



NOTE DES AUTORITES FRANÇAISES

**CADRE STRATEGIQUE COMMUN DE RECHERCHE ET D'INNOVATION
« HORIZON 2020 »**

**CONTRIBUTION FRANÇAISE SUR LES PRIORITES SCIENTIFIQUES ET
TECHNOLOGIQUES**

Septembre 2011

La France a fait connaître en mai 2011 ses propositions pour le futur cadre stratégique commun en faveur de la recherche et de l'innovation, « Horizon 2020 ». Cette contribution portait essentiellement sur l'architecture d'ensemble du programme et ses formes d'intervention.

Les priorités présentées dans cette contribution doivent s'inscrire dans un budget européen dont la progression est compatible avec notre objectif de redressement des finances publiques et permettant une stabilisation de notre contribution au budget de l'Union européenne (UE). Elles doivent s'inscrire dans une politique de compétitivité profondément renouvelée et simplifiée, dont l'enjeu est de « dépenser mieux » avant de « dépenser plus ».

La vision française pour « Horizon 2020 » fait reposer le futur cadre sur quatre grandes finalités :

- Recherche pour le progrès des connaissances
- Réponse aux défis de société
- Recherche, développement et innovation pour la compétitivité industrielle durable
- Renforcement des conditions-cadres pour la recherche, le développement et l'innovation

Le présent document a vocation à compléter le précédent en présentant les propositions françaises sur les priorités et le contenu scientifique et technologique du prochain cadre stratégique commun. Il décline ainsi le contenu des réponses aux défis sociétaux autour desquels doit s'organiser la programmation stratégique et intégrée de l'ensemble des activités de recherche et d'innovation de l'UE.

En outre, cette contribution précise plus particulièrement le contenu des deuxième et troisième piliers de la proposition française. En effet, le premier comme le quatrième pilier reposent sur des logiques qui n'appellent pas de programmation stratégique a priori des objectifs scientifiques. Par nature, les activités regroupées dans le pilier « Recherche pour le progrès des connaissances » obéissent à une démarche ascendante. De même, les actions relevant du « renforcement des conditions-cadre pour la recherche, le développement et l'innovation », qu'il s'agisse des instruments financiers de soutien à la recherche et l'innovation ou du Réseau Entreprise Europe (EEN) sont de nature transversale et s'appliquent potentiellement à l'ensemble des priorités de RDI définies dans le reste du cadre stratégique commun. Seul l'Institut Européen d'Innovation et de Technologie (IET), qui figure dans ce pilier, doit donner lieu à la définition de priorités pour les thèmes des futures Communautés de Connaissance et de l'Innovation, mais celles-ci devront découler du choix des défis de société et leur mise en œuvre devra être conduite en cohérence avec les activités des deuxième et troisième piliers.

S'agissant des défis de société qui doivent inspirer la stratégie mise en œuvre dans le futur cadre, les propositions qui suivent prennent pour point de départ ceux qui ont été annoncés par la Commissaire lors de la réunion informelle des ministres chargés de la Recherche qui s'est tenue à Sopot les 20 et 21 juillet, et autour desquels ont été organisés une série d'ateliers de travail par la Commission européenne en juin et juillet 2011. Les autorités françaises partagent globalement les intitulés des défis présentés à cette occasion à une exception près : la Commission envisage un défi unique « Sociétés inclusives, innovantes et sûres » qui présente l'inconvénient de regrouper quelque peu artificiellement des enjeux assez différents, des problématiques scientifiques hétérogènes et des modes de gestion difficilement compatibles.

A l'inverse, la conception d'un programme de cette envergure impose nécessairement de tracer des « frontières » entre les priorités, au risque de séparer des problématiques de recherche voisines ou complémentaires. L'introduction d'une logique de réponse à des défis de société est une manière de dépasser de tels clivages, en regroupant au sein d'un même défi et en mettant en cohérence la contribution de plusieurs disciplines scientifiques. Pour autant certaines activités relevant d'un défi donné sont également pertinentes pour d'autres. On peut citer par exemple les relations croisées qui existent entre les défis énergétique et climatique, ou encore entre nutrition et santé. Il conviendra donc de mettre en place une gouvernance qui permette de disposer d'une vision transversale des défis et des relations qu'ils entretiennent les uns avec les autres. La définition du contenu des réponses aux défis

sociétaux devrait tenir compte des agendas stratégiques de recherche propres à chaque initiative de programmation conjointe.

La France retient la liste de défis suivante :

- Santé, changement démographique et bien-être
- Sécurité alimentaire et bio-économie
- Une énergie, propre, sûre et efficace
- Mobilité et systèmes de transport durables
- Efficacité des ressources et climat
- Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives
- Garantir la liberté et la sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

Le détail des actions concourant à relever ces défis, présenté plus bas, constitue les bases d'une feuille de route stratégique et une programmation exhaustive du pilier 2. En fonction du degré d'avancement scientifique et technologique, des besoins des marchés, ce cadre pourra être décliné dans les différents piliers d'HORIZON 2020.

Pour la recherche, le développement et l'innovation en soutien à la compétitivité industrielle durable, la France propose, en cohérence avec sa première contribution, de concentrer les efforts sur, d'une part, les technologies clefs génériques, conformément aux recommandations du Groupe de haut niveau sur les technologies clefs génériques, et, d'autre part, sur le soutien à des secteurs industriels stratégiques, fortement intensifs en capital et en technologie et dont les cycles d'investissements sont très longs. Les priorités de ce pilier concernent donc :

- les technologies de l'information et de la communication ;
- les nanotechnologies, les matériaux et les technologies industrielles ;
- l'aéronautique ;
- l'espace.

Défis sociétaux

SANTE, CHANGEMENT DEMOGRAPHIQUE ET BIEN-ETRE

Pour répondre au défi sociétal « santé, changement démographique et bien-être », une approche intégrée de la recherche et de l'innovation basée sur l'excellence et l'innovation, doit être établie en intégrant les divers instruments qui ont fait la preuve de leur efficacité dans les programmes précédents : recherche collaborative, technologies futures et émergentes (FET), initiative technologique conjointe en matière de médicaments innovants (IMI), infrastructures en santé, ressources humaines. Un équilibre entre les grands et petits projets, ainsi que le soutien aux initiatives de programmation conjointe est primordial. L'effort concernant la collaboration interdisciplinaire doit être poursuivi. La Commission doit conserver une possibilité de financement pour des événements graves imprévus. De plus, la Commission devra être en mesure de mettre en œuvre, grâce à la souplesse accordée à la programmation, des appels à projets ayant pour but le développement rapide de produits et de services innovants en lien avec les besoins et faiblesses identifiés par le partenariat européen pour l'innovation du domaine.

Les initiatives stratégiques internationales doivent être poursuivies (EDCTP 2, IHEC, IRDIC, etc.). Les résultats des travaux financés par l'UE, y compris ceux des essais cliniques doivent être rendus publics qu'ils soient positifs ou négatifs.

Pour l'ensemble des activités relevant de ce défi de recherche en santé, il conviendra de veiller tout particulièrement au respect des règles d'éthique (impact éthique, légal et sociétal).

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

1. Une prévention plus efficace des maladies par une meilleure compréhension des bases scientifiques des mécanismes normaux et pathologiques dont :

- ceux liés à l'environnement, au changement climatique, à l'alimentation, aux modes de vie (comportements, facteurs sociaux), aux caractéristiques génétiques, en insistant sur la conjonction des expositions et/ou des facteurs précités ;
- ceux liés aux agents infectieux en y incluant les conditions de préparation à ces événements, notamment la vaccination ou la télé-épidémiologie ;
- ceux liés au vieillissement.

2. Principales maladies. La détection, le diagnostic et le traitement bénéficieront :

- d'une meilleure compréhension des mécanismes biologiques de base et des maladies, du développement et de la validation de systèmes modèles, de la mise en place de cohortes et de registres ;
- du développement d'outils diagnostiques innovants et de nouvelles molécules à effet thérapeutique ;
- d'une meilleure intégration entre recherche fondamentale et translationnelle : de meilleurs traitements, de traitements adaptés (dont des approches de médecine personnalisée), de stratégies thérapeutiques innovantes, de concepts innovants ;
- du développement d'essais cliniques à l'initiative des chercheurs à l'échelle européenne.

Dans ce domaine, les activités s'appuieront notamment sur les agendas de recherche définis dans les initiatives de programmation conjointe liées au défi santé (JPND, résistance microbienne, etc.) et les besoins et faiblesses identifiés par le partenariat européen pour l'innovation du domaine.

