

Technologies clés émergentes : outil de politique publique pour la recherche

Sénat

Février 2008

Pascal Marlier
Jean-François Mathieu

« Le BIPE conserve l'entière propriété intellectuelle des documents produits par lui. L'utilisation de ce rapport est concédée uniquement et exclusivement à son acquéreur. Le BIPE est seul titulaire de l'ensemble des droits de reproduction, traduction, présentation, publication, diffusion, illustration, adaptation, édition, réédition et exploitation de ce rapport dans sa version originale et/ou toute autre version, sur tout support et pour tout territoire. Ce rapport est destiné exclusivement à l'usage interne de l'utilisateur et à usage d'information. La diffusion de toute information contenue dans ce rapport porterait un tort important à ses autres acquéreurs, à la communauté des adhérents ou clients du BIPE et au BIPE lui-même. Les acquéreurs s'interdisent en conséquence toute reproduction intégrale ou partielle de ce document et toute divulgation à l'extérieur de leur entreprise, que ce soit à titre payant ou gracieux. Le BIPE ne saurait être tenu responsable de toute erreur, oubli et autre résultat tiré de l'utilisation de ce rapport et/ou de toute exploitation des informations contenues dans ce rapport. »

Sommaire

1	NOTE DE SYNTHÈSE	5
1.1	Technologies clés : un outil d'analyse transversal et un outil prospectif	6
1.2	Les technologies clés émergentes : des enjeux considérables	6
1.3	Technologies clés : un outil parfois oublié par les acteurs.....	7
1.4	Technologies clés émergentes : des relations entre acteurs à clarifier.....	7
1.5	Technologies clés émergentes : une concentration des moyens sur un secteur.....	7
1.6	La question du transfert de technologie	8
1.7	7 recommandations	8
2	LA MISSION.....	10
2.1	Contexte.....	10
2.2	Les objectifs de la mission	11
2.3	Les acteurs de la recherche publique en France.....	12
2.4	Périmètre de l'étude.....	13
2.5	La méthodologie	14
3	LES TECHNOLOGIES CLES EMERGENTES : OUTIL DE POLITIQUE PUBLIQUE POUR LA RECHERCHE ...	15
3.1	Analyse économique de l'allocation des ressources publiques.....	15
3.2	Les technologies clés et les technologies clés émergentes : quels enjeux pour la France ?	21
3.3	La quasi-totalité des technologies clés est abordée par les Organismes Publics de Recherche ..	28
3.4	Des efforts publics qui se concentrent sur la zone des doubles paris	31
3.5	Les efforts des cinq plus grands organismes se concentrent sur un domaine : les sciences du vivant	32
3.6	La collaboration des acteurs est elle optimale ? L'exemple des Sciences du Vivant	34
3.7	Une passation vers l'aval qui reste à clarifier	37
3.8	Une meilleure identification des OPR actifs sur les technologies clés émergentes.....	40
3.9	Processus d'allocations et pratiques de fonctionnements	45
4	CONCLUSIONS	46
4.1	L'utilisation des technologies clés doit être renforcée.....	46
4.2	Une concentration sur les technologies des sciences du vivant	47
4.3	Des enjeux forts sur la coordination des acteurs et sur le transfert de technologie.....	47
4.4	Des pratiques de fonctionnements très hétérogènes	48
4.5	7 recommandations	49
5	ANNEXES.....	52
5.1	Questionnaire.....	52
5.2	Listing des acteurs interviewés.....	63
5.3	Liste des technologies clés émergentes	64
5.4	Deux-tiers des organismes ayant retournés un questionnaire ont collaboré à l'exercice « Technologies Clés 2010 »	65

Table des figures

Figure 1 - Définition des Technologies Clés Emergentes	21
Figure 2 – Trois zones d'interventions pour les acteurs publics.....	23
Figure 3 - Leviers pour une stratégie d'ensemble.....	24
Figure 4 - Plus d'une technologie clé émergente sur deux est un double pari.....	26
Figure 5 - Les doubles paris concernent essentiellement les Sciences du Vivant, Chimie & Matériaux, Energie-Environnement	27
Figure 6 - Les efforts publics se concentrent sur la zone des doubles paris.....	32
Figure 7 - Les acteurs n'arrivent pas à retracer leurs collaborations, l'exemple des sciences du vivant.....	36
Figure 8 - Typologie des acteurs sur le transfert des fruits de la recherche	38
Figure 9 - Méthode retenue pour identifier si le rapport Technologies Clés 2010 et les déclarations des acteurs coïncident	41

Table des graphiques

Graphique 1 - 85% du budget civil concentré sur dix organismes de recherches	12
Graphique 2 - Les répondants représentent 92% du budget de la recherche publique en France, et les acteurs interviewés en représentent 80%	14
Graphique 3 - Valeur ajoutée et croissance par branche	17
Graphique 4 - 43% des "technologies clés 2010" sont identifiées comme émergentes	22
Graphique 5 - Les cinq plus grands organismes se concentrent sur les technologies clés émergentes des Sciences du Vivant	33
Graphique 6 - Réponses des organismes de recherche publique à la question de l'investissement sur le transfert de technologie	37

Table des tableaux

Tableau 1 - Dépenses de R&D des administrations publiques en 2005.....	15
Tableau 2 - Variation des dépenses intérieures et extérieures civiles des administrations publiques	16
Tableau 3 -Découpage fonctionnel	16
Tableau 4 - La quasi-totalité des technologies clés émergentes est traitée par les organismes publics de recherche ayant répondu au questionnaire.....	29
Tableau 5 - Liste des technologies clés émergentes non couvertes par les cinq plus gros acteurs de la recherche publique en France	31

1 Note de synthèse

Depuis 1995 la France s'est dotée d'un outil transversal afin de renforcer le pilotage stratégique de la Recherche : les « Technologies Clés ». Le dernier exercice, « Technologies Clés 2010 » a identifié 36 **Technologies Clés Emergentes (TCE)**. Les effets de leviers des Organismes Publics de Recherche (OPR) et de l'Etat sur ces technologies stratégiques en devenir pouvant être importants, il est donc essentiel pour la communauté de vérifier si cet outil est utilisé efficacement par les OPR.

De cette mission il ressort que l'outil transversal « Technologies Clés » n'est pas suffisamment utilisé par les acteurs de la recherche publique, notamment dans leurs systèmes d'informations. D'autre part, si les organismes publics de recherche traitent la quasi-totalité des technologies clés émergentes, les **moyens budgétaires se concentrent sur les technologies des Sciences du Vivant**, les autres secteurs étant plus ou moins délaissés par les OPR disposant de dotations budgétaires importantes. Sur ce secteur en particulier, **la collaboration des acteurs n'est pas coordonnée au plus haut niveau** des organismes publics de recherche ce qui entraîne de facto des questions sur la coordination des moyens et l'optimisation budgétaire. **Enfin, 50% environ des organismes publics de recherche déclarent ne pas effectuer de transfert de technologie**, ce qui pose l'évidente question de l'efficacité des travaux de recherche.

Le BIPE recommande donc de **systématiser l'utilisation d'un outil transversal**, comme peut l'être l'outil Technologies Clés 2010, dans les systèmes d'informations et de gouvernance des OPR. Il convient également d'identifier pour chaque Technologie Clé Emergente **quels sont les moyens disponibles pour accélérer son développement vers la maturité**. La **publication d'objectifs d'ensemble de la recherche publique, domaine par domaine**, permettrait sans aucun doute d'améliorer la coordination des acteurs. Les questions **d'un éventuel redéploiement des moyens budgétaires** d'une part, de la valorisation des travaux et du **transfert de technologie** d'autre part, doivent également être instruites par l'Etat. Enfin, le **développement d'outils de suivis d'activités et des référentiels communs** semble être nécessaires pour s'assurer de l'allocation optimale des moyens. En attendant la mise en place d'outils structurés, la démarche des questionnaires utilisés dans cette mission semble être adaptée pour identifier avec plus de précisions les actions des acteurs de la recherche publique sur les technologies clés émergentes, technologies essentielles pour le devenir de la France.

1.1 Technologies clés : un outil d'analyse transversal et un outil prospectif

La recherche publique détermine en partie la compétitivité à moyen terme des acteurs économiques français et l'innovation nécessaire à l'amélioration des conditions de vie de notre société. La recherche publique s'inscrit donc dans une vision stratégique d'envergure nationale qui doit déterminer quels sont les axes prioritaires sur lesquels les organismes doivent exercer leurs actions de recherche.

L'exercice « Technologies Clés » fait partie de ce nécessaire dispositif prospectif et identifie les technologies stratégiques pour la nation. Réalisé par trois fois depuis 1995, le dernier exercice¹ « Technologies Clés 2010 », conduit avec une grande partie des acteurs de la recherche, identifie quelles sont les technologies essentielles pour la France à 2010. L'utilisation du concept de technologie clé est intéressante à plus d'un titre, notamment parce qu'il prend en compte les applications attendues à terme. Son deuxième intérêt repose sur le caractère transversal à tous les organismes de recherche...

1.2 Les technologies clés émergentes : des enjeux considérables

La présente mission s'est concentrée sur les Technologies Clés Emergentes, (i.e. les technologies stratégiques n'ayant pas encore atteint un degré de maturité suffisant pour être utilisées par le marché et/ou parce que le marché à qui elles sont destinées n'est pas encore suffisamment développé). Ces technologies émergentes représentent un point essentiel pour la bonne gouvernance stratégique de la recherche. Car ce sont les technologies identifiées comme stratégiques pour la France à moyen terme

La caractérisation d'une technologie clé émergente s'est effectuée à partir de l'outil « Technologie Clés 2010 ». Sur les 83 technologies clés identifiées dans le rapport, 43% sont émergentes au sens du marché et/ou au sens du développement scientifique, ce qui, rapporté au budget total de la recherche², représente un enjeu budgétaire important dont l'échelle se mesure probablement en milliards d'euros.

¹ Disponible sur le site de la DGE à l'adresse suivante : http://www.industrie.gouv.fr/liste_index/technocles2010.html

² Environ 12 milliards d'euros en 2006

1.3 Technologies clés : un outil parfois oublié par les acteurs

Alors que l'exercice de détermination des technologies clés par les parties prenantes de la recherche scientifique a été effectué pour la troisième fois³, force est de constater qu'une grande partie des grands organismes de la recherche publique française appréhende peu (voir pas du tout) l'outil transverse des technologies clés, ce qui entrave probablement la bonne gouvernance de la filière. L'utilisation d'un référentiel commun à l'intérieur des systèmes d'informations des acteurs est un point majeur pour l'amélioration du pilotage stratégique de la recherche.

1.4 Technologies clés émergentes : des relations entre acteurs à clarifier

Les relations entre organismes de recherche représentent des enjeux budgétaires importants, soit en jour/hommes soit en reversements financiers entre acteurs ou mises à disposition d'outils de recherche. Mais pour près de la moitié des organismes interviewés, il demeure très difficile, si ce n'est impossible, de donner pour chaque technologie clé émergente un état synthétique des relations (économiques, techniques, financières...) avec d'autres organismes de recherches ou des acteurs de la sphère privée.

Cela pose la question de l'optimisation de la recherche publique, car cette asymétrie d'informations rend impossible toute vision d'ensemble claire et cohérente, rendant difficile toute mesure de l'efficacité de l'allocation des ressources publiques.

1.5 Technologies clés émergentes : une concentration des moyens sur un secteur

Alors que sept domaines sont concernés, les moyens de recherche se concentrent sur un seul : les Sciences du Vivant, où la concurrence internationale est vive. A l'inverse, certains domaines semblent quasiment délaissés par les acteurs de la recherche publique alors que les technologies concernées ont été identifiées comme stratégiques par la communauté scientifique ayant participé à l'élaboration de l'outil « Technologies Clés 2010 ». Cette situation est probablement le résultat du manque d'outils de coordination des efforts des acteurs.

³ Pour plus d'informations se reporter à l'ouvrage « Technologies Clés 2010 ».

1.6 La question du transfert de technologie

Les acteurs de la recherche publique ont été directement interrogés sur le transfert de technologie, volontairement identifiés par les auteurs⁴ de l'outil « Technologies Clés 2010 » comme une technologie clé émergente car source de gros enjeux économiques et sociétaux mais encore insuffisamment développée en France.

Deux ans après cette communication importante près d'un organisme public de recherche sur deux *déclare* ne pas effectuer de transfert de technologie. On peut s'interroger sur la finalité de la recherche si celle-ci ne transfère pas son savoir vers l'ensemble des parties prenantes, notamment vers les acteurs situés en aval de la recherche.

1.7 7 recommandations

1.7.1 Un outil à transformer

Le caractère *transversal* de l'exercice « Technologies Clés 2010 » est un élément essentiel pour le pilotage de la recherche publique. Cependant, cet exercice peut être amélioré. Tout d'abord, il n'identifie pas correctement les organismes actifs pour chacune des technologies clés. Autrement dit, il n'est pas possible de se baser sur ce rapport pour savoir quels sont les acteurs qui effectuent des travaux de recherche, technologie par technologie. Après avoir constaté ce manque, ce présent rapport donne une vision plus exacte, quoique basée sur les déclarations des acteurs⁵.

1.7.2 Des leviers à identifier

Pour qu'elles puissent bénéficier à la communauté il est essentiel que les technologies clés émergentes atteignent le stade de la maturité (maturité scientifique et maturité du marché). L'identification des leviers disponibles de type leviers marchés (push) ou leviers technologiques (pull) pour accélérer le passage du stade de l'émergence au stade de maturité est donc un objectif stratégique majeur pour l'ensemble des parties prenantes de la recherche en France.

1.7.3 Des objectifs d'ensemble pour inciter à la collaboration

Avec l'exemple des Sciences du Vivant la collaboration entre acteurs n'est pas coordonnée au plus haut niveau. Pour inciter les acteurs à se coordonner il serait judicieux d'explicitier, domaine par domaine, des objectifs d'ensemble de la recherche publique.



⁴ i.e : l'ensemble des parties prenantes de la recherche en France

1.7.4 La question de la valorisation et du transfert de technologie reste à approfondir

Les démarches des acteurs pour valoriser leurs travaux de recherche sont très hétérogènes ; les marges de progrès sont donc importantes et certaines solutions, utilisées par certains acteurs, pourraient être généralisées à l'ensemble des OPR. Plus surprenant, un organisme public de recherche sur deux déclare ne pas effectuer de transfert de technologie, ce qui pose la question de la finalité ultime des travaux de recherche de ces organismes.

1.7.5 Développer des outils de contrôles

Le manque de coordination des acteurs est accentué par des outils de contrôle et de suivi qui n'offrent aucune vision stratégique et transversale. Il est donc essentiel que des outils de suivis d'activités communs soient adoptés par l'ensemble des organismes publics de recherche afin de permettre un meilleur pilotage de la ressource budgétaire.

1.7.6 La couverture des technologies clés émergentes nécessite-t-elle un redéploiement des efforts budgétaires ?

Si les organismes publics de recherche traitent la quasi-intégralité des technologies clés émergentes, les efforts budgétaires se concentrent sur les Sciences du Vivant, laissant de côté des secteurs stratégiques pour la communauté. La question d'une réallocation des ressources sur le périmètre des technologies clés émergentes doit donc se poser car, par exemple, les structures dirigeantes de nombreux OPR sont incapables de tracer leurs collaborations avec d'autres acteurs sur les technologies clés émergentes. La réponse sera facilitée par la publication d'objectifs stratégiques d'ensemble.

