (**MRSEI**)
- Accueil de chercheurs de haut niveau (**@RAction**)
- Appels à projets européens et internationaux spécifiques (**ERA-NET**, **JPI**, appels bi- ou multilatéraux) (décrits au §F)

## E-7) MONTAGE DE RÉSEAUX SCIENTIFIQUES EUROPÉENS OU INTERNATIONAUX (MRSEI)

---

### Objectifs :

Le programme dédié au « montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux » (**MRSEI**) vise à faciliter l'accès des chercheurs français aux programmes de financement européens (Horizon 2020 notamment) et internationaux. Les propositions soumises devront par conséquent préfigurer une soumission à des appels européens ou internationaux.

Une réponse dans le cadre de l'instrument **MRSEI** 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 un renforcement du leadership scientifique français, qui s'exprimera notamment en termes de coordination d'une proposition soumise à un appel à projets européen ou international de grande ampleur.

**Modalités de candidature :**

Le programme « Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux » fera l'objet de deux à trois appels spécifiques par an. Il est recommandé de consulter la page dédiée sur le site de l'ANR.

**Evaluation, sélection, financement :**

Pour le programme **MRSEI**, l'ANR a pris des dispositions permettant une grande rapidité dans la prise de décision et la mise en place des financements : i) dossier de soumission simplifié ; ii) laboratoire de recherche public porteur du projet seul bénéficiaire de l'aide pour le compte du consortium complet, iii) sélection par les pairs réalisée par un seul comité *ad hoc*, sans recours obligatoire à des expertises extérieures.

Les caractéristiques de cet instrument de financement sont les suivantes :

Fourchette d'aide ANR : 30 k€ (environ); Consortium : partenaire(s) français et partenaires européens ou internationaux ; Financement : un seul partenaire (français) financé; Catégorie de recherche : études de faisabilité technique; Durée : 6 à 12 mois.

## **E-8) ACCUEIL DE CHERCHEURS DE HAUT NIVEAU (@RACTION)**

---

L'instrument « Accueil de chercheurs de haut niveau » (**@RACTION**), qui fait l'objet d'un appel à projets spécifique, vise à renforcer l'attractivité internationale du système de recherche français. La capacité à accueillir durablement dans les laboratoires nationaux 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 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-doctorat à l'étranger) que des chercheurs confirmés 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.

Ces chercheurs, coordinateurs du projet, peuvent être étrangers ou français. Ils doivent avoir une période d'activité scientifique hors de France significative en fonction du profil. À titre indicatif, les candidats souhaitant venir en France après un post-doctorat 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. Ils devront être en position de s'installer rapidement en France après la mise en place du financement par l'ANR.

Les caractéristiques de cet instrument de financement sont les suivantes :

Fourchette d'aide ANR indicative : 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.

## F. Collaborations européennes et internationales dans le plan d'action 2015

---

L'ANR travaille en collaboration avec des agences de financement de la recherche d'autres pays et signe des accords facilitant les collaborations entre les équipes des différents pays, chaque agence finançant alors ses équipes nationales.

Les accords peuvent porter sur des thématiques ciblées ou être ouverts à l'ensemble des thèmes de recherche financés par l'ANR. Ces accords sont mis en œuvre dans le cadre de l'appel à projets générique ou via le lancement d'appels à projets européens ou internationaux spécifiques.

Un comité d'orientation spécifiquement dédié à la composante « Construction de l'Espace européen de la recherche (EER) et attractivité internationale de la France » est mis en place depuis fin 2013 à l'ANR. Ce comité conseille l'Agence sur la mise en œuvre d'une stratégie cohérente de partenariat international dans son champ d'intervention et propose des pistes d'orientations futures sur les modalités d'intervention de l'ANR.

Les principales collaborations bilatérales prévues en 2015 dans le cadre de l'appel à projets générique, ainsi que l'articulation du plan d'action 2015 avec les appels à projets européens et internationaux spécifiques sont résumés dans les paragraphes ci-dessous. Cette articulation entre programmes nationaux et programmes européens et internationaux se fait selon un plan pluriannuel de priorisation des activités.

Attention, ces listes de partenariats et d'appels à projets sont prévisionnelles et peuvent être sujettes à modification. Il est recommandé de consulter la page web de l'appel à projets générique et l'agenda des appels à projets spécifiques mis à jour régulièrement sur le site de l'ANR.