3. Prise en charge :

- Systèmes de soins et systèmes de santé efficaces et durables/soutenables.
- Standards sur les traitements, efficacité comparée des modes de prise en charge, échange de bonnes pratiques, benchmarking, études comparées de systèmes de santé, impact socio-économique.
- Services innovants, e-santé, développement de la télé-médecine.

- Développer et favoriser l'information du patient sur sa maladie, afin d'améliorer l'efficacité du traitement. A ce titre, la mise en place d'un système de rémunération incitatif, de type paiement par capitation, pourrait être bénéfique dans le cas de traitements nécessitant des consultations multiples.

4. Biotechnologies médicales, infrastructures en biologie-santé et technologies médicales

Les grands progrès de la biologie reposent sur la mise au point d'outils puissants de plus en plus sophistiqués en constante évolution. Il est nécessaire de développer de nouveaux outils (Bioinformatique, Imagerie, -omics, technologies médicales, technologies de l'information et de la communication pour la santé, etc.) et de développer des standards.

La plus-value européenne des infrastructures en biologie pour la santé a été largement démontrée dans les programmes cadres précédents. Il apparaît aujourd'hui nécessaire de poursuivre la structuration et l'évolution de ces infrastructures et d'en garantir l'accès à la communauté scientifique européenne.

SECURITE ALIMENTAIRE ET BIO-ECONOMIE

S'agissant d'assurer la fourniture d'une alimentation de qualité pour tous dans le respect des contraintes imposées par un environnement fini et de développer les biotechnologies du futur, **l'agriculture et la foresterie joueront un rôle central** que la recherche devra soutenir, y compris pour qu'elles s'adaptent ou contribuent à atténuer le changement climatique global en cours.

Considérant la multiplicité des enjeux concurrents (production d'aliments, de fibres et de carburants ; demandes locales et villageoises ou demandes agro-industrielles structurées), une **approche transversale intégrative et systémique des différents usages des bio-ressources** sera nécessaire afin de concevoir en amont l'optimisation de l'ensemble des filières en lien avec les acteurs, ce qui supposera d'attacher une grande importance à l'implication de l'industrie européenne, aussi bien dans les exercices de programmation que dans les projets.

Les défis à relever ici sont planétaires et doivent être abordés à cette échelle. Au delà des valeurs que porte l'Europe, il serait illusoire de penser que l'Europe peut garantir son alimentation, sa sécurité, la qualité de son environnement, son développement économique, dans un monde en crise qui serait incapable de **contribuer à produire ces mêmes biens publics mondiaux**. De nombreuses initiatives de recherche ont été prises dans ce sens ces dernières années, qu'elles soient européennes (Initiatives de programmation conjointe « Agriculture, Sécurité alimentaire et Changement climatique », « Une alimentation saine pour une vie saine », « Gestion des ressources en eau », « Recherche maritime », Communauté de connaissance et de l'innovation de l'EIT sur le Climat, etc.) ou internationales (International Research Initiative for Wheat Improvement ou IRIWI du G20 en 2011, Initiative de suivi satellitaire de l'agriculture mondiale du G20 en 2011, Global Research Alliance of Agricultural Greenhouse Gases, etc.). **Une réflexion stratégique devra permettre de préciser en quoi Horizon 2020 doit soutenir, renforcer ou compléter ces nouveaux dispositifs internationaux.**

Parce qu'il convient d'apporter des solutions globales et pas uniquement européenne, l'UE peut et doit avoir l'ambition de **renforcer les capacités et le fonctionnement des communautés scientifiques dans les pays les moins avancés** afin qu'elles contribuent effectivement à un développement durable. Des **dispositifs innovants** doivent permettre d'augmenter très significativement leur taux de présence au sein des consortia de recherche européens. Le développement des pays les moins avancés est un autre défi global, la recherche agronomique contribue efficacement à y répondre. Pour cela **les résultats de la recherche européenne doivent être accessibles** aux chercheurs issus des pays les plus pauvres.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

1. Une production durable

Elle nécessite de prendre en compte **le bien être animal, la santé des plantes et des animaux**, de même que le potentiel des **ressources microbiennes** et de l'ensemble des **ressources aquatiques**, au-delà des ressources marines. Par ailleurs, la **gestion des ressources en eaux continentales** dans le contexte du changement constitue un défi nouveau. Les approches **agro-écologiques** devraient être encouragées.

2. Une production alimentaire durable

Devront être prises en considération les **localisations des différentes activités** (production, transformation, distribution) en rapport avec l'urbanisation croissante et la spécificité des territoires. De même, au-delà d'une **valorisation des sous-produits**, il convient d'aller vers une valorisation de la plante entière avec une **co-production de produits alimentaires et non-alimentaires** optimisée, et de travailler sur la notion d'**économie circulaire**.

3. Les consommateurs

Une meilleure connaissance **des pratiques domestiques** est requise pour identifier les causes et moyens de limiter les **pertes et gaspillages** de nourriture, ces pertes peuvent être liées à la forme de l'**offre industrielle**. Le respect de la **culture des consommateurs** devient un enjeu en soi.

4. La nutrition

Le **lien alimentation-santé-durabilité** mérite attention, à savoir l'impact des pratiques alimentaires sur l'environnement, les conditions d'une cohérence entre **impacts environnementaux** (tout au long de la chaîne alimentaire) et **nutritionnels** de ces régimes.

5. Les biotechnologies

Parmi l'ensemble des domaines d'application des biotechnologies, celui de la **bio-remédiation et les produits bio-sourcés** méritent que l'on y prête attention. En effet, pour faire face à une forte demande en produits bio-sourcés (l'objectif est notamment d'atteindre d'ici à 2020 15 à 20 % des matières premières pour la chimie à base végétale), il est nécessaire de produire de nouvelles variétés végétales ou algales, combinant productivité et rusticité, par sélection végétale en s'appuyant notamment sur les biotechnologies vertes. En matière de procédés, plusieurs axes de recherche sont à retenir : le développement de procédés performants de traitement de biomasse, le recours aux biotechnologies industrielles et à la biologie de synthèse avec le couplage avec des procédés chimiques classiques, l'optimisation des procédés de catalyse. De nouveaux matériaux sont à concevoir avec des performances équivalentes ou supérieures à celles des matériaux d'origine pétrochimique. Le recyclage et la valorisation en fin de vie sont aussi des problématiques majeures.

UNE ENERGIE PROPRE, SÛRE ET EFFICACE

Pour répondre au défi sociétal associé à l'énergie, une approche intégrée de la recherche et de l'innovation doit être établie, englobant toutes activités de recherche à la frontière des connaissances, de développement technologique et de démonstration industrielle à grande échelle. Les synergies entre les différents piliers du cadre stratégique commun seront dès lors cruciales.

D'une part, de fortes interactions doivent être assurées avec le pilier « Recherche pour le progrès des connaissances », afin de développer de nouvelles connaissances et de nouvelles technologies, en s'appuyant notamment sur des infrastructures de recherche clés (en lien avec l'ESFRI). D'autre part, les connexions avec les piliers « Recherche et innovation pour la compétitivité industrielle durable » et « conditions-cadres pour la recherche et l'innovation » doivent permettre aux projets de démonstration industrielle de bénéficier des nouveaux instruments financiers de l'UE. La cohérence avec le programme Euratom doit être renforcée, pour que la politique européenne de recherche dans le domaine énergétique soit basée sur une vision complète du mix énergétique visé et puisse bénéficier des opportunités de génération combinée de diverses formes d'énergie (à titre d'exemple, combinaison de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire et de la production d'hydrogène à des fins de valorisation de la biomasse ou de valorisation du CO₂ capturé).

Le Plan stratégique pour les technologies énergétiques (Pan SET) devra jouer un rôle majeur dans la mise en œuvre de ce défi, en particulier à travers l'Alliance Européenne de la Recherche Energétique (EERA) qui joue un rôle central dans la construction de l'espace européen de la recherche dans le domaine de l'énergie à travers la programmation conjointe. Dans cette perspective, l'EERA devrait se voir reconnaître un statut juridique, basé sur l'article 185 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, afin d'être en mesure de recevoir un abondement financier de l'UE et de l'allouer aux organisations de recherche et universités en fonction de leur participation à des programmes conjoints labellisés par l'Alliance. Selon ce schéma, la participation des membres de l'EERA aux programmes conjoints ne se fera pas au détriment des projets de R&D collaboratifs mais, au contraire, en complémentarité. L'abondement de l'UE viendra en effet soutenir des activités de recherche amont et risquées, étape nécessaire avant le développement de projets collaboratifs avec les partenaires industriels.

