



DEUXIEME CHAMBRE

TROISIEME SECTION

S2017-0917

RAPPORT PARTICULIER

(Articles L. 133-2, L. 143-3 et R. 143-1 du code des juridictions financières)

LA VALORISATION DE LA RECHERCHE CIVILE DU CEA

Exercices 2007-2015

Le présent document, qui a fait l'objet d'une contradiction avec les destinataires concernés,
a été délibéré par la Cour des comptes, le 10 février 2017.

**En application de l'article L. 143-1 du Code des juridictions financières, la communication de
ces observations est une prérogative de la Cour des comptes qui a seule compétence pour
arrêter la liste des destinataires**

TABLE DES MATIÈRES

SYNTHÈSE.....	5
LISTE DES RECOMMANDATIONS	7
1 L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE CIVILE DU CEA.....	9
1.1 Le CEA, un organisme public de recherche atypique.....	9
1.1.1 Une recherche d'excellence, en forte collaboration avec l'industrie.....	11
1.1.2 Un financement peu lisible, en tension sur le nucléaire, et en déséquilibre sur la valorisation	13
1.2 CEA Sciences, socle de la recherche fondamentale.....	16
1.2.1 Une recherche académique d'excellence	16
1.2.2 Une tradition de valorisation	18
1.3 La direction de l'énergie nucléaire, un pilier en décroissance	19
1.3.1 Un budget en baisse, entre crise de la filière nucléaire et coût du démantèlement	20
1.3.2 Des effectifs en décroissance et l'abandon de certains programmes de recherche	21
1.4 CEA Tech, une ambition audacieuse de valorisation.....	22
1.4.1 La recherche technologique de CEA Tech, une singularité en France.....	23
1.4.2 Une croissance massive et continue, à subvention constante.....	24
2 LA VALORISATION INDUSTRIELLE DE LA RECHERCHE.....	28
2.1 Le modèle « CEA » de valorisation industrielle de la recherche	28
2.1.1 Une politique dynamique de dépôt de brevets, dont les coûts ne sont pas compensés par les redevances associées	28
2.1.2 Une forte intensité de recherche partenariale, qui privilégie le contact direct des entreprises	32
2.1.3 La création d'entreprise, un parcours encouragé et balisé par le CEA.....	35
2.1.4 Une ambition de diffusion technologique qui nécessite des moyens	37
2.2 Les PRTT, la volonté du développement industriel régional.....	38
2.2.1 La création des PRTT, portée par une vision du transfert technologique	38
2.2.2 CEA Tech sans financement de l'État ou sans recettes industrielles : les modèles limites des différentes PRTT.....	40
2.2.3 La difficile mesure de l'impact de l'action du CEA en région.....	43
2.3 L'interaction du CEA avec l'écosystème de la valorisation	44
2.3.1 Une utilisation efficace des outils « historiques » de valorisation	44
2.3.1.1 Les incubateurs et les pôles de compétitivité	44
2.3.1.2 Les Instituts Carnot	45
2.3.1.3 Les autres programmes de valorisation de la recherche	45
2.3.2 Un modèle de valorisation incompatible avec les nouveaux outils du PIA	46
2.3.2.1 Instituts de recherche technologique (IRT)	47
2.3.2.2 Société d'Accélération du Transfert de Technologie (SATT)	48
2.3.2.3 Fonds national d'amorçage	50
2.3.2.4 France Brevet	50

3 LA VALORISATION NON MESURABLE DE LA RECHERCHE	54
3.1 Les collaborations scientifiques, nécessaires à l'innovation de rupture.....	54
3.2 L'enseignement et les doctorants, facteurs de compétitivité.....	55
3.3 Contributions aux questions sociales ou politiques.....	56
ANNEXES.....	58

En application des dispositions de l'article L. 143-1 du code des juridictions financières, le présent rapport, dès lors qu'il est rendu public, ne contient pas d'information relevant d'un secret protégé par la loi.

SYNTHÈSE

Le CEA, organisme historique de recherche publique

Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) a été créé en 1945, avec comme objectif de développer l'énergie atomique en France, pour des applications civiles et militaires, et un statut sur mesure pour cette mission. Le rapport se limite à la recherche civile du CEA, c'est-à-dire n'aborde pas les aspects concernant la direction des applications militaires (DAM), sur la période 2007-2015.

Au-delà du nucléaire civil d'origine, les objets de recherche se sont progressivement étendus : ses laboratoires travaillent désormais sur la physique de la matière, le climat, l'astronomie, les sciences du vivant, la nanoélectronique, les énergies renouvelables ou la robotique. La structuration assez hiérarchique de l'organisme, associée à une recherche de qualité, a installé le CEA durablement dans le paysage de la recherche publique en France. Les trois piliers de la recherche civile sont la direction de l'énergie nucléaire (DEN), CEA Sciences¹ et CEA Tech².

La DEN souffre du « désamour » du nucléaire, avec une baisse de la subvention de l'État et les difficultés financières de la filière. La décroissance de ses moyens a conduit à une contraction des effectifs et un recentrage sur les recherches les plus financées par les partenaires privés. Cette stratégie obère les possibilités d'innovation de rupture à moyen terme dans le domaine de l'énergie nucléaire.