### F-1) PARTENARIATS BILATÉRAUX DANS LE CADRE DE L'AAP GÉNÉRIQUE

---

L'ANR a noué des partenariats bilatéraux avec des agences homologues européennes (en Allemagne, Autriche, Suisse etc...) ou internationales (au Canada, Brésil, Chine, Singapour, Taiwan, Hong-Kong, Inde, Turquie etc...). Les objectifs sont :

- 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 des thèmes d'intérêt mutuel et aux bénéfices partagés,
- de faire émerger des équipes transnationales d'excellence en permettant de conduire et partager la recherche au meilleur niveau mondial.

Pour les partenariats ciblés sur des thématiques particulières, l'ANR et ses partenaires visent à reconduire la thématique sur deux à trois années afin de renforcer les collaborations et de favoriser l'émergence de projets de qualité.

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 en phase d'évaluation. Pour 2015, ce type de projets doit être soumis à l'appel à projets générique de l'ANR en utilisant l'instrument **PRCI** (voir description au § B-1-3). Il est impératif de consulter les annexes par pays décrivant les modalités et les champs thématiques ou disciplinaires concernés par ces partenariats bilatéraux.

Une modalité dite de « *Lead Agency* » est mise en place avec certaines agences. Ce type d'accord est basé sur la transparence et la confiance mutuelle entre agences et son utilisation est l'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 2015, l'ANR prendra en charge le dépôt et l'évaluation des dossiers pour le compte des agences allemande (DFG), suisse (FNS), autrichienne (FWF), brésilienne (FAPESP). Lors de la soumission, les déposants devront sélectionner l'instrument « PRCI » de l'appel à projets générique. Il est impératif de consulter les annexes par pays décrivant les modalités de soumission concernés par ces partenariats bilatéraux.

[Voir tableau 1](#) : Collaborations bilatérales dans le cadre de l'appel à projets générique 2015

## **F-2) APPELS À PROJETS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX SPÉCIFIQUES**

---

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**, **COFUND** ou **initiatives de programmation conjointe (JPI)**. Ces actions sont complémentaires à celles menées dans le cadre du programme-cadre européen Horizon 2020. Dans cette perspective, l'accent est mis sur un raisonnement pluriannuel de priorisation des activités européennes et d'articulation des outils nationaux et européens. La logique de complémentarité de ces actions est pensée secteur par secteur et dans la durée. Les ERA-NET, les COFUND et les JPI font l'objet d'appels à projets spécifiques, il est conseillé de consulter l'agenda de ces appels sur le site de l'ANR.

De même, plusieurs contacts internationaux avec les principales agences de financement étrangères ont été noués, 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, il est conseillé de consulter l'agenda de ces appels sur le site de l'ANR.

[Voir tableau 2](#) : Appels à projets européens et internationaux spécifiques hors appel à projets générique 2015

**Tableau 1: Collaborations bilatérales dans le cadre de l'AAP générique 2015**

Pays (agences)	Thèmes de collaboration proposés par l'ANR en 2015 à confirmer après accord de l'agence étrangère	Défis concernés
<b>Brésil</b> (FAPESP; FACEPE)	Neurosciences, CVD et métabolisme Recherche marine Sciences humaines et sociales	Défis 1, 4, 5, 8, Défi "de tous les savoirs"
<b>Canada</b> (NSERC)	SPG Programme Tous champs disciplinaires hors SHS et Biologie Santé	Défis 2, 3, 5, 6, 7, Défi "de tous les savoirs"
<b>Inde</b> (DST)	Neurosciences Sciences de l'ingénieur (sous domaines : sciences des matériaux, chimie, systèmes de transport intelligents, énergie)	Défis 2, 3, 4, 6, 7, Défi "de tous les savoirs"
<b>Turquie</b> (TUBITAK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Géosciences marines</li> <li>• Risques sismiques</li> <li>• Fonctionnement des écosystèmes marins</li> <li>• Sciences humaines et sociales</li> </ul>	Défis 1, 5, 8, Défi "de tous les savoirs"
<b>Chine</b> (NSFC)	Sécurité de l'eau, gestion de l'eau des bassins versants, remédiation	Défis 1, 4, 7, Défi "de tous les savoirs"
<b>Singapour</b> (NRF)	Matériaux, nanotechnologies, nanosystèmes	Défis 2, 3, 7, Défi "de tous les savoirs"
<b>Taiwan</b> (NSC)	Tous les champs disciplinaires financés par l'ANR et l'agence taïwanaise	Défis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Défi "de tous les savoirs"
<b>Hong Kong</b> (RGC)	Tous les champs disciplinaires financés par l'ANR et l'agence hong-kongaise	Défis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Défi "de tous les savoirs"
<b>Europe</b>		
<b>Allemagne</b> (DFG)	Tous les champs disciplinaires financés par l'ANR et l'agence allemande	Tous les défis
<b>Autriche</b> (FWF)	Tous les champs disciplinaires financés par l'ANR et l'agence autrichienne	Tous les défis
<b>Suisse</b> (SNF)	Tous les champs disciplinaires par l'ANR et l'agence suisse	Tous les défis