1.7.7 Le besoin d'un référentiel commun

Les objectifs et les finalités des organismes publics de recherche diffèrent et les outils doivent s'adapter à ce contexte. Mais la recherche poursuit un but ultime avec les moyens de l'état : contribuer au bien-être de la nation en développant le savoir scientifique. Il est donc essentiel de disposer à l'intérieur des systèmes d'informations d'un référentiel commun, à l'instar de l'outil « Technologies Clés 2010 », partagé et transversal afin de mesurer si les objectifs d'ensemble sont atteignables et les dotations budgétaires bien réparties.

⁵ Tout comme le rapport « Technologies Clés 2010 »

2 La mission

2.1 Contexte

La France a sensiblement modifié sa politique et ses outils de soutiens publics à l'innovation depuis les années 2000. Témoins de ces évolutions, les partenaires historiques de l'innovation, l'ANVAR pour les PME et la DiGITIP pour les plus grandes entreprises, ont été transformés en OSEO ANVAR (groupe Caisse des Dépôts) et DGE (Direction Générale des Entreprises). De nouveaux outils et agences ont également été mis en place : la loi sur la recherche, l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), les pôles de compétitivité, l'AI (Agence de l'Innovation Industrielle), l'AERES etc.

Pour aller au-delà de ces évolutions conjoncturelles, nous nous sommes intéressés à un référentiel indépendant des outils ou des acteurs. Il s'agit du référentiel des 'Technologies Clés' qui a déterminé par un exercice collectif quelles sont les technologies sur lesquelles la France devrait se focaliser d'ici 2010 pour maintenir sa compétitivité et être présente sur les marchés nouveaux. La troisième édition des 'Technologies Clés 2010' a ainsi été publiée par la DGE en septembre 2006. L'introduction de ce document⁶ rappelle les objectifs de cette démarche : **« donner des repères et des clés d'arbitrage permettant, notamment, une optimisation des investissements publics ».**

Le document « Technologies Clés 2010 » concerne par construction tous les acteurs de la chaîne de l'innovation : les entreprises petites et grandes, les financeurs publics et privés, les laboratoires et organismes de recherche. S'il appartient aux entreprises de s'approprier le document si elles souhaitent s'inscrire dans le système d'aides, le regard d'un organisme parlementaire comme le Sénat est légitime sur l'engagement des organismes publics de recherche à mobiliser leurs ressources sur ces technologies clés de par leur impact sur cette chaîne de l'innovation.



⁶ Technologies Clés 2010, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Edition de l'Industrie, 2006, p.17

L'enjeu budgétaire est important : selon le Ministère à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche, les trente premiers organismes de recherche à statuts publics (EPIC, EPST, EPA, Fondations, GIP) représentaient en 2006 un budget cumulé de 11.9 milliards d'Euro ⁷ (y compris les ressources propres pour certaines organisations).

L'enjeu économique et social est essentiel : l'innovation est le premier facteur de croissance endogène pour la France.

2.2 Les objectifs de la mission

Notre objectif est de qualifier l'adéquation des objectifs et moyens des principaux organismes publics de recherche vis-à-vis des technologies clés : tous les domaines sont-ils couverts, ou y a-t-il des déséquilibres ? Y a-t-il des redondances et donc une mauvaise allocation des ressources ?

Notre point de départ est la liste des 83 technologies clés du document publié par la DGE 'Technologies Clés 2010' d'une part, et la liste des organismes publics de recherche d'autre part.

Le rapport Technologies Clés 2010 a été réalisé sur 12 mois, et en 3 phases, à partir de novembre 2004⁸. La première phase a préparé les grandes orientations du projet, la deuxième phase a réuni des groupes d'experts⁹ sur des enjeux de type besoins plutôt que technologiques, la troisième phase a synthétisé les approches. Un grand nombre d'organismes a donc collaboré aux deux missions.

Il est important de noter que notre objectif n'est pas de remettre en cause *a priori* le choix des technologies ou les critères qui ont permis de les qualifier de clés, il ne porte pas non plus sur le diagnostic des instruments et outils mis à disposition des acteurs.

Enfin, nous nous sommes intéressés aux **technologies clés émergentes** car ce sont elles sur lesquelles les organismes publics ont le plus de leviers, les technologies plus mûres par définition étant sous la maîtrise des entreprises.



⁷ Principaux Organismes de Recherche, Ministère Délégué à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche, Edition 2006

⁸ Source : Rapport Technologies Clés 2010

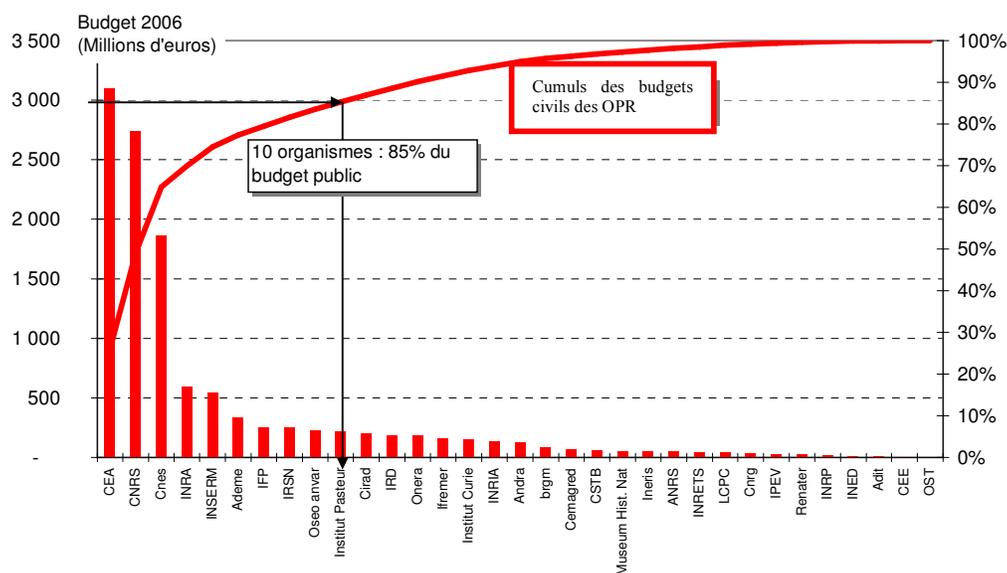
⁹ Dont une grande partie représentait les OPR qui ont été contactés par la suite pour cette mission. Pour plus de détails se reporter à l'annexe 5.4 en fin de document.

2.3 Les acteurs de la recherche publique en France

Nous avons identifié trente trois organismes publics de recherche (OPR), en y intégrant certains acteurs très spécifiques (comme Oseo-Anvar qui participe activement aux financements de l'innovation pour les PME ; il doit donc être intégré dans le périmètre d'analyse car son activité de soutien aux acteurs ne peut pas être ignorée).

A l'heure actuelle, la répartition budgétaire obéit à une logique point à point entre chaque organisme de recherche et ses autorités de tutelle, ce qui pose la question de la coordination d'ensemble. L'une des caractéristiques de la recherche publique en France est l'extrême concentration de la dotation budgétaire sur cinq acteurs comme l'illustre le graphique ci-dessous.

Graphique 1 - 85% du budget civil¹⁰ concentré sur dix organismes de recherches



Source : Ministère de la Recherche

Sur ce graphique à doubles ordonnées, l'ordonnée de gauche se rapporte aux barres et représente la dotation budgétaire en millions d'euros, organisme par organisme. L'ordonnée de droite représente la répartition du cumul de la masse budgétaire allouée aux organismes publics de recherche.



¹⁰ Incluant recettes privées et publiques à l'exclusion des activités de Défense

La concentration des moyens sur quelques organismes est ici clairement représentée : Dix organismes concentrent 85% de la dotation budgétaire totale des organismes publics, et cinq organismes en concentrent les trois quarts.

Par voie de conséquence, il faut absolument prendre en considération cette concentration budgétaire dans l'analyse des efforts publics sur les Technologies Clés Emergentes.

Le CEA et le CNRS à eux seuls représentent près de 50% de cet ensemble. Les principaux pôles ou départements de ces deux organisations sont:

- CEA : pôles énergie, recherche technologique (LETI, LIST, etc.), recherche fondamentale (fusion, climat, matière, vivant). Pour une question d'accès à l'information, nous avons exclu le pôle défense du périmètre d'analyse (1.34 Md€ de budget). Même remarque pour le CNES.
- CNRS : le CNRS est organisé en six départements scientifiques et deux instituts nationaux. Le département le plus important est Sciences du Vivant (SDV) avec un budget de 450 M€.

D'autre part, certains acteurs redistribuent une partie de leur budget vers d'autres organisations (CNES, ADEME par exemple) ou perçoivent des revenus autres que ceux des pouvoirs publics. Cette caractéristique a été prise en considération dans la présente étude.

Enfin, il faut prendre en compte que le rôle des organismes de recherche n'est pas de développer des technologies au sens strict mais de développer les savoirs et connaissances, y compris appliqués, qui vont permettre aux entreprises de mettre au point et d'industrialiser ces technologies sous forme de produits. Si cet état de connaissance n'existe pas ou n'est pas transmis aux entreprises à travers le recrutement, la formation, l'enseignement, la sous-traitance de recherche ou les transferts de technologies, cela affecte l'efficacité de la chaîne de l'innovation.

2.4 Périmètre de l'étude

Dans la mesure où les organismes publics de recherche sont en amont de la chaîne d'innovation, les technologies sur lesquelles ils peuvent agir sont aujourd'hui en émergence. Nous focaliserons notre analyse sur les 36 technologies classées dans la catégorie dite « émergente », dont la liste est donnée en annexe 5.3.

Le concept d'émergence prend en compte la maturité des développements scientifiques et la maturité du marché auquel cette technologie s'adresse. Le lecteur trouvera au chapitre 3 plus de détails sur la notion d'émergence.

2.5 La méthodologie

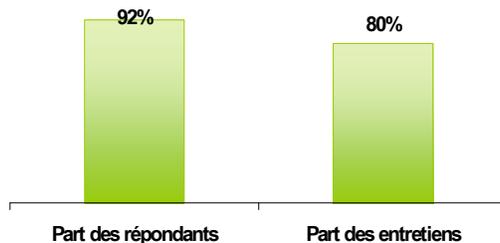
2.5.1 *Détail sur l'organisation :*

Pour mener à bien cette mission le Sénat a retenu le BIPE. Le BIPE et le Sénat ont tout d'abord rédigé un questionnaire portant sur les technologies clés émergentes, dont un exemplaire est disponible dans l'annexe du présent rapport. Le Sénat a ensuite adressé ce questionnaire à l'intégralité des organismes publics de recherche dont la liste est fournie plus loin, et s'est également occupé des relances. Après dépouillement des questionnaires le BIPE et le Sénat ont rencontré dix acteurs pour obtenir un éclairage qualitatif sur les enjeux des technologies clés émergentes. Le présent rapport synthétise les principaux résultats.

2.5.2 *Quels acteurs ont collaboré à l'étude ?*

Plus d'un organisme sur deux a répondu (57%) aux envois du Sénat, même si certains questionnaires étaient partiellement complets. Cependant, les principaux organismes de recherche ont répondu de manière satisfaisante au questionnaire. Au total, la part budgétaire des répondants sur le budget total de la recherche est de 92%, et la part budgétaire des organismes rencontrés se montent à 80% comme l'illustre le graphique ci-dessous.

Graphique 2 - Les répondants représentent 92% du budget de la recherche publique en France, et les acteurs interviewés en représentent 80%



Source : BIPE

Par voie de conséquence on peut donc considérer que le taux de réponses est suffisant pour dresser un premier éventail de conclusions représentatives des réalités opérationnelles de la recherche publique en France. Le détail des acteurs ayant répondu et des acteurs ayant été interviewés est donné en annexe 5.2

3 Les technologies clés émergentes : outil de politique publique pour la recherche

3.1 Analyse économique de l'allocation des ressources publiques

3.1.1 L'importance des OPR dans la dépense de R&D publique civile

En 2005, dernière année disponible en termes statistiques (enquête MEN MESR DEPP C2), les administrations publiques ont dépensé 18 689 M€ en termes de R&D. Le budget civil en constituait l'essentiel avec 15 581 M€, et le budget défense 3 108 M€.

Ce budget civil peut être segmenté à nouveau entre une dépense intérieure de 12 550 M€ et une dépense extérieure (sous-traitée à des tiers en France et à l'étranger) de 3 031 M€.

Tableau 1 - Dépenses de R&D des administrations publiques en 2005

	Intérieure (ou DIRDA)	Extérieure	Total
Civile	12550	3031	15581
Défense	1175	1933	3108
Total	13725	4964	18689

Source : MEN MESR DEPP C2

Les organismes publics de recherche représentent l'essentiel de la dépense publique. Selon les réponses aux questionnaires, sur la partie civile uniquement, on peut calculer d'après les réponses reçues et les rapports publics que les OPR représentent une dépense (civile) de 10 800 M€, soit 70% de la dépense civile publique.

3.1.2 La dynamique de la dépense publique de R&D

La dépense intérieure de R&D des administrations publiques demeure un bon indicateur de l'effort que consent l'Etat en termes de recherche. En 2005, cette dépense publique était de 13 725 M€ comme mentionné dans le tableau ci-dessus, par comparaison celle des entreprises était elle de 22 935 M€.

Sur le périmètre de la dépense civile (tableau ci-après), on constate des variations annuelles sensibles avec des périodes de contractions de dépenses intérieures (2002-2004) et d'augmentations récentes. La dépense extérieure est en variation encore plus forte puisque cette dépense externe peut être facilement arbitrée selon la conjoncture.

Au total, en tenant compte de l'inflation la dépense publique civile totale est quasi-stable en volume. Ce qui est cohérent avec les interviews menées lors de l'enquête.

Tableau 2 - Variation des dépenses intérieures et extérieures civiles des administrations publiques

% en valeur	Dépenses intérieures	Dépenses extérieures	Total dépenses des administrations
2001/2000	4%	1%	3%
2002/2001	5%	12%	6%
2003/2002	1%	0%	1%
2004/2003	1%	12%	3%
2005/2004	4%	-3%	2%

Source : MEN MESR DEPP C2

3.1.3 L'affectation des ressources par secteur

Dans la mesure où la recherche publique n'est pas finalisée ou affectable strictement à un seul secteur, le découpage par secteur n'est pas fourni par l'enquête du Ministère.

L'enquête que nous avons réalisée a également mis en évidence que les OPR n'étaient pas en mesure d'affecter de manière comptable leurs ressources selon les technologies clés ou les secteurs.

Il existe cependant un découpage fonctionnel qui distingue la recherche générique de travaux sectoriels où l'on va retrouver les OPR tels l'Ifremer, le Cirad, le CSTB, le LCPC, l'Inrets, et le Cemagref par exemple.