CEA Sciences représente le pôle de recherche fondamentale du CEA. Le tropisme industriel du CEA s'y observe par la recherche d'applications découlant de ses résultats scientifiques, des contrats de recherche partenariale proportionnellement importants et le dépôt de brevets.

Enfin CEA Tech a fait le pari de la croissance financée par des recettes industrielles, sans accompagnement par la puissance publique, et se retrouve aujourd'hui dans une situation de forte dépendance aux contrats de recherche qui pourrait mettre en danger sa capacité à continuer à innover à moyen terme. La soutenabilité de CEA Tech est en effet remise en cause par sa stratégie de croissance externe : le choix doit être fait entre l'augmentation de la subvention ou la réduction des activités de valorisation de CEA Tech pour qu'un équilibre entre les contrats industriels et le ressourcement, c'est-à-dire la recherche en dehors de financements sur projet, puisse être retrouvé.

L'inversion de la part relative des sources de financement entre subvention et recettes industrielles pourrait induire un changement de la logique même de la valorisation : au lieu de chercher à faire mieux bénéficier les partenaires des résultats de recherche, elle risque de focaliser la recherche sur des sujets immédiatement et directement finançables par un partenaire industriel. Qu'il s'agisse de la DEN ou de CEA Tech, cet effet de focalisation excessive sur la recherche de cofinancements fait peser des risques sur l'excellence à terme de la recherche qui y est menée, voire de la simple possibilité d'une valorisation par assèchement du ressourcement.

¹ CEA Sciences correspond à la direction de la recherche fondamentale (DRF) dans l'organisation du CEA.

² CEA Tech correspond à la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

La valorisation de la recherche, inscrite dans l'ADN du CEA

La recherche publique française se voit parfois reprocher son manque d'implication pour la valorisation de ses travaux, en particulier industrielle. Le CEA est en ce sens atypique, avec une devise « de la recherche à l'industrie » qui est un reflet fidèle du quotidien des équipes de recherche. Des liens forts ont été progressivement tissés avec les industriels, tant dans le domaine nucléaire (EDF, AREVA NP, AREVA NC) que dans les autres domaines de spécialité du CEA (STMicroelectronics, Thalès, EADS). Une part importante du budget du CEA civil (22 %) est ainsi issue de recettes industrielles.

Le CEA a bâti un modèle intégré de valorisation, reposant sur une activité intense de dépôt de brevets, une force commerciale démarchant les entreprises afin d'obtenir de nouveaux contrats de recherche, et un parcours interne de création d'entreprises quand il s'agit du seul moyen de valorisation de nouvelles technologies. Ce modèle, original par rapport à celui consistant à tirer des revenus de vente de licence de brevets, conduit cependant à des coûts de propriété intellectuelle croissants.

La croissance de l'activité de CEA Tech repose sur une offre commerciale structurée et la prospection intensive d'entreprises cibles, notamment des petites et moyennes entreprises (PME). La création des plateformes régionales de transfert de technologies (PRTT), lancées en 2012, a permis d'étendre le champ de prospection à de nouvelles régions, au-delà des implantations historiques du CEA à Saclay et Grenoble. Le bilan dressé fin 2015 est très positif, ces plateformes ayant démontré leur capacité à répondre à un besoin, précédemment insatisfait, de contrats de recherche, notamment avec des PME.

Les forces de prospection commerciale, qui rencontrent un grand nombre d'entreprises, sont un élément unique dans le paysage de la valorisation de la recherche. Cette force commerciale pourrait être mutualisée au sein du CEA ou partagée avec d'autres organismes de recherche. La mesure de l'impact de ces PRTT sur l'économie reste par ailleurs une question ouverte : le coût public complet est plus élevé que la seule subvention accordée au CEA, mais les retours fiscaux directs et indirects sont également significatifs.

Le CEA a une longue tradition de valorisation de la recherche, et s'est organisé pour mobiliser efficacement les financements historiques dédiés à la valorisation (Instituts Carnot, incubateurs, pôles de compétitivité). Les investissements d'avenir ont bouleversé le paysage de la valorisation de la recherche publique, en y introduisant des financements massifs et des règles d'organisation contraignantes et structurantes, peu compatibles avec le modèle historique du CEA.

Des aménagements ont donc été apportés à certains outils du Programme d'Investissements d'Avenir (Institut de recherche technologique Nanoelec géré au sein du CEA et participation indirecte aux sociétés d'accélération du transfert de technologies GIFT et Paris-Saclay). Cependant, la structuration par le commissariat général à l'investissement (CGI) d'un système national, avec les IRT et les SATT, revendiquant l'exclusivité de la gestion de la propriété intellectuelle et de la maturation, vient en conflit avec le modèle du CEA. Les aménagements consentis au CEA permettent une cohabitation transitoire, sans que la logique de la juxtaposition des deux systèmes ne soit abordée.

Enfin, le CEA participe également à des formes plus diffuses de valorisation de la recherche, par des collaborations scientifiques (notamment en médecine), la formation aux métiers du nucléaire, l'accueil de doctorants et des apports ponctuels aux questions sociales ou politiques.