Enfin, il est essentiel de maintenir dans ce pilier consacré aux défis de société un équilibre entre le financement d'actions de R&D et les activités de démonstration. Compte-tenu du coût très élevé des projets de démonstration, l'Union européenne doit concentrer ses efforts sur un nombre limité de démonstrateurs de recherche pertinents et dotés d'une forte valeur ajoutée européenne (comme les projets sur les compteurs intelligents ou « smart grids » ou sur la capture et le stockage du carbone). De tels projets devront par ailleurs reposer sur de fortes interactions entre les milieux académique et industriel.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

1. Exploiter le potentiel de l'efficacité énergétique

Développer une approche intégrée pour les systèmes de conversion et d'utilisation de l'énergie pour le bâtiment, les transports, les services et l'industrie :

- Renforcer l'optimisation, en tirant profit des interactions entre les différents systèmes (éclairage, chaleur, froid, ventilation, nouveaux usages, etc.) et la récupération d'énergie (utilisation de la chaleur résiduelle issue de procédés de production d'énergie, etc.).
- Développer de nouveaux matériaux.
- Exploiter les technologies de l'information et de la communication pour développer des outils de conception, suivi, contrôle, gestion et prévision à différentes échelles (bâtiment, quartier, ville).
- Développer la polygénération d'énergie (électricité, chaleur, froid, dessalement de l'eau, hydrogène, biocarburants, etc.).

Chaleur/Froid (solaire thermique, géothermie, optimisation de la biomasse, pompes à chaleur, combinaison chaleur/électricité) :

- R&D visant des innovations de ruptures (froid solaire, stockage thermique, etc.).
- Développer des systèmes interopérables intégrant localement la production d'énergie.
- Démonstration sur les systèmes hybrides et sur les systèmes constructifs innovants à haute efficacité énergétique.

Villes et communautés intelligentes :

- Gestion systémique de l'énergie dans le bâtiment et son environnement (optimisation des besoins selon les usages et les comportements, gestion intelligente des sources).
- R&D pour des enveloppes multifonctions de bâtiments à haute efficacité énergétique.

2. Développer les technologies de production électrique, par une approche intégrée de R&D et démonstration, en vue de réduire les coûts et l'utilisation de matériaux rares, d'optimiser l'intégration au réseau (au moyen d'outils de prédiction et de suivi de la production) et en intégrant des options de recyclage :

- Énergie éolienne offshore
- Énergie solaire (photovoltaïque et énergie solaire à concentration)
- Capture, transport, stockage et valorisation du carbone (incluant des projets de démonstration sur les procédés de seconde génération pour la capture)
- Énergies marines
- Autres (géothermie et énergie hydraulique)
- Énergie nucléaire :
 - R&D pour la sûreté et l'amélioration des performances des réacteurs de 3^{ème} génération, pour le développement des réacteurs de 4^{ème} génération et du cycle du combustible associé et pour la gestion optimisée des déchets nucléaires.
 - Démonstration : prototype de réacteur rapide à sodium (ASTRID) et réacteurs expérimentaux à neutrons rapides à gaz (Allegro) et au plomb (Alfred).

3. Carburants alternatifs et vecteurs d'énergie, (en lien étroit avec les défis liés à la sécurité alimentaire et la gestion durable des bio-ressources) :

- Bioénergies : programme intégré de recherche et démonstration pour la deuxième (par voie thermochimique ou biochimique) et la troisième génération de biocarburants (à partir de micro-algues), le bio-hydrogène et la production combinée électricité/chaleur à partir de la biomasse.
- Pile à combustible : programme de R&D de long terme pour mettre en place une filière compétitive et une infrastructure européenne durable pour l'hydrogène (production par électrolyse, stockage) et démonstration à grande échelle pour les applications portables, stationnaires et les transports.
- R&D sur les carburants alternatifs (issus de microorganismes par photosynthèse artificielle).
- R&D et démonstration sur les nouveaux vecteurs d'énergie (méthane de synthèse) et pour mettre au point de nouvelles méthodes et technologies en vue de l'exploitation d'hydrocarbures non conventionnels.

4. Transport, distribution et stockage de l'énergie

- Programme intégré de recherche et démonstration en vue d'accroître la part d'énergie renouvelables dans les réseaux électriques et la recharge intelligente de véhicules électriques et hybrides (en lien avec le stockage).
- Programme sur le long terme pour assurer la fiabilité, la sûreté et la sécurité des réseaux électriques et leurs couplages avec les réseaux de communication, ainsi que les aspects d'interopérabilité, normalisation et standardisation.
- Développement du concept de micro-réseau sur la base : production locale / utilisation locale.
- Stockage : en vue de la sécurité, de la réduction des coûts et de l'augmentation de la durée de vie du stockage électrique, massif ou mobile, à grande ou petite échelle.

5. Recherche ascendante pour de nouvelles connaissances et de nouvelles technologies

- Recherche pluridisciplinaire sur les disciplines clés (nanosciences, technologies de l'information et de la communication, biologie synthétique, biodiversité informatique, physiques (sciences des matériaux), chimie (catalyse), etc.) pour développer les innovations pour les technologies futures et émergentes (pour le stockage électrique et thermique).

6. Connaissances et outils pour l'aide à la décision politique

- Développer les connaissances, les méthodes et outils sur les technologies, les infrastructures, le marché et les usages de l'énergie pour une évaluation des aspects économiques, sociaux et environnementaux (par exemple, approfondir l'analyse du cycle de vie et l'empreinte écologique) liés à la problématique énergétique.
- Mettre en place des bases de données et des scénarios de long terme (sur le modèle de la prospective de l'AIE), intégrant l'énergie nucléaire.

MOBILITE ET SYSTEMES DE TRANSPORT DURABLES

L'Europe s'est fixée des objectifs ambitieux à l'horizon 2020 de réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, d'augmentation à 20 % de la part des énergies renouvelables et d'amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique.

La consommation de pétrole du secteur des transports représente environ 70 % de celle de l'Union européenne. Ce secteur est extrêmement dépendant des produits pétroliers. Il émet 30 % des gaz à effet de serre et son économie compte pour plus de 10 % du produit intérieur brut européen. Les politiques des transports et climatiques sont donc fortement interconnectées, notamment en ce qui concerne la réduction des émissions de CO₂. Dans ce domaine, au cours des dernières années, l'évolution des pratiques de mobilité des biens et des personnes a plus qu'obéré les réductions d'émission obtenues par les progrès technologiques. Les motorisations actuelles bénéficient encore de marges de progrès importantes estimées à 25 % par l'AIE, mais il faut préparer les futurs modes de propulsion alternatifs, notamment ceux basés sur l'électricité.

L'industrie européenne du secteur des transports se situe au tout premier plan au niveau mondial. Cette industrie doit consolider cette place dans un environnement concurrentiel de plus en plus vaste. Horizon 2020 doit lui permettre de rester compétitive en soutenant à la fois des recherches et des innovations génériques communes à l'ensemble des modes de transport et propres à chacun d'entre eux.

Pour répondre aux grands défis de société, de nouveaux concepts de mobilité des passagers et du fret doivent donc émerger et concerner non seulement la recherche technologique qui reste essentielle à l'avenir du secteur, mais aussi les aspects socio-économiques. Ils doivent émerger rapidement pour tenir compte des grandes inerties aussi bien climatiques que sociétales. La recherche doit traiter le transport comme un système couvrant l'ensemble des modes et leurs infrastructures et embrassant aussi bien la recherche, le développement et la démonstration de technologies innovantes, que le champ des politiques, de la normalisation ou des réglementations susceptibles d'influer sur les stratégies et les pratiques de mobilité des biens et des personnes.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

1. **Recherches systémiques sur la mobilité durable** prenant en compte l'internalisation des coûts externes du transport et l'équité sociale, afin d'améliorer l'utilisation des ressources de plus en plus rares et d'optimiser les besoins et pratiques de mobilité en s'appuyant sur de meilleurs outils d'aide à la décision pour les acteurs individuels, publics et industriels.
2. **Recherches technologiques à moyen et long terme**, se concentrant sur des technologies de rupture et visant des changements incrémentaux ou radicaux dans le système de transport.
3. **Décarbonation et « verdissement » du système de transport** en réduisant ou en éliminant les émissions de CO₂ ou en utilisant des carburants neutres en carbone, en améliorant les rendements énergétiques et en réduisant radicalement le bruit ou les polluants comme les NO_x et les particules.
4. **Renforcement de la compétitivité de l'industrie européenne** en améliorant l'efficacité des investissements (processus de production, réseau industriel, etc.) et en promouvant l'intégration et la démonstration technologique ainsi que l'**éco-innovation et l'éco-conception** notamment sur l'optimisation du recyclage des matériaux.
5. Progrès dans l'amélioration de la **sécurité et de la sûreté des passagers**, des avions, des véhicules, des navires et des infrastructures.