Tableau 3 -Découpage fonctionnel

2005, M€	Dépenses intérieures	Dépenses extérieures	Total
Crédits incitatifs	51	685	736
Grands programmes	3 031	1 472	4 503
R&D fondamentale	6 256	320	6 576
Programmes finalisés	2 745	554	3 299
infrastructure et aménagement	188	18	206
santé	930	107	1 037
pays en développement	259	105	364
terre et mer	256	63	319
agriculture	718	62	780
vie en société	99	81	180
autres	295	118	413
Formation par la recherche	466	1	467
Total R&D publique civile	12549	3 032	15581

Source : MEN MESR DEPP C2

3.1.4 La dynamique des secteurs

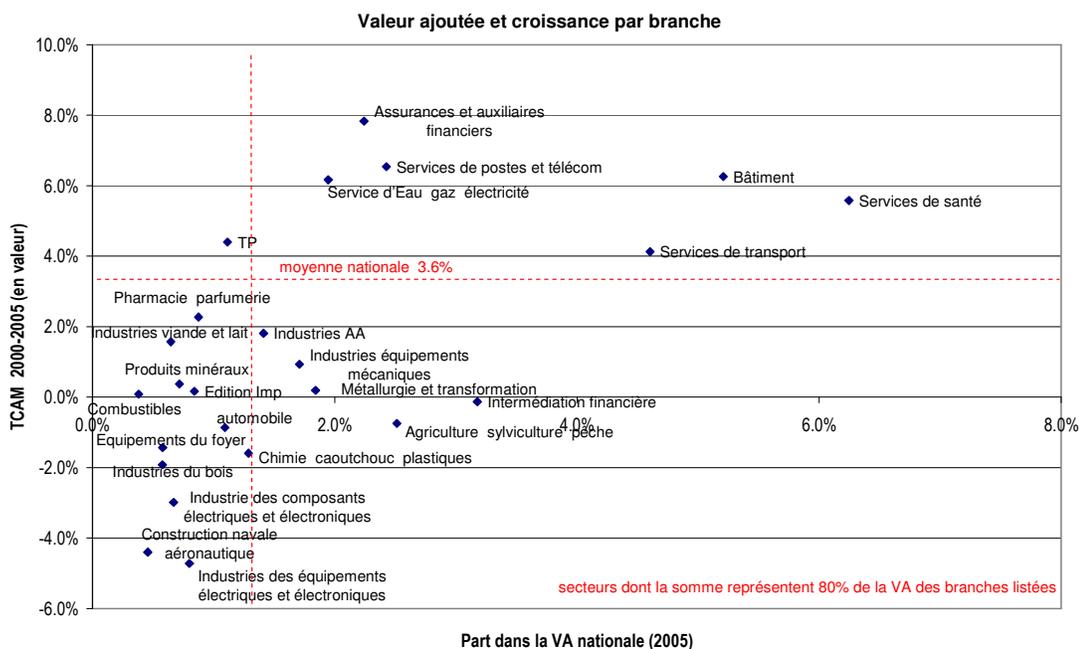
A défaut d'avoir un point de départ quantitatif depuis l'amont, nous partirons des secteurs économiques.

Les comptes nationaux de l'INSEE fournissent des comptes par branche en historique. Le traitement de cette information selon deux axes, d'une part, la part de la branche dans la valeur ajoutée nationale et d'autre part la croissance de la branche sur la période 2000-2005 mesurée par son taux de croissance annuel moyen (Tcam) permet d'identifier les branches marchandes

1. les plus importantes en valeur et en croissance importante,
2. importantes en valeur mais en croissance limitée ou en décroissance,
3. de valeur faible et en décroissance,
4. de valeur faible mais en croissance.

Ce traitement donne le résultat suivant :

Graphique 3 - Valeur ajoutée et croissance par branche



Source : Insee



Nous avons découpé le précédent graphique en 4 quadrants.

- Quadrant Nord Est : branches les plus importantes en valeur et en croissance importante
 - Services de santé
 - Bâtiment (construction)
 - Services de transport
 - Service d'eau gaz électricité
 - Services de postes et télécoms
 - Assurances et auxiliaires financiers

Il s'agit de secteurs des services, mais ceux-ci sont consommateurs de R&D ou la maîtrise d'ouvrage qu'ils exercent peut influencer les projets et dépenses de R&D.

En particulier, on ne peut que souligner que l'ancien modèle dans le secteur des technologies de l'information incarné par France Telecom qui portait la R&D de ce secteur à travers le CNET, était particulièrement efficace car il permettait de mettre en relation la demande et l'offre (ce qui a permis aux équipementiers français de se développer sur des produits innovants avec de gros volumes de ventes).

Nous avons constaté lors de notre analyse que seul l'INRIA poursuivait cet effort parmi les organismes publics, mais force est de constater que ses moyens sont limités alors que le domaine est particulièrement vaste.

Les autres services sont également peu soutenus par les efforts publics, le bâtiment, représenté par le CSTB est certainement sous dimensionné par rapport à l'importance du secteur.

Dans le cas des services de santé, le mode de financement et de remboursement a permis la création et le soutien d'acteurs industriels de premier plan (pour les médicaments et les équipements), mais à la différence des cas ci-dessus, la santé reste un domaine majeure de la recherche publique, et la question n'est plus son dimensionnement mais son optimisation en termes d'organisation (Cf. le paragraphe sur la santé qui décrit les relations entre les acteurs).

Enfin, le secteur financier qui est de plus en plus consommateur de mathématiques et de modélisation économique est un secteur nouveau pour la R&D. Sur ce domaine, le rapport Technologies Clés n'a pas identifié de technologies (émergentes ou non), ce qui nous semble un manque par rapport à l'importance économique du secteur. Nous n'avons pas non plus rencontré d'OPR faisant référence à des travaux pour ce secteur.

Dans la mesure où ces secteurs sont importants en volume et en croissance on peut s'interroger sur la possibilité d'inciter ces acteurs dans le développement des usages innovants afin de tirer la demande. Le dispositif de Crédit d'Impôt Recherche ou des mécanismes de défiscalisations pourraient par exemple être utilisés afin de soutenir le développement de marché nouveau à grandes échelles, à condition bien sûr que soit valorisée une technologie d'un OPR.

Nous avons découpé le graphique ci-dessus en 4 quadrants

- Quadrant Nord-Ouest : de valeur faible mais en croissance
 - TP

Seul secteur dans ce cadran, sa proximité avec son voisin Nord-Est nous incite à le regrouper avec la branche bâtiment construction. 'Son' organisme de recherche est incarné en général par le LCPC qui ne bénéficie pas de beaucoup plus de ressources que le CSTB, son alter ego dans le bâtiment.

- Quadrant Sud-Est : importants en valeur mais en croissance limitée ou décroissance
 - Agriculture, sylviculture et pêche
 - Industries des biens d'équipements mécaniques
 - Métallurgie et transformation des métaux
 - Intermédiation financière
 - IAA
 - Chimie caoutchouc plastique

Ces secteurs industriels et 'traditionnels' sont pour la France plus importants en volume et plus dynamiques en croissance que les secteurs aéronautiques ou électroniques !

Méconnus, ou portés par des entreprises plus petites qu'il est plus difficile d'atteindre, ils ne bénéficient que de peu d'investissements amont publics en termes de R&D par rapport à leur importance économique, à l'exception de la chimie à travers le CNRS par exemple.

Les thèmes de recherche amont sont illustrés par les technologies clés émergentes 18 (matériaux nanostructurés) et 24 (fonctionnalisation des matériaux), ou les biotechnologies industrielles (21) pour les IAA, mais on peut s'interroger sur la capacité du tissu industriel de s'approprier facilement des connaissances qui demeurent une barrière d'entrée pour des entreprises moyennes. Le lien entre ces deux extrêmes suppose peut être la création d'un échelon intermédiaire. Il nous semble logique de solliciter Oseo Anvar qui est un relais efficace envers les PME innovantes de par son maillage du territoire et ses instruments de financement.

- Quadrant Sud-Ouest : de valeur faible et en décroissance
 - Industrie automobile
 - Pharmacie parfumerie et entretien
 - Edition imprimerie
 - Industries des équipements électriques et électroniques
 - Industries des produits minéraux
 - Industrie des composants électriques et électroniques
 - Industries de la viande et du lait
 - Industries des équipements du foyer
 - Industries du bois et du papier

- Construction navale aéronautique et ferroviaire
- Production de combustibles

On connaît les difficultés de certains de ces secteurs mais la présence d'autres est plus surprenante. Il faut peut-être distinguer les secteurs en croissance limitée mais positive et ceux qui sont en décroissance.

Dans la première catégorie, on peut s'inquiéter de la présence de la pharmacie (fabrication de médicaments) qui est particulièrement consommatrice de R&D et qui malgré les efforts publics sur ce point peine à accélérer sa croissance. Le contexte du déremboursement des médicaments n'est certainement pas étranger à cette décélération mais la position de ce secteur montre sa fragilité à ce phénomène. La poursuite des restrictions de dépenses publiques ou les substitutions avec les génériques imposent de fait de produire de nouvelles molécules ou de nouveaux moyens de soins. En d'autres termes, il est essentiel de faire aboutir les technologies 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54 si l'on veut conserver un secteur productif.

L'automobile n'est pas non plus dans une bonne situation malgré une dépense de R&D qui représente 15% de la dépense des entreprises des entreprises en R&D. Il y a dans les technologies clés émergentes plusieurs d'entre elles qui devraient permettre d'améliorer la situation et les constructeurs européens sont très conscients de la nécessité de créer de nouveaux produits sur les marchés mûrs qu'ils adressent.

Restent trois secteurs particulièrement intensifs en R&D qui sont en décroissance : les composants électriques et électroniques, la construction aéronautique et navale, et les équipements électriques et électroniques (28% de la dépense de R&D des entreprises à laquelle s'ajoute la dépense publique directement adressée aux entreprises de ces secteurs). Ces industries sont certes cycliques mais malgré les efforts de R&D qu'elles consentent, elles sont en pertes de vitesse. On entend également l'argument du transfert des technologies qui s'effectue de ces secteurs vers d'autres moins intensifs en R&D et qui justifierait l'effort public. Mais ces arguments semblent insuffisants pour expliquer cette situation.

La dépense en R&D publique pour ces secteurs est inefficace : ils consomment une grosse partie de la ressource publique externalisée, représente une valeur ajoutée limitée pour l'économie (peu de retour sur emploi par exemple, mêmes s'ils sont qualifiés) et cette valeur est en décroissance structurelle alors que les marchés de l'électronique, de l'aéronautique sont en croissance dans le monde.

Outre la question de l'optimisation sur la santé plusieurs fois évoquée, à travers ces quatre quadrants, on constate donc que certains secteurs disposent de gros marchés mais de moyens R&D limités, alors que réciproquement, des 'petits' secteurs consomment une part non négligeable de la ressource publique. A ressource constante, la question qui se pose donc au politique est soit de renforcer ces secteurs en dégradation soit au contraire de réaffecter les ressources sur les secteurs en croissance.

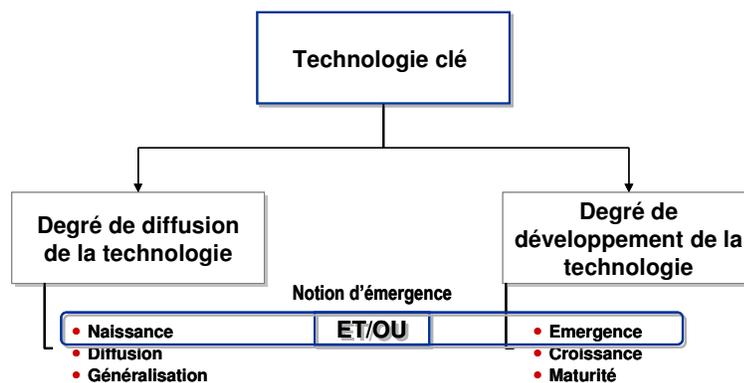
3.2 Les technologies clés et les technologies clés émergentes : quels enjeux pour la France ?

L'exercice « Technologies Clés 2010 » a identifié 7 secteurs et 83 technologies clés, i.e. les technologies stratégiques pour la France à moyen terme.

3.2.1 Les technologies clés émergentes

Pour qualifier la notion d'émergence nous nous sommes basés sur l'exercice « technologies clés 2010 », exercice récurrent depuis 1995 et qui été effectué sous l'égide de la DGE. Dans ce rapport la notion d'émergence peut se traduire par un état de marché naissant, ou par un degré de développement technologique limité. Ces deux notions sont fondamentales et doivent être distinguées dans l'analyse présente de l'action des acteurs publics sur les Technologies Clés émergentes.

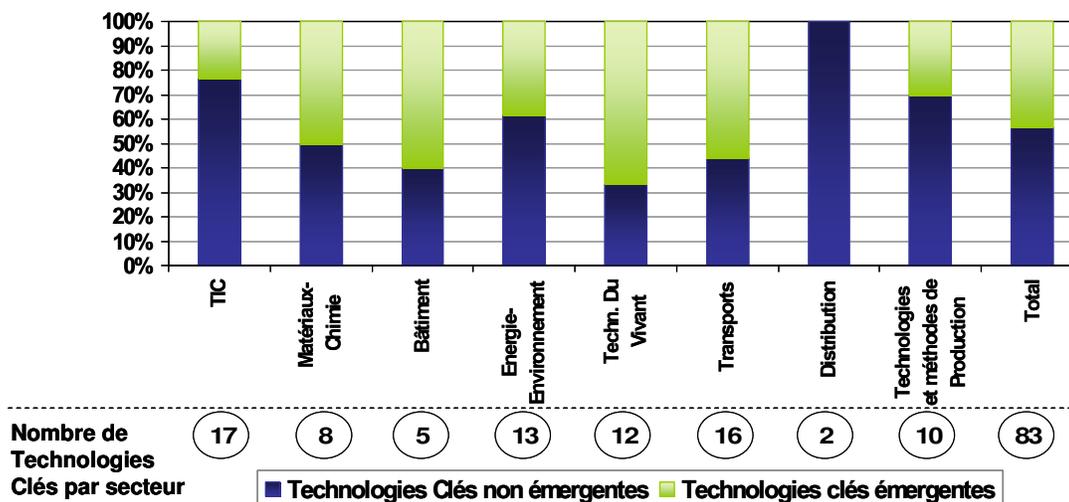
Figure 1 - Définition des Technologies Clés Emergentes



Source : « Technologies Clés 2010 », Minefi

La part des technologies clés émergentes est très hétérogène selon les secteurs, comme le montre le graphique ci-dessous.

Graphique 4 - 43% des "technologies clés 2010" sont identifiées comme émergentes



Source : « Technologies Clés 2010 »

Le secteur des « Technologies du vivant – Santé – Agroalimentaire » regroupe 12 technologies clés dont 66% sont des technologies clés émergentes (au sens de la maturité technologique et/ou de la maturité du marché). A contrario, le secteur de la « Distribution – Consommation » ne recense aucune technologie émergente parmi les deux technologies clés identifiées.

Les technologies clés pour 2010 comprennent 36 technologies clés, réparties sur sept secteurs définis dans le rapport « Technologies Clés 2010 » :

- ▶ Technologies de l'information et de la communication ;
- ▶ Matériaux – Chimie ;
- ▶ Bâtiment ;
- ▶ Energie – Environnement ;
- ▶ Techniques du Vivant ;
- ▶ Transports ;
- ▶ Technologies et méthodes de production.

3.2.2 L'émergence qualifie un pari, simple ou double

En croisant la notion d'émergence du marché et la notion d'émergence de la technologie on obtient alors trois zones pouvant regrouper des technologies clés émergentes, et une zone objectif regroupant les technologies clés opérationnelles.