LISTE DES RECOMMANDATIONS

Recommandation n° 1 (Direction du budget et Direction générale de la recherche et de l'innovation) : Clarifier la structure budgétaire du CEA présentée au législateur, en identifiant les montants dédiés à la recherche fondamentale, au nucléaire et à la recherche technologique.

Recommandation n° 2 (Ministères de tutelle, CEA) : S'assurer que la subvention du CEA permet à CEA Tech de garantir une part de ressourcement suffisante.

Recommandation n° 3 (CEA) : Optimiser le portefeuille des brevets maintenus en fonction des licences concédées, ou des perspectives raisonnables de concession, afin d'en contenir le coût.

Recommandation n° 4 (CEA) : Modifier les clauses des contrats de licence de brevet, notamment les clauses de sous-licence, afin que le CEA ait une juste part des recettes associées en cas de succès.

Recommandation n° 5 (CEA) : Utiliser les stratégies de communication pour augmenter le flux d'affaires spontanés en matière de recherche partenariale.

Recommandation n° 6 (CEA) : Utiliser la force de prospection commerciale pour diffuser les technologies de CEA Sciences ou de la DEN et explorer, sous la forme d'accords bilatéraux avec des partenaires du CEA, la possibilité de diffuser des technologies venant d'autres organismes que le CEA.

1 L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE CIVILE DU CEA

1.1 Le CEA, un organisme public de recherche atypique

Le CEA est un établissement à caractère scientifique, technique et industriel, doté de la personnalité morale, ainsi que de l'autonomie financière et administrative³, créé en 1945⁴, avec un article préambule qui lui donne une personnalité particulière, à la fois proche du Gouvernement et très libre :

« De pressantes nécessités d'ordre national et international obligent à prendre les mesures nécessaires pour que la France puisse tenir sa place dans le domaine des recherches concernant l'énergie atomique.

La création d'un organisme susceptible d'assurer au pays le bénéfice de telles recherches a été mise à l'étude.

Il est apparu que cet organisme devait être à la fois très près du Gouvernement, et pour ainsi dire être mêlé à lui, et cependant doté d'une grande liberté d'action. »

Le champ d'action du CEA s'est progressivement élargi au-delà du nucléaire, son nom ayant été changé en 2009 pour y adjoindre « et aux énergies alternatives ». Le nouveau décret de 2016⁵ confirme l'extension de son champ d'action aux énergies de façon générale, dès lors que les compétences développées pour le nucléaire apportent un avantage compétitif. L'article 2 de ce décret précise les missions du CEA, et en particulier « contribuer, au service de la compétitivité de la France, au développement technologique et au transfert de connaissances, de compétences et de technologies vers l'industrie, notamment dans le cadre régional, ainsi qu'à la valorisation des résultats des recherches qu'il mène ».

Le CEA est ainsi un organisme public de recherche, historiquement axé sur le nucléaire de défense et le nucléaire civil, et qui s'est progressivement diversifié en gardant une grande flexibilité (pas d'emplois sous statut), et un lien fort avec l'industrie.

Le CEA est organisé en quatre directions opérationnelles, dont trois sont civiles : la direction de l'énergie nucléaire (DEN) est dédiée à l'énergie nucléaire, CEA Sciences⁶ à la recherche amont et CEA Tech⁷ à la recherche technologique.

³ Article L. 332-1 du code de la recherche.

⁴ Ordonnance n° 45-2563 du 18 octobre 1945 instituant un Commissariat à l'énergie atomique.

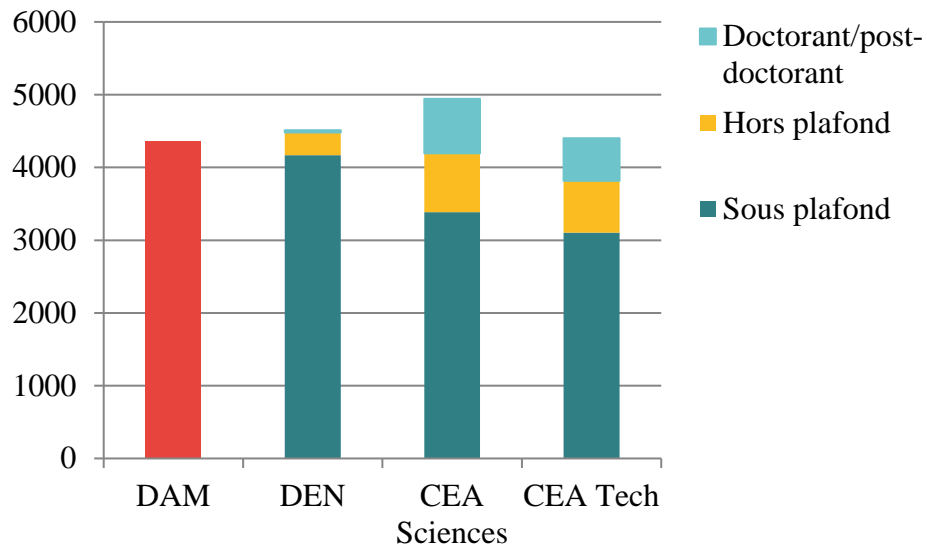
⁵ Décret n° 2016-311 du 17 mars 2016 relatif à l'organisation et au fonctionnement du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

⁶ CEA Sciences est l'appellation grand public de la direction de la recherche fondamentale (DRF) dans l'organisation du CEA.