**Tableau 2 : Appels à projets européens et internationaux spécifiques hors appel à projets générique 2015**

<b>Appels spécifiques</b>	<b>Défis concernés</b>	<b>Agenda</b>
Belmont Forum actions collaboratives de recherche : Observation de l'Arctique et recherche sur la durabilité	Défi 1	Cloture le 31/07/14
Belmont Forum actions collaboratives de recherche : Scénarios de biodiversité et des services écosystémiques: Phase 1	Défi 1	Clos
JPI OCEANS: Contamination du réseau trophique par les microplastiques	Défi 1	sous réserve
JPI CLIMATE + Belmont Forum : Prévisibilité climatique	Défi 1	sous réserve
AAP France- Japon/ ANR-JST: Des technologies moléculaires aux matériaux fonctionnalisés	Défi 2, Défi 3, Défi 4, Défi 7	sous réserve
ERANET MED: Energie renouvelable et gestion de l'eau dans les pays méditerranéens	Défi 2, Défi 5	sous réserve
AAP France - Etats Unis/ ANR-NSF: programme PIRE: Energie, Advanced manufacturing, Sciences sociales	Défi2, Défi 3, Défi 8	sous réserve
ERANET M-ERA.NET: Modélisation et Ingénierie des Matériaux	Défi 3	Cloture le 16/09/14
ERANET ERASynBio: Biologie de synthèse	Défi 4	Clos
JPI HDHL "Healthy Diet Healthy Life, une alimentation saine pour une vie saine	Défi 4, Défi 5	sous réserve
AAP France - Etats Unis/ ANR-NSF-NIH: Neurosciences computationnelles (programme CRCNS)	Défi 4, Defi 7	sous réserve
ERANET Infect-ERA: Maladies infectieuses Humaines	Défi 4	sous réserve
ERANET EuroNanoMed 2 : Nanomédecine	Défi 4	sous réserve
ERANET ANIHW : Santé et bien être animal	Défi 4, Défi 5	sous réserve
AAP France- Allemagne-Canada- Québec / ANR- BMBF-CIHR-FRQS: Epigénomique	Défi 4	sous réserve
ERANET COFUND E-Rare 3: Maladies rares	Défi 4	sous réserve
ERANET COFUND EraCoSysMed: Médecine Systémique	Défi 4	sous réserve
ERANET COFUND en soutien aux appels du JPNP sur les maladies neurodégénératives	Défi 4	sous réserve
ERANET Neuron 2: Neurosciences	Défi 4	sous réserve
JPI AMR: Résistance aux antimicrobiens	Défi 4	sous réserve
ERANET FLAG-ERA (Graphène et Human Brain Project)	Défi 4, Défi 7	sous réserve
ERANET ARIMNET 2: Agriculture, agroalimentaire et gestion des ressources dans les pays méditerranéens	Défi 5	sous réserve
Plant KBBE :Rendement des plantes cultivées et sécurité alimentaire face aux changements climatiques	Défi 5	sous réserve
JPI FACCE ERANET COFUND: Agriculture durable pour la production de biomasse à usage alimentaire ou non	Défi 5	sous réserve
ERANET COFASP: Exploitation durable halieutique	Défi 5	sous réserve
ERANET CHIST-ERA2: Systèmes cyber-physiques fiables et résilients; Compréhension du langage humain	Défi 7	sous réserve
AAP France-Allemagne-Japon / ANR-DFG-JST: SPPEXA - Données massives et calcul intensif à l'échelle Exaflopique	Défi 7	sous réserve
BDEC: Données massives et calcul haute performance sur des problématiques à grandes échelles	Défi 7	sous réserve
AAP France-Allemagne / ANR-DFG: SHS	Défi 8, Défi "de tous les savoirs"	sous réserve
AAP France-Allemagne-Royaume Uni-Pays Bas / ANR-DFG-ESRC-NWO: Open Research Area (Ora) SHS	Défi 8	sous réserve
JPI CHGC ERANET + Heritage Plus: Patrimoine culturel	Défi 8	Clos

JPI: Joint Programming Initiative - Initiative de Programmation Conjointe