Figure 2 – Trois zones d'interventions pour les acteurs publics

	Diffusion/attente faible	Diffusion/attente moyenne ou forte
Dév. Tech. en cours	<p>A</p> <p>Technologie émergente « Double Pari »</p>	<p>B</p> <p>Technologie émergente « Pari Technologique »</p>
Dév. Tech. aboutis	<p>C</p> <p>Technologie émergente « Pari Marché »</p>	<p>Objectif final Technologie opérationnelle</p>

Une technologie peut être émergente et s'adresser elle-même à des marchés en émergence (zone A). La recherche publique prend donc un double pari, à savoir, un pari sur les recherches qui doivent déboucher sur des technologies opérationnelles, et un pari sur le marché qui reste à créer. Les technologies identifiées ici concernent donc des actions de moyen et long terme.

Une technologie peut être émergente et s'adresser à un marché dont la demande est mature (zone B). En ce cas, le marché est en attente de développement de technologies opérationnelles le plus rapidement possible pour satisfaire des besoins existants. Une technologie peut enfin être dans une phase de développement avancé, mais concerner des marchés actuellement balbutiants (zone C).

L'objectif ultime est de transformer les technologies émergentes en technologies matures. Les moyens disponibles pour accélérer la transition d'un stade d'émergence vers un stade de maturité représentent un enjeu stratégique et doivent être identifiés.

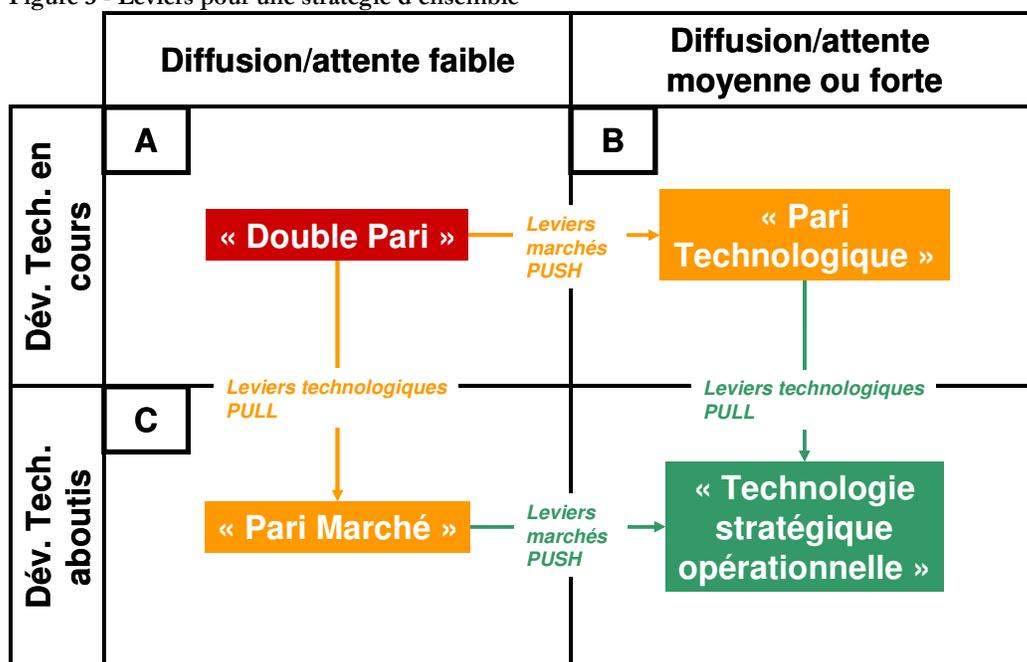
3.2.3 Accélérer le passage de l'émergence vers la maturité : un enjeu stratégique pour la recherche publique

Les parties prenantes de la recherche scientifique ont identifié 83 technologies clés pour le devenir de la société française, technologies recensées dans le rapport « Technologies Clés 2010 ». Parmi ces 83 technologies à enjeux stratégiques, 36 ont été identifiées comme émergentes car elles n'atteignent pas encore la maturité technologique et/ou le marché n'est pas mature pour utiliser ces technologies. Cet outil donne un état des lieux d'ensemble cohérent et partagé sur les développements scientifiques attendus.

L'Etat, au travers des OPR qu'il finance, a donc tout intérêt à faciliter le passage d'un stade d'émergence à un stade de maturité en utilisant tous les outils à sa disposition. Cette vision stratégique des technologies clés est donc un pilier indispensable à une stratégie de recherche globale dont l'un des objectifs est d'améliorer le bien-être de nos citoyens grâce à la mise en place opérationnelle de développements scientifiques. Les acteurs publics sont donc confrontés à trois situations :

1. une situation de double pari avec un pari sur le marché et un pari technologique ;
2. une situation de simple pari sur la technologie ;
3. une situation de simple pari sur le marché.

Figure 3 - Leviers pour une stratégie d'ensemble



Pour une technologie clé arrivée à un stade de développement scientifique opérationnel (cas C) il conviendra d'identifier toutes les actions possibles pour accélérer l'utilisation de ces technologies par les acteurs publics et privés. Différentes solutions sont envisageables qui ne sont pas toutes recensées car ce n'est pas l'objectif premier de la mission. On peut penser à des stratégies de type PUSH de soutien de la demande sur le transfert d'informations, des mesures de défiscalisation, d'abondements, des adaptations législatives etc. pour favoriser l'adoption par le marché des nouvelles technologies.

Pour une technologie correspondant à « un pari technologique » et à une attente réelle concernant un enjeu majeur¹¹ (cas B), les acteurs publics doivent adopter des stratégies de type PULL. On peut penser à une analyse stratégique de Go/No Go, impliquant une analyse de risque-opportunités-coûts-bénéfices, d'analyses de besoins, de recherches d'informations (pour annuler toute asymétrie d'informations¹² en sa défaveur), identification des programmes de recherche dans lesquels les nouveaux besoins pourraient être traités, l'analyse des moyens complémentaires etc.

Dans le cas de technologie correspondant à un double pari technologique (cas A), l'Etat doit identifier quels sont les premiers leviers à mettre en œuvre.

Dans tous les cas, la stratégie publique nécessitera une information parfaite sur les besoins du marché d'une part, sur les actions de recherche entreprises par chaque OPR d'autre part. Or, nous verrons que l'Etat ne dispose pas toujours d'un niveau parfait d'informations. Il n'est notamment pas capable d'identifier précisément les actions de recherche entreprises par chaque acteur pour chacune des technologies clés émergentes (pour plus de détails cf. chapitre 3.7).

Or, sans information parfaite disponible pour les organismes de tutelle il est difficile de concevoir que l'action publique soit optimisée.



¹¹ Ces situations ont été préalablement identifiées par le rapport Technologies Clés 2010

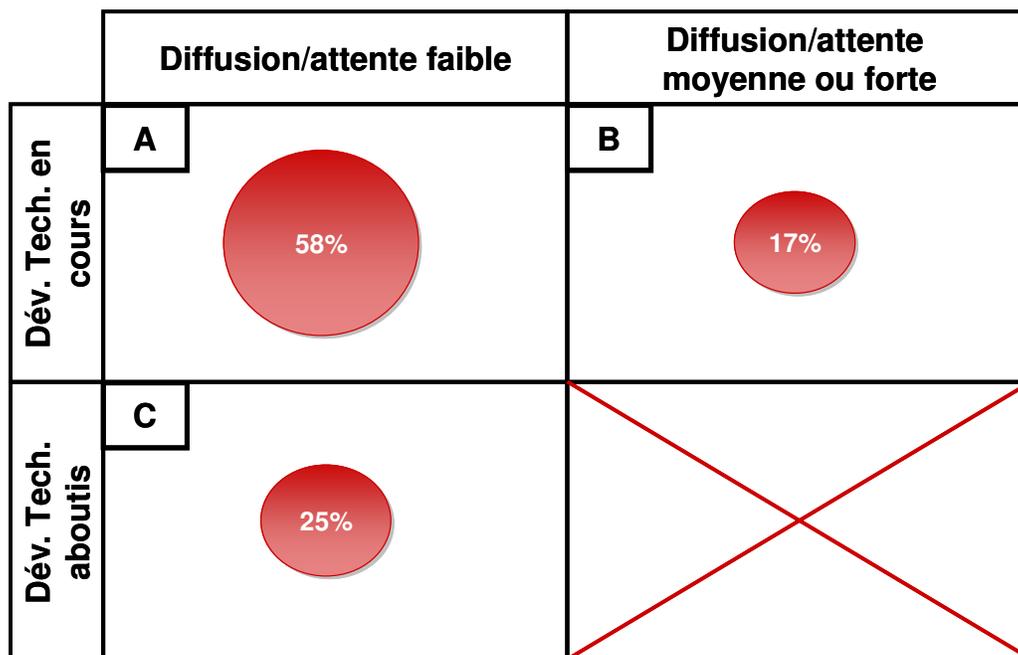
¹² Le concept d'asymétrie d'informations est un concept clé de l'économie industrielle. Elle définit un état où plusieurs agents n'ont pas le même niveau d'informations ce qui peut conduire un agent à prendre des décisions non optimales par manque d'informations. Pour plus d'informations se reporter aux nombreux ouvrages de J.J. Laffont et J. Tirole.

3.2.4 La majorité de technologies clés émergentes sont des doubles paris sur l'avenir

La zone A correspond donc à une zone de **doubles paris** (un pari technologique et un pari marché) alors que les autres zones correspondent à des zones de **paris simples** (soit un pari technologique soit un pari marché).

Le rapport « Technologies Clés 2010 » a identifié 83 Technologies, parmi lesquelles 43% sont classées comme émergentes, l'émergence pouvant s'entendre au sens « Degré de diffusion de la technologie » (ce qui revient à analyser la maturité du marché) et « Degré de développement » (ce qui revient à analyser la maturité technique). Une analyse poussée prenant en compte le double critère d'émergence permet d'identifier que 58% des technologies clés émergentes à 2010 reposent à la fois sur un pari marché et sur un pari technologique.

Figure 4 - Plus d'une technologie clé émergente sur deux est un double pari



Source : rapport Technologies Clés 2010

Cependant, derrière le double pari se cache d'autres enjeux. Une technologie qui est rentrée dans un stade de développement suffisamment avancé et qui répond à des attentes d'un ou de plusieurs acteurs économiques rentre en compte dans le développement économique, social et sociétal d'une nation.

Une technologie émergente doit donc passer le plus rapidement possible au stade de maturité pour jouer un rôle actif dans notre société.

Or, il y a fort à parier que le temps nécessaire pour rendre active une technologie dans un stade de double émergence sera plus long que le temps requis pour une technologie dont le marché ou les développements scientifiques auront passé le seuil de l'émergence.

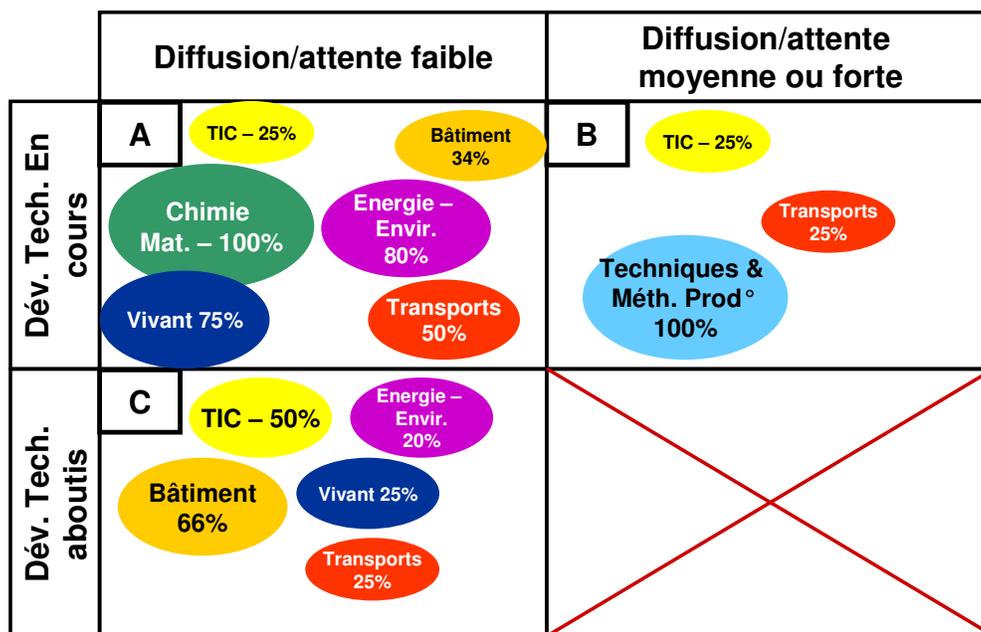
La dynamique de ce schéma illustre l'intérêt pour la politique publique à agir sur le marché et la demande technologique (cas C) par la fiscalité par exemple, et/ou sur l'offre technologique (cas B). Cette articulation est fondamentale dans le sens où la rupture de la chaîne de l'innovation conduit trop souvent à l'échec économique.

Dans le cas présent, plus d'une technologie clé émergente à 2010 sur deux étant dans un stade de double émergence l'ensemble des acteurs de la recherche doit s'interroger pour diffuser au plus vite ces technologies, soit en stimulant le marché, soit en optimisant la ressource publique sur les efforts de recherche scientifique afin d'accélérer la mise à disposition de ces technologies clés émergentes pour l'ensemble de la communauté.

3.2.5 Les doubles paris concernent un secteur sur deux

La part des doubles paris est très hétérogène selon les secteurs, comme le montre le graphique ci-dessous.

Figure 5 - Les doubles paris concernent essentiellement les Sciences du Vivant, Chimie & Matériaux, Energie-Environnement



Pour les secteurs des TIC, du Bâtiment et des Transports moins d'une technologie clé émergente sur deux repose sur un double pari. Ces secteurs représentent des enjeux économiques, financiers, sociaux et sociétaux considérables et sont essentiels au rayonnement économique de la France.

D'autres secteurs, aux enjeux aussi importants, concentrent plus de 75% de leurs technologies clés émergentes dans la zone des doubles paris. Les investissements sur les technologies clés émergentes de ces secteurs sont donc plus exposés à des risques exogènes.

Pour ces secteurs la stimulation des marchés et la bonne stimulation des développements scientifiques par les acteurs publics peuvent donc se poser.

3.3 La quasi-totalité des technologies clés est abordée par les Organismes Publics de Recherche

3.3.1 La quasi-totalité des technologies clés émergentes est traitée par au moins un acteur de la recherche publique

Les questionnaires renvoyés par les acteurs permettent d'identifier précisément quel acteur est actif pour chacune des technologies émergentes identifiées par les parties prenantes de la recherche comme stratégiques à 2010 pour la France.