⁷ CEA Tech est l'appellation grand public de la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

Ces trois directions ont des effectifs permanents du même ordre de grandeur en 2015 : 4 169 ETPT (équivalent temps plein travaillé) pour la DEN, 3 385 ETPT pour CEA Sciences, et 3 103 ETPT pour CEA Tech. CEA Tech et CEA Sciences complètent leurs effectifs par des effectifs hors-plafond (CDD - contrat à durée déterminée - et certains CDI – contrats à durée indéterminée), et des doctorants ou post-doctorants.

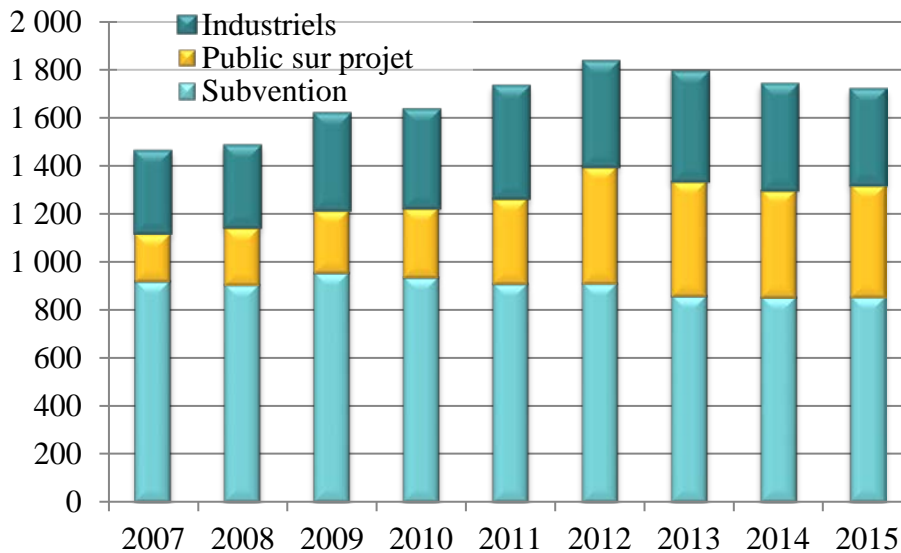
Graphique n° 1 : Effectifs 2015 des directions opérationnelles du CEA



Source : Cour des comptes, d'après données CEA. Les effectifs sous et hors plafond sont en ETPT, les doctorants et post-doctorants sont ceux non comptabilisés en hors plafond, d'après les rapports d'activité.

1.1.1 Une recherche d'excellence, en forte collaboration avec l'industrie

Graphique n° 2 : Répartition du budget de la recherche civile du CEA en M€, par type de financement, entre 2007 et 2015



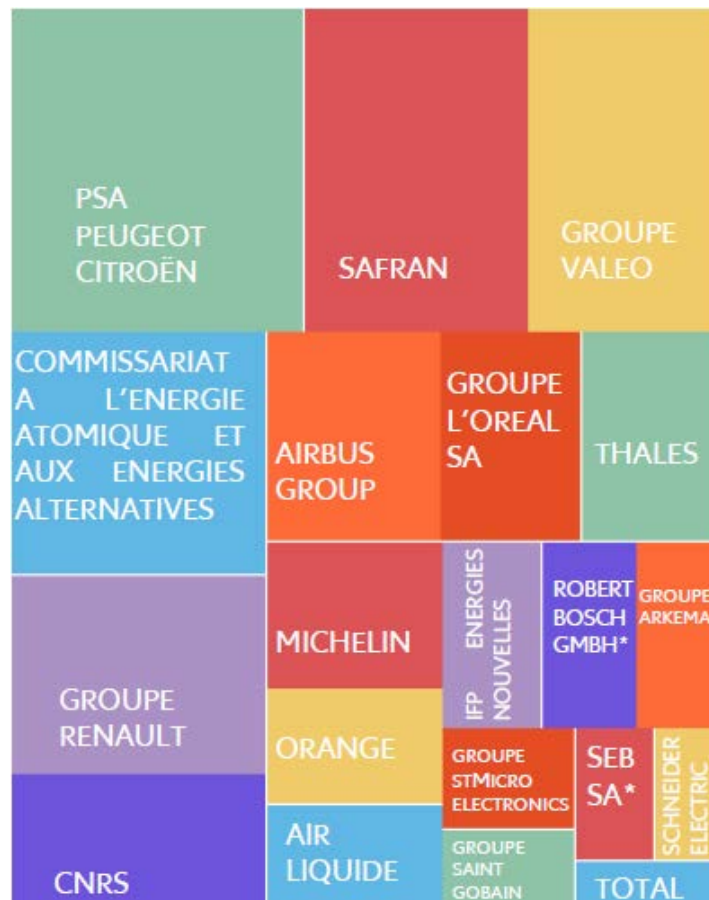
Source : Cour des comptes, d'après données CEA

Le budget annuel civil du CEA est globalement en croissance sur la période 2007-2015, passant de 2,06 Md€ en 2007 à 2,65 Md€ en 2015⁸, une part substantielle de ce budget étant affectée au démantèlement des installations nucléaires (environ 0,6 Md€/an) et au soutien (0,5 Md€/an). L'agrégat de soutien regroupe les fonctions transverses aux directions opérationnelles, mais également le support indispensable à la recherche, ce qui ne permet pas d'avoir au niveau de la documentation budgétaire une vision claire de l'efficacité de l'organisation du CEA.