6. Efficacité croissante de l'ensemble du système de transport, de tous ses modes, de la planification des transports urbains, de la mobilité et de la co-modalité, notamment par l'utilisation de **systèmes de transport intelligents et la mise en place de systèmes de gouvernance adaptés**.
7. Usage accru des **technologies de l'information et de la communication** pour réaliser les objectifs précédents de sécurité, de sûreté, d'efficacité des systèmes et de compétitivité par le renouvellement des outils de conception, de modélisation et de simulation.

EFFICACITE DES RESSOURCES ET CLIMAT

L'enjeu consiste à promouvoir la recherche et l'innovation de telle façon à faciliter la transition vers une économie plus verte et plus efficiente dans son utilisation des ressources, capable de proposer des solutions de substitution, et plus résiliente dans le contexte du changement climatique. Pour atteindre cet objectif, sont considérés comme essentiels :

- le soutien à l'innovation au sens large, c'est-à-dire tenant compte des politiques publiques, des réglementations, des comportements des citoyens et des consommateurs, de l'organisation de la société, etc.
- la dissémination des résultats de la recherche vers les décideurs politiques, la société civile et le monde économique.
- l'organisation du dialogue avec la société, en particulier pour assurer la prospective et permettre l'ajustement de l'agenda de recherche en accord avec l'évolution des besoins et des enjeux sociétaux.

Au niveau du contenu, certains thèmes déjà présents dans le 7^{ème} PCRDT ou nouveaux doivent être bien pris en compte et intégrés dans les 3 sous-défis décrits ci-après. Il s'agit des thèmes suivants : les risques naturels, environnementaux, technologiques, les relations « Environnement Santé », la préservation du patrimoine culturel, l'environnement urbain, les systèmes d'observation de la terre, l'aménagement du territoire et les paysages. Le thème de l'approvisionnement en matières premières doit être traité dans le défi spécifique « Gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes. » La disponibilité à des coûts compétitifs de nombreuses matières premières constitue un souci important pour l'industrie européenne.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

1. Gestion durable des écosystèmes et des ressources

- Compréhension du fonctionnement des écosystèmes (y compris littoraux et marins), modélisation de leur évolution, mesure des impacts des activités socio-économiques. Une attention particulière devra être attachée à l'ensemble des services qui leurs sont liés, en particulier ceux fournis à la société.
- Conservation et restauration de la biodiversité et de la qualité des milieux dans un contexte d'anthropisation croissante des milieux et du changement climatique.
- Protection et gestion durables des ressources en eau et en sol, dans un contexte de disparition rapide des terres agricoles.
- Développement de nouveaux outils et méthodologies permettant de dresser des bilans, notamment sur les émissions de gaz à effet de serre, de mieux prédire et gérer les risques environnementaux (naturels et industriels) et de favoriser un retour des territoires et des systèmes à la normale.
- Production de biomasse dans des conditions respectueuses de l'environnement et qui intègre le conflit alimentation – matériaux – énergie.
- Ressources naturelles stratégiques : disponibilité des matières premières minérales nécessaires au développement d'une économie verte, recherche de produits de substitution, développement de possibilités d'extraction sur terre et en mer et de recyclage à l'aide de technologies respectueuses de la qualité de l'environnement et économiquement viables (le recyclage traité sous la forme de mines urbaines demande la mise au point de méthodes de démantèlement, de tri et le développement du réemploi).
- Une action de formation de personnes dans des domaines négligés jusqu'ici comme la minéralurgie paraît également nécessaire.
- Développement de technologies innovantes permettant une utilisation la plus efficiente possible des ressources sur la base en particulier du biomimétisme et de l'ecomimétisme.
- Gestion du risque, à la fois naturel, industriel et « sociétale » (environnement urbain, zones côtières, etc.).

2. Mitigation, adaptation et maîtrise du changement climatique

- Meilleure compréhension du climat et de sa variabilité : la recherche dans ce domaine reste essentielle pour améliorer la prédictibilité du climat à l'échelle décennale et régionale et pouvoir proposer des solutions efficaces dans la lutte et l'adaptation au changement climatique. La compréhension des processus climatiques doit s'appuyer sur des études à différentes échelles de temps (millénaire, décennale) et d'espace (régional et global), sur des modèles et simulation, mais aussi des systèmes d'observations du système terre.
- Prévisions du climat qui soient adaptées aux besoins sociétaux en termes d'échelles de temps et d'espace ; connaissances des impacts et recherche sur les stratégies d'adaptations.
- Conséquences économiques, sociales et environnementales des différentes stratégies de mitigation et d'adaptation au changement climatique. Identification et maintenance des sources de résilience des sociétés humaines.
- Evaluation des impacts du changement climatique sur les écosystèmes et les sociétés.
- Renforcer la capacité d'innovation dans les domaines des technologies de mitigation et d'adaptation au changement climatique, en particulier dans le domaine des infrastructures, dont l'écomobilité, et de l'habitat. Les liens entre la recherche et ses applications devront être fortement encouragés.

3. Eco-industries, éco-innovation, production et consommation durable

- Encourager l'éco-innovation de telle façon à favoriser le développement d'une économie verte en utilisant les technologies nouvelles et également les solutions non technologiques.
- Développer des technologies qui soient plus économes en ressources ainsi que moins génératrices de substances toxiques et de gaz à effet de serre dans le milieu environnant lors de leur mise en œuvre et s'inscrivant dans la démarche de l'économie circulaire.
- Améliorer notre connaissance de l'impact environnemental et du coût en utilisation de ressources des produits au cours de l'ensemble de leur cycle de vie et promouvoir le recyclage
- Compréhension des comportements humains en situation de consommation et utilisation de ressources de telle façon à faciliter la transition vers une société plus efficiente lors de la mobilisation de ressources appliquée notamment à la ville éco-responsable.

DES SOCIÉTÉS INNOVANTES, INTEGRANTES ET ADAPTATIVES

Les sociétés européennes sont aujourd'hui sommées d'accroître leur capacité à innover (en un sens qui n'est pas seulement technologique, mais qui peut concerner les services et les modes d'organisation et de gouvernance), à intégrer leurs diverses composantes (l'objectif d'une cohésion sociale et culturelle transcendant la diversité générations, des croyances et des styles de vie est plus que jamais prioritaire, aussi bien que l'approfondissement du sentiment de communauté au travers de l'Europe), enfin à s'adapter efficacement aux changements rapides et globaux dont l'incidence caractérise le contexte contemporain.

Pour répondre à des défis de cet ordre, un effort accru de recherche dans le domaine des sciences de l'homme et de la société est requis. Un certain nombre de dispositions doivent être prises pour que cet effort soit efficacement déployé :

- Compte tenu du caractère massivement comparatif des recherches en question, les dispositifs transnationaux doivent être développés (constitution de bases de données européennes fiables et actualisées en sciences sociales, échange et mobilité transeuropéenne des chercheurs et des doctorants, encouragement aux dispositifs de recherche réticulaires accessible à l'ensemble de la communauté européenne).
- Il convient de s'assurer de la mise en place, du fonctionnement et de l'accessibilité des infrastructures de recherche adéquates, qui ne sauraient se limiter aux bases de données évoquées plus haut, mais qui concernent aussi, d'une part, les dispositifs permettant les études longitudinales dans le domaine de la santé et de l'éducation, d'autre part, les instruments d'une recension systématique, rigoureuse et partagée du patrimoine culturel européen sous forme numérisée : les réalisations significatives obtenues dans ce domaine dans le cadre d'ESFRI doivent maintenant être consolidées et homogénéisées.
- Il faut enfin être attentif à la granulométrie particulière des programmes de recherche concernés : par le passé, ces programmes ont souffert de la prévalence d'un modèle européen de soutien à la recherche plutôt approprié à des disciplines comme la physique et il convient d'être désormais en mesure de financer et de piloter une multiplicité de programmes mieux ciblés, de taille modeste ou moyenne, pour lesquels le retour sur investissement est meilleur.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

- 5. Les limites actuelles de la capacité d'innovation et d'adaptation tiennent en grande partie aux vicissitudes de la corrélation entre information et décision, au plan individuel comme au plan collectif :**
 - défaut d'« embrayage » du comportement sur l'information reçue (exemple : les comportements alimentaires erronés persistent en présence de la connaissance de leur nocivité) ;
 - sub-optimalité de la réaction face aux menaces non anticipées ;
 - positionnement problématique de la balance risque/innovation.

Un programme de recherche interdisciplinaire (théorie de la décision, psychologie cognitive, économie normative, sciences politiques) est ici requis, avec notamment les deux axes suivants :

- Etude normative et empirique du comportement face aux incertitudes non paramétrées (catastrophes « Black Swan »), conception de systèmes et d'organisation résilients.
- Etude des incitations non financières (« *nudges* ») destinées à encourager la préférence pour les comportements non nocifs.