Tableau 4 - La quasi-totalité des technologies clés émergentes est traitée par les organismes publics de recherche ayant répondu au questionnaire¹³

Domaines	N°	Description technologies clés	CEA	CNRS	CNES	INRA	INSERM	Ademe	IFP	IRSN	Pasteur	ANRS	BRGM	CIRAD	CEMAGREF	INRIA	IPEV	CSTB	Curie	INRETS	
TIC	4	RFID et cartes sans contacts																			
	8	infrastructures réseaux diffus						✓								✓					
	9	virtualisation des réseaux														✓					
	13	technologies du web sémantique	✓														✓				✓
Matériaux - Chimie	18	matériaux nanostructurés et nanocomposites	✓		✓	✓		✓	✓	✓											
	21	biotechnologies industrielles				✓		✓					✓	✓	✓						✓
	22	microtechnologies pour l'intensification des procédés	✓						✓												
	24	fonctionnalisation des matériaux	✓		✓	✓															
Bâtiment	26	systèmes d'enveloppe de bâtiment						✓													✓
	27	matériaux composites pour la construction à base de bio						✓													
	30	intégration des ENR dans le bâtiment	✓					✓					✓								✓
	36	composants d'éclairage à rendement amélioré						✓													
Energie - Environnement	37	capture et stockage du CO2 de centrale à charbon						✓	✓				✓								
	41	automatisation du tri des déchets						✓													
	42	dégradation des déchets fermentescibles		✓		✓							✓	✓	✓						
	43	traitement des odeurs non confinées						✓													
Sciences du Vivant - Santé - Agroalimentaire	44	transgénése	✓	✓		✓	✓				✓			✓							✓
	45	thérapie cellulaire	✓	✓		✓	✓			✓	✓										✓
	46	protéomique	✓	✓		✓	✓									✓					✓
	47	thérapie génique	✓	✓		✓	✓														✓
	48	génomique fonctionnelle à grande échelle	✓	✓		✓	✓						✓				✓				✓
	50	vecteurisation	✓	✓		✓	✓														✓
	51	ingénierie des anticorps monoclonaux		✓		✓	✓							✓							✓
Transports	54	contrôle des allergies alimentaires	✓			✓	✓				✓										
	56	architecture et matériaux pour infrastructure de transport						✓													✓
	57	travaux d'infrastructures furtifs																			
	58	infrastructures routières intelligentes															✓				✓
	63	turbomachines																			
	66	architecture électronique des véhicules															✓				✓
	67	gestion de l'énergie à bord des véhicules	✓		✓			✓	✓								✓				✓
	68	liaisons de données véhicule infrastructure				✓											✓				✓
	69	systèmes aériens automatisés																			
	70	positionnement et horodatage ultraprécis				✓															✓
Techn. & Matériaux "ProC"	80	procédés de mises en forme de matériaux innovants	✓																		✓
	82	ingénierie des systèmes complexes	✓		✓		✓														✓
	83	transfert de technologie	✓		✓	✓	✓		✓				✓		✓						✓

Sources : Déclaration des OPR

Etant entendu que l'ensemble des acteurs n'a pas répondu, ou bien que certains questionnaires ont été partiellement remplis, on peut donc affirmer que la **quasi-totalité des technologies clés émergentes est couverte par au moins un acteur de la recherche publique**. Il n'y a donc pas, a priori, de gros 'trou' dans la couverture des technologies clés émergentes.

Cependant, la dotation budgétaire étant concentrée dans les mains de quelques acteurs il convient de nuancer le propos au regard de ce critère.



¹³ Réponses envoyées avant le 17.XII.2007

3.3.2 66% des technologies clés émergentes sont traitées par des OPR

Quatre technologies clés émergentes n'ont pas été identifiées comme étant couvertes par les acteurs publics qui ont répondu aux questionnaires de cette mission. Ces technologies sont les suivantes¹⁴ :

- ▶ TC 4 - RFID et cartes sans contact ;
- ▶ TC 57 - Travaux d'infrastructures furtifs ;
- ▶ TC 63 - Turbomachines ;
- ▶ TC 69 - Systèmes aériens automatisés.

Les enjeux liés à ces technologies sont importants et **il est possible que ces technologies soient couvertes par des acteurs de la recherche publique qui n'ont pas répondu au Sénat**. Parmi ceux qui ont répondu, le CNES a indiqué, au cours de nos entretiens, disposer de compétences sur les turbomachines, bien que ces compétences soient centrées sur le spatial, même si son questionnaire n'en faisait pas mention.

Cependant, comme cette mission a démontré que le rapport « Technologies Clés 2010 » n'identifiait pas précisément quels acteurs sont effectivement actifs sur les technologies clés émergentes¹⁵, il convient de vérifier si ces technologies, identifiées comme stratégiques pour la France par les parties prenantes de la recherche publique, sont **effectivement** bien traitées par des organismes de recherche publique.

D'autre part, un certain nombre de technologies n'est pas directement, ou indirectement, traité par les cinq organismes publics de recherche qui concentrent les trois quarts de la dotation budgétaire. Cette liste est donnée dans le tableau ci-après.

¹⁴ Pour plus de précisions le lecteur se reportera au rapport « Technologies Clés 2010 » publié par la DGE, le code TC indiquant le N° de Technologie Clé attribué dans le rapport.

¹⁵ Voir paragraphe spécifique sur ce point

Tableau 5 - Liste des technologies clés émergentes non couvertes par les cinq plus gros acteurs de la recherche publique en France

Domaines	N°	Description technologies clés
TIC	4	RFID et cartes sans contacts
	8	infrastructures réseaux diffus
Energie - Bâtiment Environnement	26	systèmes d'enveloppe de bâtiment
	27	matériaux composites pour la construction à base de biomasse et de recyclés
	36	composants d'éclairage à rendement amélioré
	37	capture et stockage du CO2 de centrale à charbon
	41	automatisation du tri des déchets
Transports	56	architecture et matériaux pour infrastructure de transport terrestre
	57	travaux d'infrastructures furtifs
	58	infrastructures routières intelligentes
	63	turbomachines
	66	architecture électronique des véhicules
	69	systèmes aériens automatisés

Ici encore, les enjeux liés à ces technologies sont importants et il convient de vérifier si les moyens affectés sur les recherches portant sur ces technologies identifiées comme stratégiques sont en rapport avec les enjeux. Le chapitre 3.1 identifie clairement que les enjeux économiques et sociaux sont très importants dans les secteurs des transports et du bâtiment.

3.4 Des efforts publics qui se concentrent sur la zone des doubles paris

Sur la base des questionnaires adressés, on peut se rendre compte que la zone des doubles paris qui concentre vingt technologies¹⁶ est bien couverte. En moyenne, une technologie de double pari est couverte par quatre acteurs de la recherche publique, et 95% des technologies clés émergentes de cette zone sont couvertes par au moins un acteur. Les autres zones ont des taux de couverture de 80% environ, et chaque technologie clé émergente est couverte par un plus faible nombre d'acteurs : 3,3 en moyenne par technologie.

¹⁶ Sur les 36 identifiées comme émergentes

Figure 6 - Les efforts publics se concentrent sur la zone des doubles paris

	Diffusion/attente faible	Diffusion/attente moyenne ou forte
Technologies émergentes	<p>A</p> <p>20 technologies 95% des technologies adressées 4 acteurs / technologies couvertes</p> <p>4 acteurs Par techno En moy.</p>	<p>B</p> <p>6 technologies 83% des technologies adressées 3,3 acteurs / technologies couvertes</p> <p>3,3 acteurs Par techno En moy.</p>
Technologies matures	<p>C</p> <p>9 technologies 78% des technologies adressées 3,3 acteurs / technologies couvertes</p> <p>3,3 acteurs Par techno En moy.</p>	

Source : réponses au questionnaire

Cette concentration des acteurs de la recherche publique dans la zone des doubles paris n'est pas surprenante en soi : il est également attendu des acteurs publics qu'ils se concentrent sur les technologies où les risques sont les plus importants. Les technologies à paris simples étant par nature moins risquées, on peut penser que ces technologies doivent également être traitées par la sphère privée.

Il faut donc précisément instruire la question de la capacité des acteurs à transmettre le fruit de leurs travaux vers l'aval, l'objectif de la recherche étant de transférer et de mettre à disposition son savoir pour que l'ensemble de la sphère nationale puisse en profiter, et le plus rapidement possible. Ce point est abordé dans le chapitre 3.7

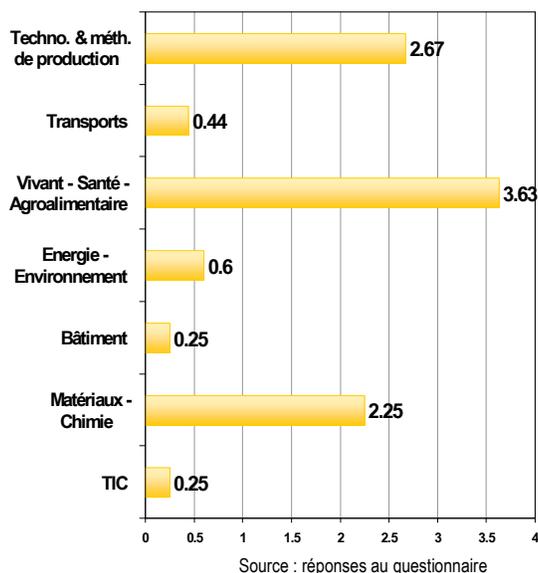
3.5 Les efforts des cinq plus grands organismes se concentrent sur un domaine : les sciences du vivant



Le graphique 1 (cf. chapitre 2.3) illustre une des principales caractéristiques de la recherche française : cinq organismes concentrent les trois quarts du budget total de la recherche française. Il faut donc prendre cette concentration en ligne de compte dans nos analyses : un « effort important » ne se traduit pas par les mêmes moyens budgétaires selon que l'on est au CEA ou à l'ANRS.

C'est la raison pour laquelle nous avons voulu également consacrer une partie de notre mission sur une analyse se centrant sur les cinq grands organismes de la recherche (en ressources budgétaires s'entend). Le graphique suivant présente le nombre moyen d'acteurs de ce « Top 5 » par technologie clé émergente, pour chaque domaine économique.

Graphique 5 - Les cinq plus grands organismes se concentrent sur les technologies clés émergentes des Sciences du Vivant



En moyenne, une technologie clé émergente des Sciences du Vivant est couverte par plus de 3,5 acteurs (sur 5), contre 0,25 pour le secteur des TIC. Cela illustre clairement que les cinq principaux acteurs de la recherche française se concentrent sur deux secteurs en particuliers :

- ▶ Les Sciences de la vie avec 3,6 acteurs (sur 5) par technologie clé émergente ;
- ▶ Matériaux – Chimie avec 2,3 acteurs (sur 5) par technologie clé émergente.

Le domaine Technologies & méthodes de production, identifié par l'outil « Technologies Clés 2010 » est un domaine à part, regroupant dix technologies clés, dont trois sont émergentes : Procédés de mises en formes de matériaux innovants, Ingénierie des systèmes complexes et Transfert de technologie. Du fait de leurs spécificités, la caractérisation en technologies clés peut prêter à confusion. En conséquence, ce domaine a été traité à part.

Sur les autres secteurs il n'y a même pas un acteur majeur de la recherche française par technologie clé émergente, alors que ces secteurs concentrent des enjeux économiques, sociaux, sociétaux et financiers considérables (cf. chapitre 3.1). Certes, les secteurs « Sciences de la Vie » et « Matériaux-Chimie » concentrent un grand nombre de technologies clés doublement émergentes, ce qui pourrait justifier cette concentration d'acteurs. Mais la part des technologies est également doublement importante sur le secteur « Energie-Environnement », secteur délaissé par les cinq principaux acteurs, alors que les enjeux associés sont importants.

Il y a donc clairement une concentration des moyens de la recherche publique sur deux secteurs, semblant laisser de côté de nombreuses technologies clés appartenant à des secteurs importants pour la société française.

Nous nous sommes posés la question de la coordination de ces efforts extrêmement concentrés. Nous avons pris comme exemple les Sciences du Vivant, car ce secteur bénéficie de la plus forte concentration de moyens, et il a déjà fait l'objet d'analyses fouillées de la part d'autres organismes¹⁷.

3.6 La collaboration des acteurs est elle optimale ? L'exemple des Sciences du Vivant

Le questionnaire instruisait la question de la coordination de la recherche publique, technologie clé émergente par technologie clé émergente. Certains acteurs ont indiqué leurs difficultés à répondre à cette question de la collaboration entre acteurs publics sur les technologies clés émergentes à 2010.

Nous avons centré notre analyse sur le secteur des Sciences du Vivant, car ce secteur concentre une grande partie des efforts des acteurs de la recherche d'une part, et parce qu'il illustre clairement les asymétries d'informations qui existe dans la recherche d'autre part.

¹⁷ Cf. la synthèse du rapport public thématique « La gestion de la recherche publique en sciences du vivant » de la Cour des Comptes de Mars 2007.

Tableau 6 - Budget des principaux organismes de recherches actifs dans les Sciences du Vivant (2006)

Acteur	Budget dédié
CEA/TIS	432 M €
INSERM	500 M €
INRA	680 M €
Pasteur	223 M €
CNRS/SDV	450 M €
Total	2 285 M €

Source : questionnaire Sénat - BIPE

Nous avons présenté dans la figure ci-dessous la synthèse des collaborations recensées par chacun des acteurs pour chacune des technologies clés émergentes qu'ils traitent. Pour plus de clarté nous avons représenté les cinq principaux organismes publics de recherche (qui concentrent près des trois quarts du budget de la recherche française) en bleu.

Ces organismes ayant tous répondu au questionnaire de manière correcte nous pouvons a priori nous attendre à une **symétrie des déclarations**, comme celle qui s'établit entre l'INSERM et le CNRS : chacun déclare individuellement collaborer avec l'autre organisme sur trois technologies clés émergentes.

Cette concordance entre déclaration individuelle est rare entre les principaux organismes publics recherche, comme le montre la figure ci-dessous. Dans la plupart des cas nous avons un décalage entre les déclarations des acteurs, ce qui révèle une **asymétrie d'information** troublante. Il convient de développer légèrement le concept d'asymétrie d'informations, concept clé de l'économie industrielle. L'asymétrie d'informations définit un état où certains acteurs ne disposent pas de l'intégralité de l'information disponible. Cet état peut conférer un désavantage lors de négociations, ou la prise de décisions non optimales¹⁸ dans le cas d'allocation de ressources, car l'un des acteurs ne dispose pas de la totalité de l'information nécessaire.