En se focalisant sur le budget dédié à la recherche civile, la tendance est aussi en croissance, avec passage de 1,46 Md€ en 2007 à 1,71 Md€ en 2015. La structure de ce budget s'est cependant modifiée avec le temps (voir graphique ci-dessus), avec une baisse de la subvention pour charges de service public accordée par l'État, une relative stabilité des financements industriels, et une augmentation des financements sur projet (principalement par le PIA).

⁸ Source : Rapport annuel de performances (RAP) du programme 172 – *Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires*

Graphique n° 3 : Principaux déposants de brevet auprès de l'INPI en 2015



Source : « Les palmarès de déposants de brevets », statistiques INPI, avril 2016

La part des financements industriels est particulièrement élevée, avec près de 400 M€⁹ en moyenne sur la période. Pour comparaison, l'ensemble des financements industriels de la recherche publique est évalué entre 780 M€⁹ et 960 M€¹⁰ : le CEA recueille à lui seul de 40 à 50 % de ces financements en France.

Cette appétence pour l'industrie se reflète ainsi avec une recherche financée à près de 20 % en moyenne par les entreprises, part qui passe à plus de 30 % pour CEA Tech (direction de la recherche technologique), contre un taux moyen de 3 à 8 % au niveau français¹¹. De même, le CEA est un des plus gros déposants français de brevet auprès de l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) (4^{ème} déposant en 2015, voir graphique ci-dessus), et le premier organisme de recherche au monde pour les demandes de brevet à l'international (43^{ème} déposant mondial en 2015).

⁹ Données OCDE 2013, en combinant la « HERD » (*Higher Education Expenditure in R&D* – 280 M€) et la « GOVERD » (*Government Intramural Expenditure in R&D* – 500 M€) financées par les entreprises.

¹⁰ Enquête *Valorisation, transfert de technologie et innovation issue de la recherche publique*, édition 2015, réseau C.U.R.I.E.

¹¹ Données OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques - 2013, part de la « HERD » (2,78 %) et de la « GOVERD » (7,99 %) financées par les entreprises.

Le lien avec les entreprises n'empêche pas le CEA de réaliser une recherche fondamentale de qualité : l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) concluait son rapport d'évaluation du CEA¹² en notant comme point fort l'excellence scientifique.

Un autre indicateur de l'excellence de la recherche est le nombre de bourses de l'*European Research Council* (ERC) obtenues, ramené à la population des chercheurs. Ces bourses européennes très sélectives, pouvant atteindre 2,5 M€ sur 5 ans, permettent à un chercheur de constituer une équipe et d'acheter des équipements. Les chercheurs de CEA Sciences (direction de la recherche fondamentale) obtiennent en moyenne 18,2 bourses ERC pour 1000 chercheurs, contre 15,7 en moyenne pour l'Union Européenne, et 8,0 en moyenne en France¹³.

1.1.2 Un financement peu lisible, en tension sur le nucléaire, et en déséquilibre sur la valorisation

La répartition globalement stable des différentes sources de financement du CEA, entre subvention, financement sur projet et contrats industriels, masque des variations au niveau des directions opérationnelles du CEA. La DEN a ainsi vu sa subvention baisser de 110 M€ entre 2007 et 2015, ce qui n'est que partiellement compensé par la hausse des autres sources de financement, le budget total étant en baisse de 65 M€. *A contrario*, la direction de la recherche fondamentale (CEA Sciences) a vu sa subvention augmenter de 40 M€ sur la même période, pour un budget total en hausse de 85 M€.

Enfin, la direction de la recherche technologique (CEA Tech) a une subvention récurrente¹⁴ quasi-stable (+ 4 M€ entre 2007 et 2015), mais a significativement augmenté son budget global (+ 237 M€).