- 6. Un accroissement du potentiel d'intégration des sociétés européennes suppose un effort particulier dans le domaine de l'éducation, auquel la recherche peut de toute évidence contribuer :** les connaissances produites depuis un quart de siècle par la psychologie cognitive (identité des fenêtres d'apprentissage, modes de rétention de l'information, développement des capacités de généralisation, etc.) sont encore insuffisamment mobilisées dans la formation (systèmes éducatifs initiaux, apprentissage tout au long de la vie). Les

innovations résultantes devront être expérimentées et « démontrées » (expérimentations à large échelle, groupes de contrôle randomisés, etc.).

7. La recherche historique est de nature, à divers titres, à contribuer au défi de l'intégration, mais également à ceux de l'innovation et de l'adaptation :

- La dissémination, l'appropriation et l'étude du patrimoine culturel européen (héritage textuel, mais aussi iconographique) est de nature à accroître l'intégration du continent ; devront être soutenues les recherches, à la lisière des Humanités et de la technologie, ayant pour objectif de constituer de vastes banques de données numérisées pourvues d'une ergonomie appropriée, à la fois pour la communauté des chercheurs et pour le grand public.
- L'étude diachronique, dans la longue durée, des sociétés humaines dans leur rapport à leur milieu naturel, est à même d'apporter une bibliothèque d'exemples utile pour les problèmes contemporains du développement durable.
- Dans un contexte où les équilibres géopolitiques changent, un accent particulier devra être mis sur l'étude historique du Sud-Est asiatique et du monde islamique.

GARANTIR LA LIBERTE ET LA SECURITE DE L'EUROPE, DE SES CITOYENS ET DE SES RESIDENTS

Plus que jamais, la sécurité apparaît comme un enjeu majeur et légitime pour les citoyens et résidents européens. L'interconnexion et l'urbanisation croissante de nos sociétés ont fortement accru l'impact potentiel de menaces toujours plus nombreuses pesant sur les citoyens, les services, les réseaux et les entreprises à l'intérieur comme à l'extérieur de nos frontières. Catastrophes naturelles, crises sanitaires, délinquance, grande criminalité, trafics illégaux de toutes natures, terrorisme international, cyber criminalité apparaissent ainsi comme autant de défis susceptibles de déstabiliser, voir mettre en péril le fondement de nos sociétés.

L'introduction récente des nouvelles technologies contribue de manière importante aux réponses à apporter, mais doit s'accompagner également de nouvelles garanties vis-à-vis des droits et libertés individuels. C'est à l'aide d'une vision prospective et systémique de la sécurité que la recherche visera à l'élaboration d'un nouveau paradigme permettant de sortir du jeu à somme réputée nulle entre sécurité et liberté individuelle¹. L'Europe doit préserver sa capacité à développer des solutions propres qui peuvent devenir un véritable atout dans la compétition internationale livrée sur ce marché en croissance continue et sur lequel son industrie, comme son monde académique, sont en très bonne position. Le cadre de l'Union européenne est essentiel dans la mise en place de doctrines communes, de nouveaux corpus de normes ou d'évolution du cadre légal.

Une spécificité de la sécurité réside dans le rôle clé joué par les utilisateurs finals. Acteurs de la sécurité publique et civile mais également opérateurs privés ou parapublics des infrastructures et des réseaux (énergie, transports, eau, etc.), ceux-ci interviennent en effet en amont des projets de recherche en participant à l'élaboration des besoins capacitaires prioritaires et préalables essentiels à l'identification des enjeux de RDI. Les utilisateurs sont également indispensables durant la phase de validation et d'exploitation des résultats au moyen de leur participation active au sein même des projets. Dans cette optique, l'association étroite des Etats membres – qui restent les principaux dépositaires des prérogatives régaliennes en matière de sécurité – par la Commission européenne dans l'établissement du programme de travail est indispensable dans la phase de recueil des besoins de sécurité, d'identification des priorités et dans l'élaboration de feuilles de route technologiques associées. Horizon 2020 doit renforcer ce mécanisme vertueux qui contribue à la structuration du marché de la sécurité, encore particulièrement fragmenté en Europe, permet de tirer l'innovation en fonction de besoins concrets et apporte ainsi une forte plus-value à l'action de l'UE. Cette caractéristique impose la mise en place d'une gouvernance spécifique à la sécurité avec des implications sur la nature des projets de recherche et d'innovation comme des mécanismes d'achat public avant commercialisation (« *pre-commercial procurement* ») susceptibles d'être développés plus avant².

Enfin, dans un contexte de nécessaire optimisation du financement public de la RDI et du lien étroit entre sécurités intérieure et extérieure, des initiatives visant à une meilleure coordination des budgets civils, militaires ou spatiaux apparaissent nécessaire³.

Les domaines prioritaires à couvrir dans ce défi sont les suivants :

- 1. Sécurité et protection des citoyens**, c'est-à-dire lutte contre la grande criminalité et le terrorisme, mais aussi la police scientifique et technique et le secours aux personnes. La recherche devant recouvrir l'analyse prospective des vulnérabilités, les nouveaux outils et

¹ Le concept de Sécurité par construction va de pair avec la préservation des libertés individuelles (« *privacy by design* »).

² Ce type de dispositif pourrait réserver la possibilité pour une administration publique de pouvoir véritablement utiliser les résultats des projets sous forme de licence par exemple. De façon concomitante, la possibilité de taux de co-financement par le budget de l'Union plus élevés pour des projets ciblés en accord avec les acteurs publics et privés devra être maintenue.

³ Comme tente de la faire l'initiative European Framework Cooperation entre la Commission européenne, l'EAS et l'AED afin de coordonner leur programmation sans transfert de budget.

équipements en tenant compte des aspects organisationnels, techniques et des modes de relations entre les différents acteurs mais également les enjeux éthiques et sociétaux.

2. **Protection des infrastructures et des réseaux et leur interconnexion.** Un des principaux enjeux de recherche réside dans les approches systémiques à même de prendre en compte la grande diversité d'infrastructures (les sites sensibles et d'importance vitale mais aussi les espaces ouverts et complexes, les lieux recevant du public, les infrastructures numériques de communication, etc.) mais également l'étendue des risques et des menaces qu'ils soient de nature endogène ou exogène.
3. **Surveillance et protection des flux matériels et immatériels** au sein et aux frontières de l'UE y compris la protection de la chaîne logistique et la lutte contre la contrefaçon. Les enjeux de recherche portent sur les moyens, outils et processus permettant la détection / l'identification et la traçabilité, la surveillance et de contrôle de l'intégrité, mais également le fonctionnement en mode dégradé, puis le retour à la normale.
4. **Préparation et gestion des crises intérieures et extérieures** : de la préparation à la résilience des organisations. Cela inclut la gestion des crises d'origine climatique, technologique ou malveillantes mais également l'interopérabilité des moyens et des doctrines et la maîtrise de l'information (par exemple la détection de signaux faibles et la permanence de la surveillance étendue). Le volet gestion des crises extérieures, serait un élément nouveau dans Horizon 2020 et pourrait concerner aussi bien la gestion d'une crise humanitaire que la protection des ressortissants.
5. La **Cyber sécurité** en traitant, notamment, la lutte contre la criminalité sur Internet (fraudes, pédopornographie, etc). Un partage clair entre les périmètres abordés selon les volets TIC et Sécurité devrait être précisé selon des règles simples comme la différenciation entre les volets « sûreté de fonctionnement » et « sécurité » (malveillance), ou en considérant que ce qui relève des applications métiers et systémiques orientées vers les besoins, doivent être abordées de préférence au sein de la thématique sécurité (charge au volet TIC de financer les briques de bases nécessaires en amont).
6. **Sécurité et société** : La sécurité ne pourra être correctement abordée qu'au moyen d'une collaboration étroite et effective entre sciences de l'ingénierie et dites dures (mathématiques, physique, chimie, biologie, etc.) et les sciences humaines et sociales (droit, sociologie, anthropologie, philosophie, etc.) afin d'englober dans l'approche systémique, les dimensions éthiques, sociales, historiques, juridiques et normatives.
7. **Recherche transverse de rupture sur des briques capacitaires** incluant la recherche duale avant différenciation entre recherche civile et spécifique (i.e. senseurs pour la surveillance et l'observation, nouvelles sources d'énergie pour l'autonomie des équipements, les techniques de géolocalisation, de détection et d'identification dans la lutte contre les engins explosifs improvisés, la robotique, etc.).