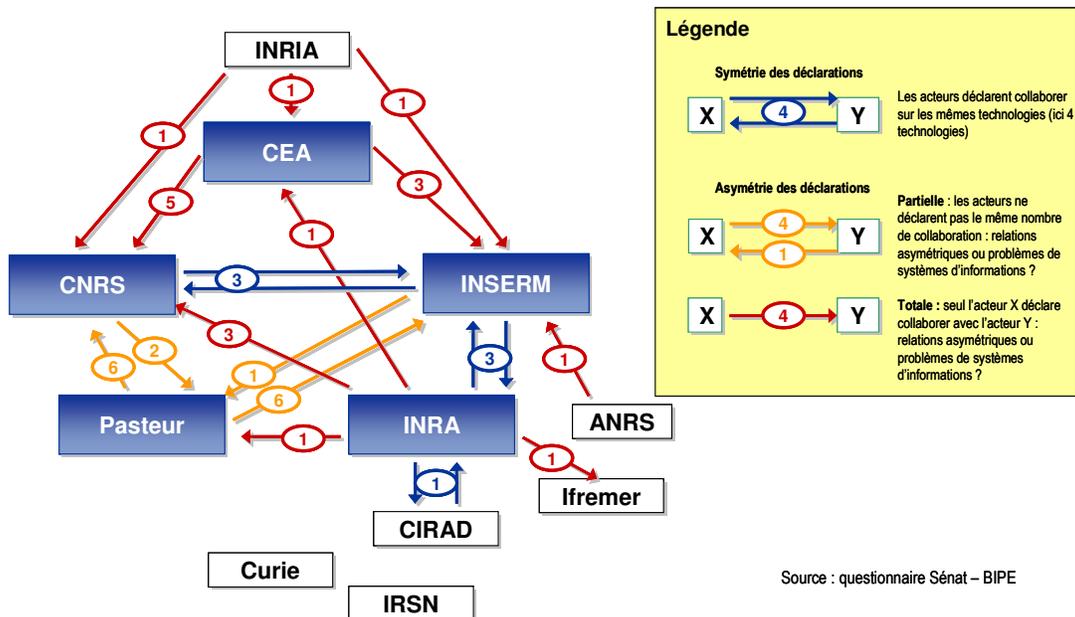


¹⁸ Pour plus d'informations le lecteur peut se reporter aux récents développements de la théorie économique, notamment ceux de Jean Tirole et de J. J. Laffont. Cf : « Economie de l'incertain et de l'information », Edition Economica

L'asymétrie est :

- ▶ soit **partielle** (par exemple entre Pasteur et l'INSERM, Pasteur indiquant collaborer avec l'INSERM sur six technologies clés alors que l'INSERM n'en identifie qu'une) ;
- ▶ soit **totale** (par exemple entre l'INRA et le CNRS, l'INRA identifiant collaborer avec le CNRS sur trois technologies clés émergentes alors que le CNRS n'a pas identifié de collaboration avec l'INRA).

Figure 7 - Les acteurs n'arrivent pas à retracer leurs collaborations¹⁹, l'exemple des sciences du vivant



Concernant les cinq principaux organismes de recherche qui concentrent près des trois quarts de la dotation budgétaire publique, sur les dix relations possibles entre acteurs :

- ▶ il y a symétrie des déclarations sur trois relations entre acteurs, soit 30% des cas ;
- ▶ il y a asymétrie partielle des déclarations sur deux relations entre acteurs, soit 20% des cas ;
- ▶ il y a asymétrie complète des déclarations sur cinq relations entre acteurs, soit 50% des cas.

Autrement dit, il est impossible de retracer clairement les collaborations entre acteurs dans 70% des cas. Or, ces collaborations, nécessaires, entraînent des dépenses budgétaires vraisemblablement importantes, notamment au regard du tableau 6 présenté ci-dessus. Il y a



¹⁹ Source : questionnaires renvoyés et reçus au 17.XII.2007

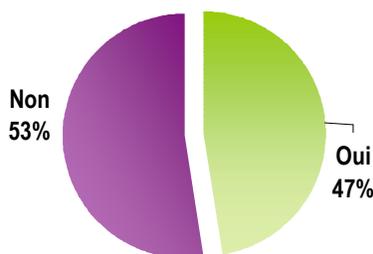
donc asymétrie d'informations sur les collaborations entre acteurs dans le domaine des Sciences du Vivant.

Elle est en grande partie générée par les systèmes d'informations et de suivis des acteurs qui ne centralisent pas la gestion de leurs collaborations avec les autres acteurs. Par voie de conséquence, cette asymétrie d'informations doit *probablement* se retrouver sur l'ensemble des acteurs, l'ensemble des secteurs et l'ensemble des technologies clés émergentes. Cette asymétrie d'informations est troublante à plus d'un titre. Elle peut être interne à un acteur de la recherche publique, illustrant des problématiques de bonne gouvernance sur des enjeux économiques et stratégiques majeurs. Externe, elle engendre des asymétries d'informations pour l'ensemble des parties prenantes de la recherche publique, qui pourraient se traduire par des problématiques de bonne gouvernance de l'ensemble de la filière, l'allocation des efforts pouvant peut-être être sous-optimisée.

3.7 Une passation vers l'aval qui reste à clarifier

La passation vers l'aval semble toujours être un maillon faible de la recherche publique française. En effet, moins d'un organisme sur deux ayant répondu au questionnaire se déclare actif sur le transfert de technologie²⁰ (cf. graphique ci-dessous).

Graphique 6 - Réponses des organismes de recherche publique à la question de l'investissement sur le transfert de technologie



Source : questionnaire Sénat – BIPE redressés par des entretiens

²⁰ La question était abordée directement dans le tableau « analyse du portefeuille des technologies ». Cf. partie 4 du questionnaire disponible en annexe. La proportion se base uniquement sur les organismes qui ont renvoyé un questionnaire au Sénat, même incomplètement rempli.

Le « transfert des fruits de la recherche vers l’aval » est donc une question clé, essentielle, pour analyser la performance publique, au travers de ses organismes de recherche, sur les Technologies Clés Emergentes.

Cette question a bien évidemment été abordée dans les questionnaires de manière directe (les acteurs devant indiquer s’ils sont actifs sur le transfert de technologie²¹) et indirecte (en citant les noms de leurs principaux partenaires publics et privés).

Le croisement de ces deux questions est illustré dans la figure ci-dessous. Les acteurs sont classés en colonne sur leur déclaration d’activité sur le transfert de technologie, et en ligne sur leurs capacités à identifier des collaborations avec les acteurs privés sur ces technologies clés émergentes. Cette figure recense les réponses aux questionnaires des acteurs. Les paragraphes suivants prennent en compte certains éclairages qualitatifs obtenus au travers de nos entretiens.

Figure 8 - Typologie des acteurs sur le transfert des fruits de la recherche

		Se déclare actif sur le « transfert de technologie » (technologie clé 83)	Ne se déclare pas actif sur le « transfert de technologie » (technologie clé 83)
Identifie des collaborations avec des entreprises privées	A	CEA CNES Cemagref BRGM INRETS INRA IFP	B CSTB Pasteur IRSN INRIA
	N'identifie pas de collaborations avec des entreprises privées	C Curie	D Cirad Ademe IPEV Ifremer ANRS INSERM CNRS

Source : réponses au questionnaire

La **zone A** recense donc les organismes qui se disent actifs sur le transfert de technologies et qui identifient clairement des partenaires privés²². Sur les dix neuf acteurs qui ont répondu partiellement ou totalement aux questionnaires, sept sont concernés, même si le nombre de collaborations peut parfois être limité.



²¹ Rappelons encore une fois que le transfert de technologie a été identifié comme une technologie clé 2010 (avec la référence 83) par les auteurs du rapport « Technologies Clés 2010 » publié par la DGE.

²² La méthodologie du questionnaire a conduit à séparer nettement la partie adressant le transfert de technologie et la partie où il était demandé de préciser les principaux acteurs avec lesquels l’organisme interviewé entretenait des collaborations actives.

La **zone B** recense les organismes ne se déclarant pas actifs sur le transfert de technologies mais qui identifient des collaborations, nombreuses avec le privé, sur les technologies clés émergentes. Quatre organismes sont concernés. Plusieurs raisons peuvent être avancées.

Les organismes publics de recherche peuvent donc collaborer avec ces entreprises sur les technologies clés dans une relation inverse que celle attendue, à savoir que ces Organismes Publics de Recherche (OPR) peuvent utiliser les productions d'autres OPR ou de certaines entreprises privées comme inputs dans leurs travaux de recherche. Cette situation peut également illustrer une déficience sur la structuration de la politique de transfert. Le cas de l'INSERM est assez intéressant : bien que cet organisme dispose d'une filiale dédiée au transfert de technologie (INSERM Transfert) cet organisme a répondu ne pas être actif sur le transfert de technologie, tout en identifiant dans le même questionnaire des collaborations avec des organismes privés. Un entretien en face à face a permis de corriger cette première affirmation, mais il a également révélé le manque apparent d'informations et d'outils de coordination sur la question essentielle du transfert de technologies. Or, ce transfert de technologie a été catalogué comme stratégique par les parties prenantes de la recherche en 2005²³. Si nous avons voulu conserver le classement issu du questionnaire dans la figure ci-dessus, c'est qu'il permet d'illustrer que cet enjeu crucial reste encore à instruire au sein d'un grand nombre OPR.

Dans ce cas, peut se poser la question de la juste valorisation de ce transfert des fruits de la recherche. Notons par exemple que l'INRIA est l'un des acteurs qui recense de très nombreuses collaborations avec des acteurs privés, nationaux ou internationaux, alors que la part des recettes privées dans son budget de fonctionnement reste très marginale contrairement à d'autres organismes comme le CEA par exemple.

La **zone C** recense l'organisme qui se déclare être actif sur le transfert de technologie mais qui n'identifie pas de collaboration sur les technologies clés émergentes. Ce cas n'est pas antinomique, l'organisme pouvant très bien être actif sur le transfert de technologie sans que cela concerne les technologies clés émergentes analysées dans le rapport. Rappelons que cet organisme travaille sur des technologies clés doublement émergentes, et qu'en conséquence, il est tout à fait probable que les travaux de recherche n'aient pas atteint la maturité nécessaire à tout transfert de savoir vers la sphère privée.



²³ Cf. le classement du transfert de technologie en technologie clé pour 2010 dans le rapport « Technologies Clés 2010 »

La **zone D** identifie les acteurs qui ne se disent pas actifs sur le transfert de technologies et qui n'ont pas été capables d'identifier dans leurs systèmes d'informations de collaborations actives avec des entreprises privées sur des technologies clés émergentes. Les finalités des acteurs présents dans cette zone divergent.

Aussi, le positionnement de certains acteurs dans cette zone, comme l'IPEV, n'est pas surprenant en soi. Le positionnement des « gros » organismes, l'INSERM et le CNRS, est plus surprenant et est sans doute une des conséquences des asymétries d'informations. L'INSERM a répondu ne pas être actif sur le transfert de technologie, alors qu'il dispose d'une filiale dédiée au transfert de technologie : INSERM Transfert. Quant au CNRS, il est probable que la question du transfert de technologie ne soit pas centralisée au plus haut niveau et/ou que son système d'informations ne permette pas de centraliser les collaborations avec la sphère privée.

Ces premiers résultats appellent donc plusieurs remarques. Il est évident que certains acteurs, ayant à disposition un système d'informations efficace, ont eu les moyens de remonter et de transférer au Sénat les informations nécessaires. Le classement des acteurs identifiés dans une zone paradoxale (i.e. les zones B et C) peut être le fruit d'un système d'informations peu efficace, ou bien d'un positionnement spécifique (c'est probablement le cas de l'institut Curie qui peut être actif sur le transfert de technologie avec d'autres organismes publics).

Mais ils révèlent également que la politique de transfert de technologie n'a peut être pas été rationalisée et centralisée dans certains organismes, même si elle existe dans les faits. Le cas des acteurs présents dans la zone D (i.e. ceux qui ne déclarent pas être actifs sur le transfert de technologie et qui n'identifient pas de collaboration active avec des entités du privé sur les technologies clés émergentes) est plus problématique. Il est fort probable que ce classement résulte pour certains d'un système d'informations ne permettant pas d'obtenir ce type d'informations (on peut penser à l'Ifremer). Mais il est probable que, pour certains de ces organismes, le transfert de technologie avec la sphère privée reste lettre morte.

3.8 Une meilleure identification des OPR actifs sur les technologies clés émergentes

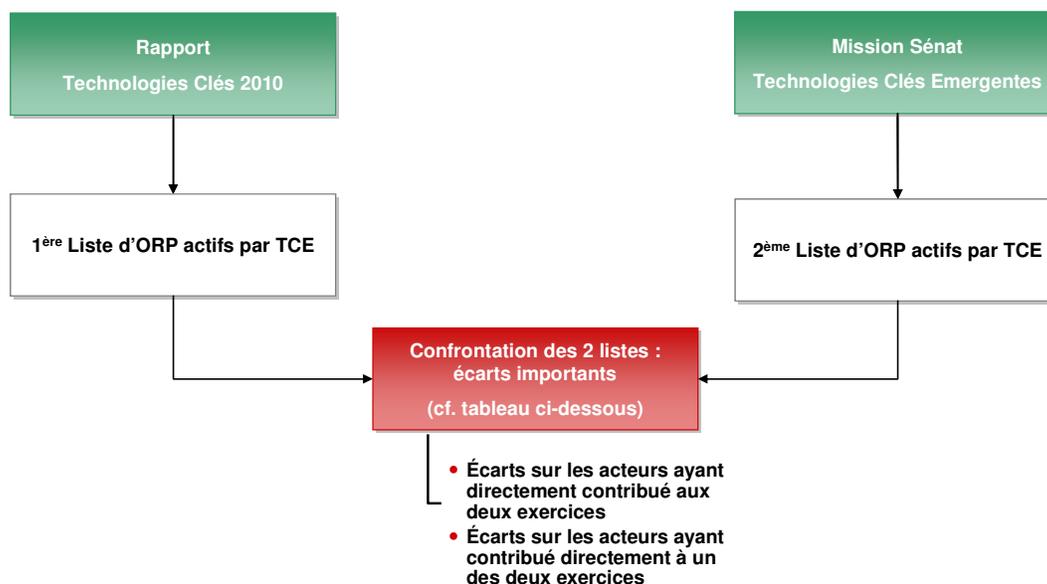
La confrontation entre les retours des questionnaires utilisés pour la présente mission et le rapport « Technologies Clés 2010 » est riche d'enseignements et illustre l'importance de la méthodologie retenue dans l'approche lorsque l'on analyse des secteurs où l'information est rare.

Il est utile de rappeler que le rapport Technologies Clés 2010 a été réalisé à partir de novembre 2004 sur une période de douze mois, et comprenait trois phases,²⁴ (La première phase a préparé les grandes orientations du projet, la deuxième phase a réuni des groupes d'experts²⁵ sur des enjeux de type besoins plutôt que technologiques, la troisième phase a synthétisé les approches²⁶).

Cette présente mission a été effectuée au cours du deuxième semestre 2007, séparée en deux phases : une phase de recueils d'informations par le biais d'un questionnaire adressé aux OPR, puis des entretiens qualitatifs et un Desk Research.

Un grand nombre d'organismes a donc collaboré aux deux missions (la liste est disponible en annexe 5.4). Si deux années séparent la réalisation de ces deux projets il existe cependant de nettes différences entre les acteurs identifiés comme actifs sur les technologies clés émergentes dans le rapport « Technologies Clés 2010 » et les déclarations des acteurs au cours de cette mission. Le principe de la méthode est expliqué dans la figure ci-dessous et les écarts sont illustrés dans le tableau attendant.

Figure 9 - Méthode retenue pour identifier si le rapport Technologies Clés 2010 et les déclarations des acteurs coïncident



²⁴ Source : Rapport Technologies Clés 2010

²⁵ Dont une grande partie était des représentants des OPR qui ont été contactés par la suite pour cette mission

²⁶ Pour plus de détails se référer au Rapport Technologies Clés 2010

Les écarts identifiés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 - Ecart entre le rapport « Technologies Clés 2010 » et les déclarations des acteurs portant sur le nombre de technologies clés émergentes qu'ils couvrent

Acteurs	Participation au rapport TC 2010	Nombre de TCE (source questionnaires)	Nombre de TCE (source : rapport Technologies Clés)
CEA	Oui	15	9
CNRS	Oui	8	4
INRA	Oui	14	8
INSERM	Oui	11	6
CNES	Oui	7	6
IFP	Oui	6	3
BRGM	Oui	6	5
INRIA	Oui	9	3
Ademe	Oui	13	12
INREST	Oui	9	4

Plus précisément sur les quinze instituts couvrant 90% du budget de la recherche publique qui ont retourné le questionnaire, aucun ne recoupe précisément le rapport Technologies Clés 2010.