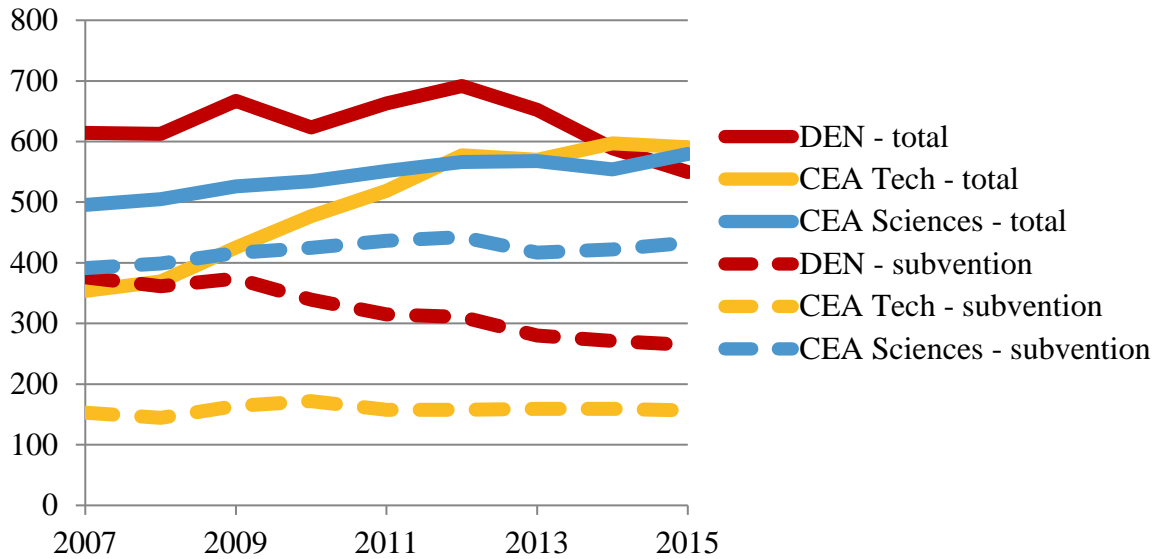
Comme l'indique le graphique ci-dessous, CEA Tech est ainsi en forte croissance sur la période examinée, du fait de ressources hors subvention, tandis que la DEN est en décroissance, principalement du fait de la baisse de sa subvention.

¹² *Rapport d'évaluation du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)*, AERES, août 2014.

¹³ Les détails du calcul et les données sources sont indiquées en 0

¹⁴ Entre 2010 et 2015, des redéploiements internes au CEA ont conduit à des financements additionnels à hauteur de 10 M€ en moyenne pour CEA Tech. La subvention récurrente est celle avant redéploiements.

Graphique n° 4 : Budget des directions civiles du CEA en M€, entre 2007 et 2015, et part de subvention dans ce budget



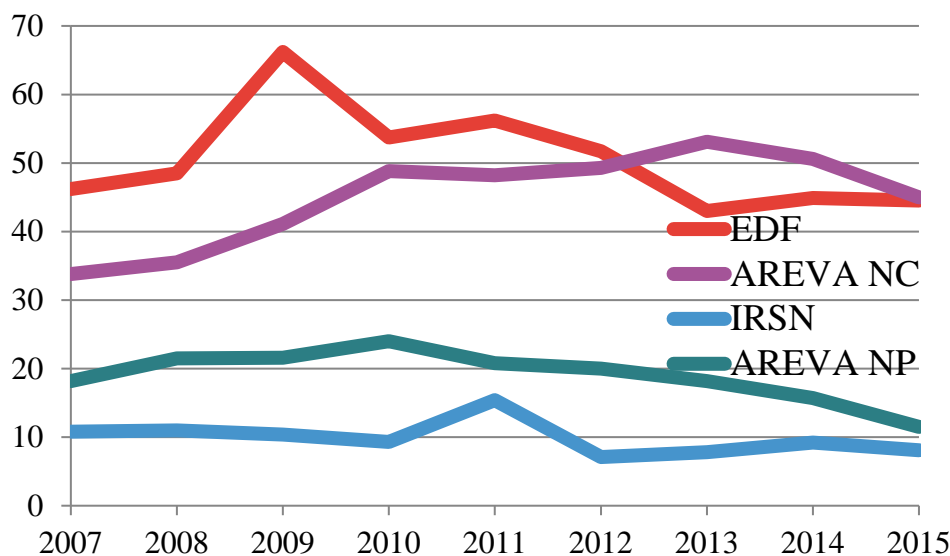
Source : Cour des comptes, d'après données CEA

Le nucléaire souffre de la crise de la filière nucléaire depuis l'accident de Fukushima en mars 2011, concomitant aux difficultés de l'*European Pressurized Reactor* (EPR) et aux problématiques de vieillissement du parc actuel. Cette crise a conduit à des difficultés financières pour les principaux donneurs d'ordre (EDF, AREVA NC, AREVA NP) et à une diminution de leur contribution aux programmes de R&D de la DEN (voir graphique ci-dessous). À ce facteur de tension externe s'ajoute les problèmes de financement du réacteur Jules Horowitz (RJH), pour lequel le CEA a accepté de prendre en charge une part des surcoûts après l'accord tripartite conclu en juillet 2015¹⁵. Le budget global de la DEN est ainsi en décroissance et a des charges liées à la construction de réacteurs en croissance, ce qui contraint à des arbitrages sur les programmes de recherche.

Quant à la valorisation de la recherche par CEA Tech, elle atteint les limites de sa logique, avec une croissance importante des financements sur projet ou industriels, sans croissance associée de la subvention de l'État. Les actions de ressourcement, c'est-à-dire les actions de recherche non directement appliquée (regarnir les étagères), sont principalement financées par la subvention et dans une moindre mesure par l'abondement Carnot (voir § 2.3.1.2). Le CEA estime qu'un ratio de 30 % environ de subvention doit être garanti pour que le ressourcement puisse avoir lieu : ce seuil a été atteint en 2011.