***Technologies clefs génériques
et secteurs industriels stratégiques***

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Secteur clé de l'économie de la connaissance et de la compétitivité industrielle depuis de nombreuses années, les technologies de l'information et de la communication (TIC) revêtent maintenant plus que jamais une importance accrue compte tenu de leur caractère éminemment diffusant. Au-delà du secteur des TIC qui représente 5,6 % du PNB et 5,3 % de l'emploi en Europe et qui se caractérise par des cycles d'innovation particulièrement rapides, ce domaine irrigue en effet un nombre toujours plus important de secteurs établis de l'industrie et des services, les transformant parfois de manière radicale et engendrant de nouvelles perspectives économiques et sociales. Par exemple, les TIC ont engendré, ces dernières années, 50 % des gains de productivité en Europe. Des avancées à l'origine très génériques trouvent des retombées bien plus larges (par exemple, les accéléromètres MEMS utilisés à présent dans le contrôle des jeux vidéos ou des téléphones intelligents ou « *smartphones* », la navigation, le déclenchement des airbags, l'assistance aux personnes âgées, etc.). Il apparaît donc important que l'Union européenne poursuive son effort de soutien au domaine générique des TIC et concentre son investissement autour des technologies clés qui seront ensuite insérées dans des produits et systèmes plus larges pour en constituer une part toujours plus forte de leur valeur ajoutée.

Si l'Europe a été souvent au cœur des grandes avancées du domaine (télécommunications numériques, Internet ou les normes GSM et MP3) lui permettant ainsi de développer une base industrielle puissante, elle doit faire face à présent à une compétition féroce de la part de ses partenaires internationaux. L'avance historique dont elle pouvait bénéficier sur ces secteurs clefs et porteurs comme la téléphonie mobile, les infrastructures réseau, la photonique, ou les grands systèmes grâce à sa maîtrise des systèmes embarqués et complexes est à présent remise en cause à des degrés divers.

L'Europe ne peut se contenter de cantonner son activité aux seuls aspects à forte valeur ajoutée de ses produits et services mais doit maîtriser directement ou indirectement l'ensemble de sa chaîne de valeur. Ceci est tout particulièrement vrai dans le domaine des TIC dont les cycles économiques sont très réduits. De même, l'Union européenne se doit de poursuivre ses efforts afin de rester au plus haut niveau mondial sur les technologies clefs nécessaires à la conception et au contrôle des grands produits et systèmes d'aujourd'hui et de demain.

Compte tenu de ces éléments, les enjeux de recherche et innovation qu'il convient donc de soutenir au niveau européen sont les suivants :

1. Composants matériels (inclus optique photonique) :

- solutions pour les systèmes de semiconducteurs (« Semiconductor system solutions »), intégrant au sein d'un programme cohérent les activités « *More-Moore* » et « *More-than-Moore* » traditionnelles de développement des futurs composants matériels avec le développement des couches logicielles embarquées qui jouent un rôle toujours plus prédominant dans la performance globale des systèmes ;
- technologies de rupture, regroupant la mise en œuvre de nouveaux principes physiques et/ou de matériels actifs (*Beyond CMOS*) avec les recherches sur l'optique et la photonique dont les avancées récentes et spectaculaires ouvrent de nouvelles voies dans les technologies de l'information (par exemple l'optoélectronique) et la fabrication ciblant les enjeux liés aux équipements, matériaux, science de la production et de l'environnement.

2. Logiciels et systèmes embarqués : conception de systèmes enfouis, systèmes enfouis en réseau et interfaces Homme-Machine.

3. Réseaux et services : réseaux du futur (inclus réseaux radio et optique, Internet des objets, etc.), services (fusion de données, services sensibles au contexte de l'environnement et de l'utilisateur, informatique en nuage, etc.), sécurité et confiance privative, calcul intensif, facilités expérimentales.

4. Robotique : perception, intégration et interprétation de données ; conception de robots capables d'acquiescer de nouvelles capacités ; robotique en essaim ; plateformes de développement et d'expérimentation ; programmation et validation de robots.

5. Sécurité : composants pour la sécurité ; sécurité des composants ; sécurité des logiciels ; sécurité des systèmes ; aspects scientifiques de la cryptographie ; gestion de l'identité ; privacité.

6. Technologies des contenus et de la langue : technologies pour la génération, la manipulation et la gestion de contenu (en particulier Big Data), de traitement des langues écrites et orales.

7. Modélisation et simulation : méthodologies générales de modélisation et simulation inclus architectures et systèmes pour le calcul haute performance, méthodologie générale, visualisation interactive ; calcul de haute performance pour les défis sociétaux.

Les avancées génériques obtenues sur ces domaines technologiques contribueront naturellement aux efforts spécifiques sur les défis sociétaux. Ainsi, les résultats de la modélisation et de la simulation pourront être ensuite adaptés aux contraintes propres de la santé, de l'énergie, du transport et du climat. Ceux de la robotique pourront être utilisés sur la santé. Les avancées en matière de systèmes embarqués pourront être ajustées aux spécificités de l'énergie et du transport. Enfin les technologies de cybersécurité contribueront au défi sécurité.

Le programme cadre Horizon 2020 intervenant en complément des efforts nationaux et intergouvernementaux, il doit s'efforcer d'apporter une réelle plus-value en termes de compétitivité, de masse critique, de passage à l'échelle et de normalisation. Pour chaque secteur concerné, il devra par conséquent cibler son action de manière spécifique. Ainsi, le long des chaînes de l'innovation, il devra identifier les niveaux de maturité technologique (*Technology Readiness Level* ou TRL) les plus pertinents en fonction des caractéristiques propres du secteur (durée des cycles industriels, montants des investissements, pertinence des marchés, compétition internationale, niveau de concentration du secteur, état des avancées scientifiques et techniques, etc.). Quelques traits communs peuvent être cependant dessinés : émergence de normes communes afin de permettre un plus grand bénéfice du potentiel offert par le marché unique et donc d'amortir les coûts avant de partir à la conquête des marchés internationaux, soutien à une recherche fondamentale à but finalisé afin de favoriser l'émergence d'une masse critique européenne dans des domaines jugés stratégiques par l'Union européenne.

Alors que les industries de TIC de nos partenaires se montrent toujours plus puissantes et continuent de gagner des parts de marché, l'action de l'Union devra viser à améliorer la compétitivité de l'industrie européenne. Comme l'a identifié le Groupe de Haut-Niveau sur les Technologies Clefs Génériques, celle-ci passera notamment par un effort sur les processus de production à proprement parler et donc des outils et méthodes de production de produits et systèmes matériels et logiciels TIC. Elle impose également une refonte en profondeur de la politique de coopération internationale dont les actions devront être menées de manière ciblée et sur la base d'une stratégie visant à renforcer avant tout les compétences et le savoir-faire européens. Enfin, dans un contexte de nécessaire préservation et développement de ses compétences et savoir-faire, elle passera par une politique de propriété intellectuelle plus adaptée aux réalités économiques actuelles.

NANOTECHNOLOGIES, MATERIAUX et TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

La finalité de cette thématique est la compétitivité et l'emploi en Europe en substituant une économie fondée sur la connaissance à une économie fondée sur les ressources tant au profit des industries de pointe que des industries plus mûres, dont les PME. Il convient donc de s'appuyer de manière équilibrée sur deux volets:

- **Nanosciences et nanotechnologies et matériaux avancés** : Pour tous les domaines abordés ici, le développement de méthodes de calcul théoriques pour la modélisation et la simulation (certaines multi échelles) est crucial pour le développement beaucoup plus rapide de nouveaux matériaux y compris à l'échelle nanométrique. Il en est de même pour les méthodes de caractérisation en particulier à l'échelle nano. En outre, la recherche fondamentale reste importante pour le développement des nanosciences et des matériaux et constitue le principal pourvoyeur de pistes de recherche appliquée et de solutions pour l'innovation. Il conviendra donc de compléter les activités conduites sous cette thématique par des recherches amont relevant du premier pilier « Recherche pour le progrès de connaissances ».
- **Technologies industrielles**. Ce volet concerne les systèmes de production pour la valorisation des travaux de recherche risqués dans le volet ci-dessus. Orienté applications et besoins, il implique l'ensemble des secteurs industriels, seuls en mesure d'assurer la maturité de technologies diffusantes jusqu'à des produits /services jusqu'au terme du marché et d'en assurer leur commercialisation.