Certains acteurs n'ont pas participé directement l'exercice Technologies Clés 2010, mais ont répondu au questionnaire adressé par le Sénat. Les écarts entre la liste des technologies clés émergentes issue du rapport Technologies Clés 2010 et la liste des technologies clés émergentes dressée à partir des questionnaires 2007 présente des écarts significatifs comme l'indique le Tableau 4. Par exemple, le rapport Technologies Clés 2010 avait identifié l'Institut Pasteur comme actif sur les Technologies Clés 44²⁷ (« Transgénèse »), 46 (« Protéomique ») et 51 (« Ingénierie des corps monoclonaux »). Selon le questionnaire rempli par le même acteur l'Institut Pasteur serait également actif sur les technologies 21 (« biotechnologies industrielles »), 45 (« Thérapie Cellulaire »), 47 (« Thérapie génique »), 48 (« Génomique fonctionnelle à grande échelle ») et 54 (« contrôle des allergies alimentaires »). Ces écarts ne sont pas a priori une surprise et pourraient s'expliquer par l'absence de l'Institut Pasteur aux travaux ayant aboutis au Rapport Technologies Clés 2010. Ils pourraient également s'expliquer par un investissement relativement récent, quoique peu probable, de l'Institut Pasteur sur ces technologies clés.

²⁷ La nomenclature technologique présentée ici reprend directement la nomenclature dressée par le rapport Technologies Clés 2010, pour pouvoir faciliter les comparaisons directes entre les deux approches.

Plus surprenant, il existe des différences notables sur le champ des technologies clés émergentes couvertes pour les acteurs ayant contribué à la fois à la présente mission et au rapport Technologies Clés 2010. Le cas du CEA en est un exemple typique car il a participé aux deux exercices (avec cinq représentants pour l'exercice « Technologies Clés 2010 »).

Dans le rapport « Technologies Clés 2010 » le CEA est identifié comme étant actif sur sept technologies clés, alors que ce même acteur s'identifie comme actif sur quinze technologies dans le questionnaire renvoyé au Sénat. Lorsqu'on regarde dans le détail, le CEA affirme par exemple ne pas être actif sur l'ingénierie des anticorps monoclonaux (Technologie 51) alors qu'il est identifié comme acteur direct dans le rapport « Technologies Clés 2010 ». Ce même rapport n'identifiait pas le CEA comme actif sur la technologie du Web Sémantique (Technologie 13), ou même actif sur les technologies des sciences de la vie à l'exception des technologies 51 et 54.

La méthode des questionnaires, retenue dans la présente mission, permet donc d'identifier précisément les actions des acteurs de la recherche publique, acteur par acteur et technologie par technologie. Cette approche, plus précise que celle retenue par le rapport Technologies Clés 2010 a toutefois des limites qu'il convient d'identifier précisément pour ne pas biaiser l'analyse. Ces questionnaires sont tout d'abord déclaratifs (tout comme la méthode retenue pour l'exercice Technologies Clés 2010), et l'appréciation est laissée au choix de l'acteur, même si certains entretiens ont permis d'éclairer ou de modifier certains points. D'autre part, un acteur peut intervenir en tant que développeur de la technologie (i.e. l'acteur est ici partie prenante des développements technologiques amonts), ou bien en tant qu'utilisateur (pour ne pas dire consommateur) de la technologie. Certains acteurs n'ayant pas été impliqués dans le rapport « Technologies Clés 2010 » il y a tout lieu de croire que le croisement des deux approches permet d'éclairer d'un jour nouveau la couverture réelle des technologies clés émergentes par les acteurs de la recherche publique.

A ce stade plusieurs conclusions peuvent être dressées, qui ne sont pas toujours satisfaisantes à l'endroit de la gouvernance de la recherche publique française. Tout d'abord, la recherche publique ne s'improvise pas, elle s'organise sur le long terme et *nécessite une vision d'ensemble cohérente*. L'outil des technologies clés répond à ce besoin de vision transversale.

Il existe cependant une asymétrie d'informations entre les acteurs de la recherche (instituts publics, entreprises privées et décideurs) et l'Etat, et asymétrie d'informations à l'intérieur même des organismes (le concept d'asymétrie d'informations identifie un niveau d'informations différents entre les acteurs).

L'asymétrie d'informations entre acteurs saute aux yeux lorsque l'on compare les résultats des questionnaires et des travaux issus du rapport « Technologies Clés 2010 », avec des écarts très nets entre la vision obtenue grâce au rapport Technologies Clés 2010 *par les organismes de contrôles* sur les actions des OPR sur les technologies clés émergentes et la réalité des actions des OPR. Ce manque d'informations des organismes de contrôles peut entraver la gouvernance d'ensemble de la filière. Cette asymétrie d'informations est également flagrante à l'intérieur de certains organismes dont les systèmes d'informations ne permettent pas de suivre avec précisions les actions de recherche entreprises par leurs chercheurs sur ces technologies clés émergentes²⁸.

Les décideurs publics ne disposaient donc pas, jusqu'à présent, des outils adéquats pour analyser si la recherche publique couvrait bien l'ensemble du champ des Technologies Clés d'une part, s'il n'y avait pas surinvestissement sur certaines technologies d'autre part.

Cette mission vient combler ce manque et éclairer le besoin de disposer d'un outil permanent permettant de suivre clairement les investissements des acteurs de la recherche publique sur les technologies clés émergentes. Avec l'utilisation de questionnaires, les décideurs publics disposent d'une vision plus cohérente des champs d'actions des acteurs de la recherche publique, sur la base de leurs déclarations. Il conviendrait toutefois de disposer de moyens plus importants pour *contrôler ces déclarations*, qui comprennent peut-être des biais déclaratifs.

²⁸ Source : entretiens qualitatifs, par exemple avec l'Ifremer, l'INSERM et l'INRA

3.9 Processus d'allocations et pratiques de fonctionnements

La répartition des ressources publiques auprès des OPR est aujourd'hui basée sur une discussion entre l'OPR et son (ses) autorité(s) de tutelle(s) à travers un « contrat d'objectif », dont la plupart arrive à échéance en 2010. Ce mécanisme « en point à point » permet difficilement d'obtenir une visibilité globale dans le cadre d'une politique publique coordonnée.

A l'intérieur de ces contrats d'objectifs, on note également de fortes disparités au sein des organisations en ce qui concerne les unités de comptes et la segmentation des objectifs génériques. Certains OPR affectent des objectifs contractuellement aux différents niveaux hiérarchiques avec, le cas échéant, des indicateurs budgétaires. Dans d'autres cas, il n'est pas possible de disposer d'une vue consolidée et de garantir la cohérence des objectifs.

Cette hétérogénéité présente une difficulté en termes de politique publique : il est quasiment impossible de disposer d'une vision quantifiée des ressources pour des projets ou des technologies partagées entre plusieurs acteurs, ce qui est un cas de plus en plus fréquent de part la nature des activités de recherche. Dans le cadre d'objectifs globaux, il semblerait légitime de rendre possible de telles consolidations à travers l'expression d'unités de comptes identiques. Il est possible dans ce cadre de se référer aux OPR les plus avancés afin de permettre la généralisation des bonnes pratiques.

En ce sens, il serait utile et peu coûteux de favoriser les échanges entre OPR sur des sujets d'organisation, de suivi budgétaire, de suivi de projets, de gestion des risques, de gestion des ressources humaines (recrutement, rémunération...) et de pratiques concernant la propriété industrielle et intellectuelle.

4 Conclusions

Trois types de conclusions et sept recommandations peuvent être dressées à l'issue de cette mission :

- ▶ Sur la démarche des organismes publics de recherches concernant les technologies clés émergentes ;
- ▶ Sur l'adéquation des efforts des acteurs publics sur les technologies clés émergentes ;
- ▶ Sur les asymétries d'informations qui perdurent entre les acteurs.

4.1 L'utilisation des technologies clés doit être renforcée

L'exercice « Technologies Clés » a été effectué trois fois depuis 1995, et a intégré de nombreux acteurs de la recherche publique. Ses avantages sont nombreux, notamment son caractère transversal qui permet d'obtenir une vision d'ensemble des acteurs de la recherche en France.

Cet outil peut être renforcé, notamment sur l'identification des acteurs intervenant sur les technologies clés. La démarche méthodologique utilisant un questionnaire suivi d'entretiens qualitatifs pourrait être intégrée dans une phase amont au prochain exercice d'ensemble portant sur les technologies clés pour une meilleure coordination.

Force est de constater que l'utilisation de ce référentiel ne s'est pas généralisée, certains acteurs ne l'ayant pas intégré dans leurs systèmes d'informations et dans leurs programmes de recherche. Ceci empêche toute fourniture d'une vision claire des actions d'ensemble et entrave la bonne gouvernance de la filière.

Ce manque dans les systèmes d'informations entraîne des asymétries d'informations (l'asymétrie d'informations est définie par la possession par certains acteurs d'un niveau d'informations supérieur à d'autres acteurs), asymétries d'informations généralement défavorables aux acteurs en charge de la gouvernance générale de la filière. Ces asymétries d'informations se retrouvent tant au niveau des acteurs qu'au niveau de la filière, et entravent probablement sa bonne gouvernance. Il est judicieux de noter à ce propos qu'un certain nombre d'acteurs n'ont pas répondu au Sénat.

4.2 Une concentration sur les technologies des sciences du vivant

La quasi-totalité des technologies clés émergentes est couverte par au moins un acteur de la recherche publique. Mais si l'on centre l'analyse sur les cinq organismes qui concentrent les trois quarts de cette dotation, on identifie que quatorze technologies clés émergentes ne sont pas traitées par les acteurs à forte dotation budgétaire. Ces technologies concernent des secteurs importants pour l'économie française : le bâtiment, les TIC, l'énergie & l'environnement, les transports alors que les enjeux y sont également très importants. A contrario, dix technologies clés émergentes, appartenant pour l'essentiel au domaine des Sciences du Vivant sont couvertes par au moins trois grands acteurs aux budgets importants, ainsi que d'autres acteurs aux moyens plus limités.

Il existe donc une concentration des efforts des organismes publics de recherche à forte dotation budgétaire sur une dizaine de technologies clés, sans que l'on puisse identifier si cette concentration est stimulée par une concurrence entre les organismes. On peut toutefois noter que la concurrence internationale y est vive.

Par contre, des secteurs économiques importants semblent délaissés par les organismes concentrant plus des trois quart de la dotation budgétaire publique Cette situation est-elle le résultat d'une stratégie coordonnée ou bien le résultat d'un manque d'informations des acteurs publics ? La question devra être posée rapidement aux organismes de contrôles.

4.3 Des enjeux forts sur la coordination des acteurs et sur le transfert de technologie

L'obtention d'une vision claire et cohérente de la coordination entre acteurs de la recherche publique est difficile à obtenir si l'on se réfère à l'exemple pris sur les sciences du vivant. Certains acteurs sont incapables de retracer clairement leurs collaborations. Ce point, lorsqu'on le rapproche avec le nombre d'acteurs, parfois très important, actifs sur certaines technologies, pose la question de l'allocation optimale de la ressource publique en matière de recherche sur les technologies clés émergentes. Il y a fort à parier qu'il existe probablement des marges de manœuvres permettant une plus grande efficacité de l'allocation de la ressource.

Le transfert de technologie a été identifié par les parties prenantes de la recherche comme technologie clé en émergence dans le rapport « Technologies Clés 2010 », traduisant ainsi :

- ▶ Que le transfert de technologie est un enjeu stratégique pour la recherche française ;
- ▶ Qu'il était à l'époque insuffisamment développé ; sa classification en Technologie Clé (Emergente) était destinée à accélérer la prise de conscience par la filière des enjeux importants associés au transfert de technologie.

Alors que la question du transfert de technologie a été abordée à plusieurs reprises dans le questionnaire, près d'un acteur sur deux a déclaré ne pas être actif sur le transfert de technologie. Le croisement avec d'autres informations, qu'elles soient issues du questionnaire, des entretiens ou bien d'autres rapports²⁹ confirment que le transfert de technologie n'est pas traité comme un objectif stratégique par les OPR.

4.4 Des pratiques de fonctionnements très hétérogènes

Nous n'avons pas identifié d'organisme public de recherche utilisant le référentiel Technologies Clés dans leurs arbitrages scientifiques et organisationnels, d'où des systèmes d'informations en décalage par rapport aux attentes du Sénat. Si certains acteurs peuvent reconstituer le référentiel « technologies clés » dans leurs systèmes d'informations (cf. le CEA ou l'IFP) on peut légitimement se poser la question de la marge d'erreur générée par cette reconstitution. Pour de nombreux organismes (Oseo-Anvar, Ifremer, INRA etc.) cette reconstitution est impossible à obtenir. Ce n'est pas le seul point différenciant. Les pratiques de valorisation diffèrent également, avec des logiques plus ou moins opérationnelles. Cette valorisation peut parfois ne pas être systématisée. Les pratiques concernant la propriété industrielle sont également très différentes selon les acteurs.

La pratique d'allocation des ressources par objectif est également très hétérogène selon les acteurs, en fonction de l'histoire de l'organisme, de son management et des finalités recherchées. Elle peut être Top-Down comme pour le CEA, ou Bottom-Up comme pour le CNRS. D'autres questions peuvent se poser, portant notamment sur le contrôle des contractualisations externes des laboratoires de recherche ou bien sur les indicateurs de suivis et de performance, afin d'évaluer les travaux de recherches et le management.



²⁹ Cf. par exemple la synthèse du rapport public thématique « La gestion de la recherche publique en sciences du vivant » de la Cour des Comptes, Mars 2007

Cependant, il convient d'insister sur l'importance de disposer à l'intérieur des systèmes d'informations, quelles que soient les méthodes d'allocations retenues, d'un référentiel commun et partagé par l'ensemble des acteurs, à l'instar du référentiel Technologies Clés.

4.5 7 recommandations

4.5.1 *La méthode des questionnaires à intégrer*

Le caractère transversal de l'outil « Technologies Clés 2010 » est essentiel pour la bonne gouvernance de la filière. Cependant, il ne permet pas d'identifier précisément les actions des acteurs de la recherche publique. La méthode des questionnaires utilisée dans cette mission offre un panorama complet et plus précis³⁰ des investissements en recherche de chaque acteur. Cette méthode devrait donc être intégrée au prochain exercice de prospective stratégique concernant la recherche publique.

4.5.2 *Identifier des leviers scientifiques et de marchés*

Les technologies clés émergentes sont stratégiques pour la France, à condition qu'elles puissent passer le plus rapidement possible au stade de technologie mûre. L'identification des leviers disponibles pour accélérer le passage du stade de l'émergence au stade de maturité est donc un objectif stratégique majeur pour l'ensemble des parties prenantes.