¹⁵ Protocole tripartite entre AREVA SA, AREVA TA et le CEA, signé le 20 juillet 2015, répartissant le surcoût de 552 M€ entre le coût du projet et le montant inscrit au plan à moyen et long terme (PMLT) du CEA.

Graphique n° 5 : Financement des contrats de R&D de la DEN par les grands acteurs de la filière nucléaire, en M€, entre 2007 et 2015



Source : Cour des comptes, d'après données CEA

Les ambitions principales du CEA, en matière nucléaire (DEN) ou de diffusion de la technologie auprès des PME (CEA Tech), ne peuvent actuellement pas être encouragées au niveau budgétaire. Le financement par l'État du CEA est en effet peu lisible du point de vue du législateur, la documentation budgétaire étant difficilement compréhensible : les grands piliers du CEA, à savoir le nucléaire, la recherche technologique et la recherche fondamentale, n'apparaissent pas. Le budget civil du CEA provient du programme 172 (*Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires* – 605 M€ en 2015¹⁶) et du programme 190 (*Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables* – 838 M€ en 2015), et marginalement des programmes 191, 212¹⁷ et 409 au titre de 2015. Ce budget comprend en partie des fonds dédiés au démantèlement des installations et au programme ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*).

Le lien entre les programmes budgétaires et les grandes missions du CEA, telles que décrites à l'article 2 du décret n° 2016-311 du 17 mars 2016 relatif à l'organisation et au fonctionnement du CEA, est ainsi ténu.

¹⁶ Données du RAP 2015 du programme 172, qui récapitule les sources du financement du CEA.

¹⁷ Le programme 212 compense notamment le soutien que le CEA apporte au délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND), données RAP 2015 mission *Défense*.

Le ministère de l'industrie, tutelle de l'opérateur¹⁸, n'abonde ainsi pas directement le budget du CEA, le programme 192 finançant indirectement les plans Nano 2012 puis Nano 2017, dont une partie revient au CEA. Ce ministère n'a pas de financement fléché pour encourager le développement industriel, notamment des PME.

Concernant le bilan des dépenses par destination de l'opérateur, tel qu'il est présenté au législateur dans la documentation budgétaire du programme 172, les postes principaux sont l'énergie (878 M€ en 2015), le démantèlement-assainissement (610 M€ en 2015), les technologies pour l'information et la santé (550 M€ en 2015), puis le soutien général (528 M€ en 2015). À nouveau, ces postes ne permettent pas de comprendre l'effort réalisé spécifiquement pour le nucléaire, pour la recherche fondamentale, ou pour la valorisation de la recherche.

1.2 CEA Sciences¹⁹, socle de la recherche fondamentale

Tableau n° 1 : Vision synthétique de CEA Sciences, données 2015

<i>Effectifs permanents</i>	<i>Budget de R&D</i>	<i>Subvention CEA</i>	<i>Contrats industriels</i>
3 385	580 M€	433 M€	23 M€

Source : Cour des comptes d'après données CEA

1.2.1 Une recherche académique d'excellence

La recherche fondamentale du CEA était en 2007 séparée entre la direction des sciences du vivant (DSV) et la direction des sciences de la matière (DSM). Ces deux directions ont été réunies au 1^{er} janvier 2016 dans la direction de la recherche fondamentale (DRF), également appelée CEA Sciences.

Cette direction regroupe des instituts et des laboratoires de physique, de chimie, de biologie et de sciences de l'univers. Historiquement, la DSM était axée sur la recherche en physique (subatomique, lasers, physique du solide, fusion contrôlée, astrophysique), dans des domaines théoriques comme expérimentaux. La DSV était plus axée vers la biologie, la médecine et les biotechnologies : biologie structurale, imagerie biomédicale, effet des rayonnements ionisants sur le vivant, sources d'énergie biomimétiques.

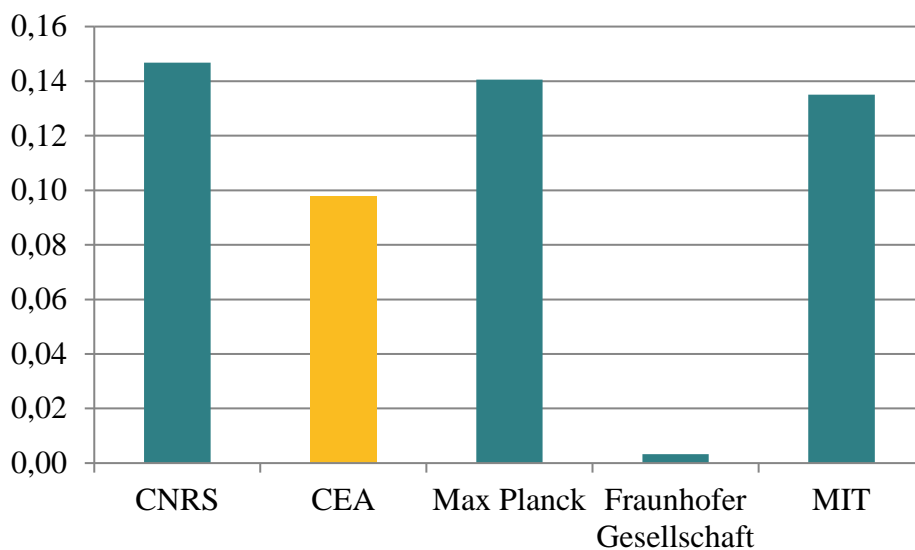
¹⁸ Article 1 du décret n° 2016-311 du 17 mars 2016 relatif à l'organisation et au fonctionnement du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

¹⁹ CEA Sciences est l'appellation grand public de la direction de la recherche fondamentale (DRF) dans l'organisation du CEA.