Compte tenu de ces éléments, les enjeux de recherche et innovation qu'il convient donc de soutenir au niveau européen sont les suivants :

1. Nanosciences et nanotechnologies

- Pour les nanosciences, il faut poursuivre **l'étude des technologies diffusantes** et ne pas oublier l'aspect sociétal avec **l'accentuation d'un indispensable dialogue renouvelé** ainsi que la poursuite des études sur **l'aspect nanotoxicologie**. L'évolution de l'utilisation des nanoparticules par les industriels et l'élaboration de nouvelles formes demande la mise au point rapide de méthodes permettant de déterminer leur toxicité. Dans ce cas, il s'agit de développer des méthodes expérimentales de caractérisation et des méthodes théoriques permettant à partir des propriétés physico-chimiques des nanoparticules de remonter à leur toxicité et évidemment la **nanométrie**.
- Amplifier l'utilisation des nanomatériaux (**nanotubes, nanofils, graphène, nanoparticules**, etc.) pour concevoir de **nouveaux nano-objets ou nanomatériaux solides** présentant des propriétés fonctionnelles ou **multifonctionnelles** (mécaniques, électriques, magnétiques optiques, etc.) révolutionnaires. Concevoir la manière de les organiser, assembler, intégrer, de façon simple et reproductible et **développer des méthodes d'assemblage dirigées** à l'échelle nanométrique.
- Evaluer le potentiel des nanomatériaux **en biologie** : interaction avec le vivant, couplage avec les matériaux organiques, bio-compatibilité, développer les technologies bio-inspirées et la conception de matériaux bio-polymères.
- Développer pour l'élaboration de nano-matériaux : l'utilisation des émulsions complexes et des phases colloïdales, les méthodes issues de la microfluidique et les mécanismes d'auto-organisation aux interfaces.
- Les nanomatériaux sont aussi des systèmes de choix pour l'électronique et les capteurs.

- Etudier la conception de **matériaux hybrides** (organiques/inorganiques) par une approche de **chimie supramoléculaire** avec **fonctionnalisation adéquate des composantes** organiques et inorganiques du matériau hybride.

2. Matériaux avancés

Il faut soutenir sur le long terme la recherche sur des nouveaux **matériaux avancés avec des propriétés ou des combinaisons de propriétés nouvelles** ou améliorées comprenant le développement **d'approches rationnelles dans la conception de matériaux avancés** ou dans leur intégration dans des structures et des systèmes, l'inspiration de la nature : la promotion de **l'éco-conception**, de la **bio-inspiration** et **l'utilisation des matériaux naturels**, **l'anticipation et le contrôle de la performance des matériaux pendant leur cycle de vie** qui inclut des structures intelligentes permettant l'autodiagnostic et l'auto-cicatrisation.

Pour les matériaux, on peut inclure les matériaux pour l'énergie, la santé, le bâtiment, l'environnement et le développement de matériaux pour utilisation en conditions extrêmes, température, pression, irradiation, contraintes mécaniques, qui constitue un cas particulier important pour de futures applications et qui demande un fort développement des méthodes de simulation. Ces activités devront être conduites en lien avec les défis concernés :

- Dans le domaine des **matériaux pour l'énergie**, il faut développer l'étude des matériaux nano-organiques (absorbeurs de lumière) pour les cellules solaires souples et des électrodes transparentes pour remplacer l'ITO dans les écrans plats. Les études concernant les piles à combustible doivent être développées pour parvenir à des systèmes fiables présentant un rapport taille puissance correct pour des coûts limités. Il faudrait évaluer le nouveau concept de modules photovoltaïques en couches minces micro-nanostructurées fonctionnant sous concentration et à haut rendement.
- Pour les **matériaux pour la santé**, il faut utiliser les potentialités des matériaux développés à partir de la nanomédecine (diagnostic, thérapie, **vectorisation de médicaments**, etc.). Pour ces matériaux, l'aspect des tests cliniques est très lourd et devrait faire l'objet d'une meilleure synergie entre la thématique santé. Il faut développer des techniques innovantes pour faciliter **l'intégration des implants /prothèses et la régénération de tissus** qui permettra de soulager les personnes et diminuer leur handicap. Il faut amplifier les études sur le développement **de nouveaux agents de contraste pour l'imagerie médicale**.

Pour les matériaux pour **l'environnement**, il faut développer les études sur la filtration de l'eau (matériaux classiques ou nano) car la disponibilité de l'eau potable constitue un défi.

3. Technologies Industrielles

Les travaux de pointe conduits dans les domaines des nanotechnologies et des matériaux (« technology push ») doivent l'être dans une perspective de besoins sociétaux (« demand pull ») dans des conditions de sécurité, de développement durable, de compétitivité maîtrisés. Les connaissances scientifiques et la faisabilité du procédé étant acquises au niveau du laboratoire il s'agit de mettre au point les étapes suivantes concernant l'ensemble du processus de développement permettant une production compétitive et sûre. Ce domaine d'activités est du ressort de l'industrie. Considérant la nature diffusante de ces technologies et leur potentiel d'applications, a priori tous les secteurs industriels peuvent être sollicités.

AERONAUTIQUE

L'aéronautique est une activité stratégique et de souveraineté pour l'Europe, avec un poids économique, sociétal et technologique majeur, comme l'a d'ailleurs reconnu le Président Barroso le 12 juillet 2011 lors d'une rencontre avec des dirigeants européens du secteur (chiffres d'affaires de 220 Md€ en 2009 et 4,5 million d'emplois hautement qualifiés dans l'aviation). Ce secteur, catalysant l'innovation de nombreuses autres filières (géolocalisation, affichage tête haute, systèmes complexes, logiciels critiques, télécommunications, etc.), se caractérise par la forte complexité de ses produits, par sa forte intensité technologique (12 à 15 % de son CA en R&D) et capitalistique, et par des cycles de développement très longs (20 ans du développement des technologies jusqu'au premier vol). Ses efforts de recherche reposent donc fortement sur une approche programmatique nécessitant la continuité et la visibilité sur plusieurs années des efforts de R&T.

Depuis 40 ans, l'Europe a progressivement acquis une place de leader mondial dans le secteur de l'aviation commerciale à parité avec les Etats-Unis. Il est vital de maintenir l'effort de recherche afin de conserver ce leadership dans un secteur fortement concurrentiel et fermement soutenu par les pouvoirs publics outre-Atlantique. Aujourd'hui, l'Europe doit également affronter de nouvelles concurrences émergentes provenant de pays nourrissant de fortes ambitions aéronautiques, en particulier la Chine et l'Inde qui disposent de ressources considérables. Cet effort doit se traduire par une thématique aéronautique visible avec un budget dédié au sein d'Horizon2020, cette approche étant parfaitement cohérente avec les travaux réalisés avec les Commissaires qui ont abouti à la nouvelle vision « Flightpath 2050 » et la réactivation du conseil « ACARE », lors du salon du Bourget 2011.

Horizon 2020 devra s'appuyer sur une diversité d'instruments permettant de parcourir les divers niveaux de maturation technologique, depuis la recherche amont jusqu'aux étapes de démonstration technologiques permettant de valider ces technologies et d'en vérifier l'avionnabilité. Il est important de poursuivre avec les instruments récemment mis en œuvre (recherche collaborative, initiative technologique conjointe ou ITC Clean Sky) et qui ont démontré leur efficacité dans le 7^{ème} PCRD, tant du point de vue des résultats de recherche obtenus que du point de vue opérationnel. En particulier l'ITC Clean Sky qui s'est avérée être un programme structurant et privilégié pour la mise en œuvre de l'agenda stratégique de recherche établi par la plate-forme technologique ACARE, est inclusif avec plus de 400 partenaires associés au travers d'appels à projets, dont une forte participation de PME (40 %). Sa poursuite (Clean Sky 2) est particulièrement indispensable dans Horizon 2020 au regard des besoins de démonstration technologique.

Pour répondre à ces nouveaux défis et poursuivre le développement d'une industrie aéronautique de premier plan mondial, il importe de rechercher et valider des ruptures technologiques décisives pour les nouvelles générations d'avions et hélicoptères, qui apporteront des gains en termes de performance environnementale, d'efficacité énergétique et économique et de sécurité, dans les domaines suivants :

- 1. Architecture et cellules pour des appareils optimisés du point de vue de la consommation, du bruit et de l'impact sur le climat :** contrôle avancé des écoulements, avion avec aéroélasticité active, architectures innovantes, nouveaux matériaux intelligents, hybrides, métalliques ou composites, etc.
- 2. Propulsion innovante pour des gains énergétiques substantiels:** cycles thermodynamiques innovants, matériaux plus légers (composites chauds), intégration motrice optimisée, turboréacteurs avancés, hélices rapides contrarotatives non carénées.
- 3. Systèmes embarqués avancés et navigation pour un transport aérien plus efficace et plus sûr:** technologies et fonctions de cockpit, visualisations innovantes, technologies de surveillance (environnement météorologique, séparation, etc.), plateformes de calcul et réseaux communicants.
- 4. Gestion optimisée de l'énergie bord en perspective d'une évolution vers le « tout électrique » :** génération, stockage, architecture énergétique innovante, etc.