4.5.3 *Inciter à la collaboration avec des objectifs d'ensemble*

Nous avons constaté que l'asymétrie d'informations est présente dans la recherche publique : à part la méthode des questionnaires qui doit être recoupée avec d'autres outils, les autorités de tutelle n'ont pas de moyens pour identifier avec précisions quelles technologies sont traitées par chaque organisme de recherche. Ce manque d'informations des autorités de tutelle va donc entraver une politique coordonnée de collaboration entre acteurs, que ce soit au niveau des directions des OPR, ou même des différentes autorités de tutelles. Pour inciter les acteurs à se coordonner, en plus d'un outil de contrôle des actions il pourrait donc être judicieux d'explicitier, domaine par domaine, des objectifs stratégiques d'ensemble de la recherche publique, comme pourraient le faire l'ANR ou l'AERES.



³⁰ Quoique reposant, tout comme l'outil « Technologies Clés 2010 », sur les déclarations des acteurs

4.5.4 La couverture des technologies clés émergentes nécessite-t-elle un redéploiement des efforts budgétaires ?

Les efforts des acteurs de la recherche publique disposant de moyens budgétaires importants se concentrent sur les Sciences du Vivant, où la concurrence internationale est vive, laissant de côté des secteurs stratégiques pour la communauté.

Cette concentration peut être en partie le résultat d'un manque d'informations des organismes de tutelle qui semblent ne pas disposer de toute l'information nécessaire sur les actions de chaque organisme de recherche (cf. les informations portant sur l'asymétrie d'informations). La question de l'allocation optimale des moyens se pose donc.

4.5.5 Valorisation et Transfert de technologie : des actions de court terme

Les pratiques de valorisation des fruits de la recherche sont très hétérogènes selon les acteurs. En conséquence, une analyse comparative, interne et externe, peut apporter à certaines OPR des avantages non négligeables.

Le transfert de technologie est symptomatique de l'état des relations entre sphères privées et publiques lorsque l'on se penche sur la recherche. Classée comme Technologie Clé dans un stade émergent par la communauté scientifique il y a plus de deux ans pour symboliser l'importance du transfert dans la recherche, plus d'un organisme public de recherche sur deux déclare ne pas effectuer de transfert de technologie, ce qui pose la question de la finalité ultime des travaux de recherche de ces organismes.

4.5.6 Des outils de contrôles pour réduire les asymétries d'informations

Beaucoup d'organismes ne disposent pas d'outils de contrôles et de suivis permettant d'obtenir une vision stratégique et transversale. Cette absence est l'une des raisons du manque de coordination. Il est donc essentiel que des outils de suivis d'activité communs, soient adoptés par l'ensemble des organismes publics de recherche afin de permettre un meilleur pilotage de la ressource budgétaire.

4.5.7 Le besoin d'un référentiel commun

Les objectifs et les finalités des organismes publics de recherche diffèrent et les outils doivent s'adapter à ce contexte. Cependant, la recherche dispose de budgets conséquents pour contribuer au bien-être de la communauté au travers de ses découvertes.

Il est donc essentiel de disposer à l'intérieur des systèmes d'informations d'un référentiel commun, partagé et transversal afin de mesurer si les objectifs d'ensemble sont atteignables et les dotations budgétaires bien réparties. L'outil « Technologies Clés 2010 » dispose de caractéristiques intéressantes, notamment son caractère commun et transversal.

5 Annexes

5.1 Questionnaire

Le questionnaire envoyé aux 33 acteurs est présenté ci-après.

Enquête sur les technologies clés et les organismes publics de recherche

1 Introduction

Madame, Monsieur,

- Le BIPE est mandaté par le Sénat pour conduire une mission sur l'adéquation des objectifs et moyens des principaux organismes publics de recherche vis-à-vis des « technologies clés 2010 » identifiées par le rapport éponyme du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie^(*).
- Le questionnaire ci après vise à rassembler des informations quantitatives et factuelles. Il est adressé aux directions des 30 premiers organismes de recherche publique en France. Il sera éventuellement suivi par un entretien. Nous vous remercions de retourner votre réponse avant le <date>.
- Notre analyse se concentre sur les technologies émergentes, celles sur lesquelles les leviers d'action des organismes de recherche sont les plus forts. Par ailleurs, le champ de l'étude exclut les activités de recherche destinées uniquement à la Défense.
- Pour faciliter les traitements, en parallèle à l'échange de courrier, nous vous remercions de télécharger le questionnaire sur le site suivant <www.XX.fr> et de nous le renvoyer sur l'adresse électronique suivante :

Contact administratif: M/Mme XXX, courriel xx.yy@zz.fr tel. 01.....

Nous nous tenons à votre disposition pour toute information complémentaire.

Merci par avance de votre coopération.



(*) L'étude **Technologies Clés 2010** est disponible en ligne sur http://www.industrie.gouv.fr/liste_index/technocles2010.html et <http://www.tc-2010.fr/> et à la Documentation Française.

La liste des technologies clés (TC) émergentes se trouve en page 4 de ce questionnaire qui en compte 7.

2 Identité de l'organisme et du répondant

Nom de l'organisme :	
Nom & prénom de l'interlocuteur :	
Titre :	
Fonction :	
Date :	
Téléphone :	
Adresse électronique :	
Site Internet :	

3 Rappel des grandes données et orientations de votre organisation

3.1- Le statut juridique de votre organisme

	EPST	EPIC	EPA	GIPE	EPCSCP	Fondation	Autre (préciser)
Cocher ou préciser							

3.2- Effectif 2006 (Hors défense)

	Nombre	Equiv. Temps Plein	Charges financières (€ HT)	Organismes de rattachement / détachement (lister)
Personnel administratif				
Effectif travaillant pour votre organisation (inclus personnel attaché, exclus personnel détaché)				
Personnel exerçant une activité de recherche				
dont effectif directement salarié				



travaillant au sein de votre organisation				
dont personnel détaché salarié par votre organisation				
auprès d'acteurs publics				
auprès d'acteurs privés				
dont personnel attaché salarié par votre organisation				
en provenance d'organismes publics (y.c. thésards)				
en provenance d'organismes privés				
dont personnel attaché salarié par un tiers				
en provenance d'organismes publics (y.c. thésards)				
en provenance d'organismes privés				

3.3- Budget 2006 (En € hors taxe)

	Montant en € HT
Recette totale (Hors défense)	
Dont recettes publiques	
Provenant de l'étranger	
dont Commission européenne	
Provenant de France	
dont dotations/subventions directes	
dont études confiées par les pouvoirs publics (y.c. entreprises publiques)	
dont aides publiques indirectes	
Personnel rémunéré par un tiers public	
Usage gratuit de brevets, droit d'auteurs, savoir faire	
Accès à des infrastructures de recherche financés par des tiers	
Autres aides indirectes (immobilier, etc.)	
Dépense totale (Hors défense)	
Part de la dépense consommée en interne	
Pour cette dépense interne, répartition entre dépense d'investissement / masse salariale / autres achats	
Dépenses d'investissements	
Masse salariale	
Autres achats	

Part redistribuée à des tiers	
dont redistribuée à des tiers publics nationaux	
dont redistribuée à des tiers publics autres	

3.4- Principaux départements

3.4.1- Liste et dépenses par départements

	Intitulé du département	Effectif (ETP)	Dépense totale (*) (M€ HT)	Dépense d'investissement (M€ HT)	Dépense salariale (M€ HT)	Budget redistribué à des tiers	Autres achats (M€ HT)
1							
2							
3							
4							
5							
6							

(*) Dépense totale=Dépenses internes et externes

3.4.2- Liste des principaux projets et activités par départements par ordre décroissant de taille

	Intitulé du département	Projet 1/ Activité 1	Projet 2 / Activité 2	Projet 3 /Activité 3	Part de ces trois projets dans le budget des département (%)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

4

Analyse du portefeuille de technologies

Parmi les technologies clés 'émergentes', quelles sont celles sur lesquelles votre organisme apporte une contribution de recherche ou de développement :

Utiliser l'échelle suivante : 0 pour investissement nul, 1 pour faible, 2 pour moyen, 3 pour fort (en regard de vos ressources budgétaires)

		Recherche interne	Financement de tiers	Mise à disposition d'équipement ou de personnel
8	infrastructures réseaux diffus			
9	virtualisation des réseaux			
13	technologies du web sémantique			
18	matériaux nanostructurés et nanocomposites			
21	biotechnologies industrielles			
22	microtechnologies pour l'intensification des procédés			
24	fonctionnalisation des matériaux			
26	systèmes d'enveloppe de bâtiment			
27	matériaux composites pour la construction à base de biomasse et de recyclés			
30	intégration des ENR dans le bâtiment			
36	composants d'éclairage à rendement amélioré			
37	capture et stockage du CO2 de centrale à charbon			
41	automatisation du tri des déchets			
42	dégradation des déchets fermentescibles			
43	traitement des odeurs non confinées			
44	transgénése			
45	thérapie cellulaire			
46	protéomique			
47	thérapie génique			
48	génomique fonctionnelle à grande échelle			
50	vectorisation			
51	ingénierie des anticorps monoclonaux			
54	contrôle des allergies alimentaires			
56	architecture et matériaux pour infrastructure de			

	transport terrestre		
57	travaux d'infrastructures furtifs		
58	infrastructures routières intelligentes		
63	turbomachines		
67	gestion de l'énergie à bord des véhicules		
68	liaisons de données véhicule infrastructure		
69	systèmes aériens automatisés		
70	positionnement et horodatage ultraprécis		
80	procédés de mises en forme de matériaux innovants		
82	ingénierie des systèmes complexes		
83	transfert de technologie		

Source : Technologies Clés, édition 2006

4.1- Pour les technologies auxquelles vous contribuez, quels sont vos objectifs et enjeux scientifiques et technologiques ?

N°	Intitulé de la technologie	Départements concernés	Vos objectifs	Vos enjeux

Reprendre le numéro de la technologie donné en page 4

4.2- Qui sont vos principaux partenaires (ou autres organismes travaillant directement sur les mêmes sujets) par technologie ?

Préciser le nom avec la mention de P – Partenaires avec coopération active, A – Autres organismes

N°	Intitulé de la technologie	Acteurs français		Acteurs étrangers	
		Public	Privé	Public	Privé

- Sur les sujets où plusieurs acteurs publics sont compétents, comment sont fixées les priorités, le partage des sujets et des moyens entre acteurs ?

4.3- Quels engagements budgétaires consentez-vous par technologies ? (dépense interne et sous-traitée) – en millions d’euro sur l’ensemble du programme

N°	Intitulé de la technologie	Capital physique (équipement, infrastructures, foncier)	Ressource humaine (homme année*coût chargé)	Droits versés (brevets, copyright)	Autres dépenses

4.4- Dans quelle mesure estimez-vous avoir atteint vos objectifs ?

N°	Intitulé de la technologie	Avancée par rapport aux objectifs (forte, moyenne, limitée)	Nombre de publications (distinguer France et étranger)	Volume des prestations vendues à des tiers industriels (en € HT)	Dépôts de brevets ou de droits

5

Processus d'allocation des ressources

5.1- Pour un nouveau projet

- Quelles sont les principales étapes du processus de décision, de choix et de financement des projets ?



--	--	--	--	--

- Quels sont les critères de choix à chaque étape ?

	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4
Leadership scientifique				
Potentiel de marché et de valorisation				
Visibilité sur les moyens à engager				
Prise en compte des activités des autres acteurs publics				
Enjeux sociaux – sociétaux				
Contributions aux technologies clés				
Autre (préciser)				



- Qui sont les acteurs internes qui décident de l'allocation des ressources publiques dont vous disposez ? (*classement de 5 à 1, 5 étant le plus important*)

	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4
Direction générale				
Direction financière				
Direction des départements/division				
Direction des laboratoires				
Autre (préciser)				

5.2- Pour un projet lancé, en particulier ceux relatifs aux technologies clés ?

- A partir de quelle taille, un projet fait-il l'objet d'une revue annuelle ?

.....

- Dans ce cas, quels critères d'évaluation sont prioritaires?

.....

6 Les précisions que vous souhaitez apporter



Le SENAT et le BIPE vous remercient de votre coopération.

Retour du questionnaire à: M/Mme XXX, e-mail xx.yy@zz.fr tel. 01..... avant le <date>

5.2 Listing des acteurs interviewés

Tableau 8 - Liste des acteurs ayant répondu au 17.XII.2007

N°	Nom de l'organisme sélectionné	Réponse questionnaire	Entretien
1	CEA	✓	✓
2	CNRS	✓	✓
3	Cnes	✓	✓
4	INRA	✓	✓
5	INSERM	✓	✓
6	Ademe	✓	
7	IFP	✓	✓
8	IRSN	✓	
9	Oseo anvar		✓
10	Institut Pasteur	✓	
11	Cirad	✓	
12	IRD		
13	Onera		
14	Ifremer	✓	✓
15	Institut Curie	✓	
16	INRIA	✓	
17	Andra		
18	Brgm	✓	
19	Cemagref	✓	
20	CSTB	✓	✓
21	Muséum national d'histoire naturelle		
22	Ineris		
23	ANRS	✓	
24	INRETS	✓	✓
25	LCPC		
26	Cnrg		
27	IPEV	✓	
28	Renater		
29	INRP		
30	INED		
31	Adit		
32	CEE		
33	OST		

5.3 Liste des technologies clés émergentes

Tableau 9 - Liste des technologies clés émergentes (source : rapport Technologies Clés 2010)

Domaines	N°	Description technologies clés
TIC	4	RFID et cartes sans contacts
	8	infrastructures réseaux diffus
	9	virtualisation des réseaux
	13	technologies du web sémantique
Matériaux - Chimie	18	matériaux nanostructurés et nanocomposites
	21	biotechnologies industrielles
	22	microtechnologies pour l'intensification des procédés
	24	fonctionnalisation des matériaux
Bâtiment	26	systèmes d'enveloppe de bâtiment
	27	matériaux composites pour la construction à base de biomasse et de recyclés
	30	intégration des ENR dans le bâtiment
Energie - Environnement	36	composants d'éclairage à rendement amélioré
	37	capture et stockage du CO2 de centrale à charbon
	41	automatisation du tri des déchets
	42	dégradation des déchets fermentescibles
Sciences du Vivant - Santé - Agroalimentaire	43	traitement des odeurs non confinées
	44	transgénèse
	45	thérapie cellulaire
	46	protéomique
	47	thérapie génique
	48	génomique fonctionnelle à grande échelle
	50	vectorisation
51	ingénierie des anticorps monoclonaux	
Transports	54	contrôle des allergies alimentaires
	56	architecture et matériaux pour infrastructure de transport terrestre
	57	travaux d'infrastructures furtifs
	58	infrastructures routières intelligentes
	63	turbomachines
	66	architecture électronique des véhicules
	67	gestion de l'énergie à bord des véhicules
	68	liaisons de données véhicule infrastructure
	69	systèmes aériens automatisés
	70	positionnement et horodatage ultraprécis
Techn. & Méth. de Prod°	80	procédés de mises en forme de matériaux innovants
	82	ingénierie des systèmes complexes
	83	transfert de technologie

5.4 Deux-tiers des organismes ayant retournés un questionnaire ont collaboré à l'exercice « Technologies Clés 2010 »

Tableau 10 - Organismes ayant collaborés à l'exercice "Technologies Clés 2010" et ayant retourné un questionnaire au Sénat

Noms
CEA
CNRS
Cnes
INRA
INSERM
Ademe
IFP
Oseo-Anvar
INRIA
Brgm
CSTB
INRETS