5. Moyens et outils de conception adaptés à la très haute complexité des produits aéronautiques: développement d'outils prédictifs, outils d'éco-conception, réduction des cycles de développement des systèmes.

ESPACE

L'Espace s'est imposé comme un domaine déterminant, tant pour répondre aux enjeux stratégiques que pour relever de grands défis politiques, technologiques et sociétaux. Le développement de nombreuses applications résultant des technologies spatiales a considérablement amélioré l'efficacité des politiques publiques et le bien-être des européens. L'espace est ainsi devenu indispensables aux Etats comme aux citoyens. Les systèmes spatiaux et les services opérationnels qui en découlent contribuent à la mise en œuvre des politiques publiques européennes, en particulier celles visant à répondre aux grands défis identifiés dans cette contribution (en particulier, changement climatique, énergie, mobilité durable). Les solutions qu'ils apportent doivent dès lors être constamment intégrées dans les travaux de structuration des efforts de R&D en réponse aux grands défis sociétaux. De même, les différentes disciplines de la recherche spatiale (telles que l'astronomie ou la géophysique) devront trouver leur place dans le pilier « recherche pour le progrès des connaissances ».

L'Europe spatiale occupe des positions d'excellence au niveau mondial dans beaucoup de domaines comme le secteur des lanceurs, des systèmes satellitaires, des missions scientifiques et d'exploration, les systèmes sol et les services aval. Mais ces succès reposent sur une base industrielle qui doit aujourd'hui être préservée et développée. En effet elle est maintenant confrontée à une concurrence exacerbée des autres puissances spatiales qui bénéficient de soutiens publics massifs et de budgets spatiaux importants.

Dans ce contexte, Horizon 2020 devrait soutenir une R&D publique plus ambitieuse et efficace au profit de la compétitivité de la base industrielle spatiale, avec des financements dédiés et une logique de résultat de programme, ainsi qu'une mise en œuvre reposant sur une logique d'agendas stratégiques associant pleinement les Etats membres et l'Agence spatiale européenne (ESA). Cette R&D devra plus particulièrement porter sur les secteurs qui font l'objet d'une concurrence sévère : les lanceurs, les systèmes orbitaux (télécommunications, observation de la terre à des fins commerciales), ainsi que sur des grands objectifs mobilisateurs au niveau européen, tels que l'exploration et la sécurité, afin que notre industrie puisse prendre sa part dans des programmes au niveau mondial dans ce domaine. Horizon 2020 devrait viser à :

- l'amélioration, de façon pérenne et continue, de l'autonomie européenne dans le secteur, en soutenant les technologies critiques essentielles, et la non-dépendance pour des sous-secteurs stratégiques comme l'accès à l'espace ou la sécurité des infrastructures spatiales ;
- l'amélioration des performances des systèmes spatiaux ainsi qu'à la réduction de leurs coûts ;
- au soutien d'une R&T amont, de technologies en rupture pour les futures missions européennes ;
- la maturité des technologies spatiales au travers de démonstrateurs technologiques ciblés ;
- accompagner l'effort de standardisation et de normalisation afin d'optimiser les investissements.

Compte tenu de ces éléments, les enjeux de recherche et innovation qu'il convient donc de soutenir au niveau européen sont les suivants :

1. Les technologies des systèmes orbitaux

- Les technologies critiques pour la non-dépendance européenne. L'effort devra être assuré sur la durée, et focalisé dans une logique de politique industrielle européenne, depuis les phases de conception des produits jusqu'aux phases de qualification et de maintien des qualifications, et permettre de mettre en œuvre une logique de programme. L'effort portera sur des technologies transverses, en accord avec la liste coordonnée par la « Joint Task Force » constituée par l'UE, l'ESA et l'Agence européen de défense.
- Les technologies innovantes ou en rupture pour améliorer les performances et réduire les coûts. Le transfert entre les innovations des laboratoires ou des industriels et les porteurs de projets ne s'opère pas de façon assez fluide. Il faut favoriser les fertilisations croisées depuis

d'autres secteurs industriels, sans oublier la coordination entre les acteurs (ESA, Etats membres).

- la prolongation des efforts de R&T vers des niveaux de maturité élevés (TRL 5-7), dans le cadre de démonstrateurs au sol ou en orbite, afin d'accélérer la mise sur le marché rapide de produits performants et de permettre de diminuer les risques techniques. Ils ont un impact sur la compétitivité, en permettant aux industriels de se positionner sur les segments porteurs comme des démonstrateurs transverses, favorisant la création de standards techniques, pour créer un catalogue de produits réutilisables autorisant des économies d'échelle.
- l'établissement et la promotion de standards et de normes afin d'optimiser les investissements du secteur spatial européen en favorisant la réutilisation de produits, en accroissant les séries de production, et en évitant les développements spécifiques.

2. Les technologies des lanceurs

Les défis pour la compétitivité européenne des lanceurs, et pour garantir un accès durable à l'espace, sont la réduction des coûts, l'amélioration des performances, la fiabilité et le respect de l'environnement. Les domaines prioritaires de RDI sont :

- Des concepts, technologies, procédés et matériaux innovants pour réduire les coûts et améliorer les performances de la propulsion et du système ; la prise en compte de l'éco-conception ; la réduction des impacts environnementaux dans le développement et l'exploitation des lanceurs.
- L'identification des procédés et technologies pour améliorer la « non-dépendance européenne », et le soutien à la mise en place des filières européennes associées.

3. Exploration

L'UE pourrait être le pilote de l'ambition européenne en matière d'exploration, en étant le maître d'ouvrage d'un grand programme européen au fort contenu politique. Elle doit préparer la base technologique et industrielle européenne, dans différents secteurs clés :

- le support vie : technologies nécessaires à la vie des astronautes, qui ont des applications évidentes pour la vie humaine sur la Terre.
- l'automatique et la robotique: les opérations planétaires robotisées et le rendez-vous en orbite sont essentiels pour toutes les futures grandes missions d'exploration habitées ou non; l'UE pourrait développer des missions de démonstration technologique.
- L'énergie : de nouvelles sources d'énergie (*nucléaire*) deviendront indispensables pour effectuer de longues missions habitées d'exploration (production et stockage d'énergie, propulsion avancée).

Enfin l'UE doit préparer la compétitivité industrielle dans le domaine des concepts de transport spatial pour les futures missions d'exploration robotiques, et le développement de véhicules de transfert orbital.

4. Sécurité

Les technologies et systèmes pour la sécurité sont essentiels pour l'autonomie européenne et la compétitivité de l'industrie, selon deux volets :

- les capacités spatiales permettent de remplir des missions de sécurité,
- les infrastructures spatiales et l'utilisation de l'espace sont elles-mêmes critiques.

L'UE devrait contribuer à adapter et développer de nouvelles capacités spatiales pour la sécurité en s'appuyant sur le soutien aux technologies et systèmes critiques garantissant l'autonomie européenne. Ces activités concernent les études amont de futurs systèmes spatiaux, en particulier les nouveaux concepts et missions, le soutien aux capacités technologiques, aux opérations et au développement de services futurs.

Pour la sécurité depuis l'espace : afin de garantir l'autonomie européenne et de permettre la meilleure utilisation des applications spatiales pour les politiques de sécurité européennes, l'UE apporter un

soutien au développement de futurs satellites et à l'utilisation coordonnée des systèmes existants aux niveaux européen et national, et analyser de nouvelles missions en réponse aux besoins de l'UE,, en s'appuyant sur les contributions capacitaires des EM qui le souhaitent.

Pour la sécurité des infrastructures spatiales : l'UE pourra initier des activités complémentaires à celles du projet de capacité européenne de surveillance de l'espace (SSA), en termes de météorologie spatiale, de surveillance et de protection des moyens spatiaux, de gestion des manœuvres d'évitement et de gestion des débris afin de permettre une utilisation durable de l'espace.

5. Traitement aval des données spatiales

L'objectif est de rendre accessible l'information spatiale et de soutenir la chaîne de valeur transformant la donnée spatiale en une information enrichie, directement exploitable par les utilisateurs à des fins scientifiques. Afin de soutenir la communauté scientifique européenne, un effort doit être porté sur le traitement, l'archivage, la dissémination et la pérennisation des données. Il doit être complété par une R&T au niveau des instruments sols nécessaires pour mener à bien les objectifs scientifiques (calibration, validation ou valorisation des missions spatiales), et une R&T au niveau de l'instrumentation bord pour permettre l'avènement d'instruments et de détecteurs de nouvelle génération, et amener à une coopération accrue entre les laboratoires européens.