CEA Sciences collabore de façon importante, notamment pour l'ancienne DSV, avec les autres établissements de recherche et les universités, au travers de 42 unités mixtes de recherche (UMR). Aux côtés des 3 385 permanents CEA au sein de CEA Sciences, environ 1 200 permanents d'autres établissements y travaillent. Le caractère fondamental des recherches explique la part importante de la subvention du CEA sur le budget de CEA Sciences (75 %).

Cette activité de recherche fondamentale conduit à d'excellents résultats, au niveau du CEA, ce qui est illustré par les indicateurs bibliométriques.

Graphique n° 6 : Ratio du nombre d'articles publiés, selon Nature Index, divisé par les effectifs de différentes structures de recherche publiques en France, Allemagne et États-Unis



Source : nombre d'articles publiés du 1er juillet 2015 au 30 juin 2016, données Nature Index pour le CNRS, le CEA, la Max Planck Society, la Fraunhofer Gesellschaft, et le Massachusetts Institute of Technology divisé par les effectifs fin 2015 pour le CNRS, le CEA (rapport financier 2015), la Max Planck Society (rapport annuel 2015) et la Fraunhofer Gesellschaft (rapport annuel 2015), et d'octobre 2015 pour le Massachusetts Institute of Technology.

Le CEA a ainsi des performances en termes de publications scientifiques plus proches du CNRS, du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) ou de l'équivalent allemand du CNRS, la *Max Planck Society*, que de l'organisme allemand de recherche technologique *Fraunhofer Gesellschaft*, souvent considéré comme le parangon du transfert de technologie en Europe. Si l'agrégation des résultats au niveau du CEA civil diminue la part de CEA Sciences, CEA Tech et la DEN contribuant relativement de façon plus modérée aux publications scientifiques, le résultat reste une bonne illustration des performances de CEA Sciences.

Enfin, l'attractivité internationale de CEA Sciences peut être observée à travers la nationalité des doctorants qui aspirent à y travailler. Le nombre de contrat de thèse financés chaque année est en légère croissance sur la période 2007-2015, avec 190 nouvelles thèses/an environ sur 2007-2009, et 210 thèses/an sur 2013-2015. La croissance s'explique par les financements de thèse sur projet (bourse ERC ou ANR par exemple), et les contrats des écoles doctorales, avec en parallèle une baisse des thèses financées sur la subvention du CEA.

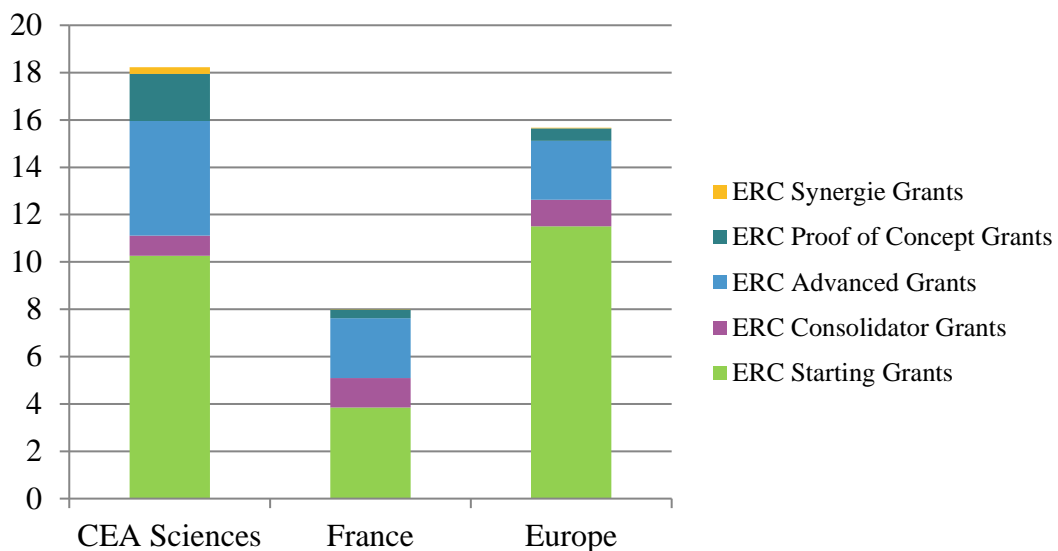
Parmi ces doctorants, 47 nationalités différentes peuvent être dénombrées sur 2013-2015, avec environ 65 % de français, et des contingents importants pour l'Italie, la Chine et l'Allemagne.

1.2.2 Une tradition de valorisation

La recherche d'excellence de CEA Sciences reste teintée de l'esprit du CEA, et de sa devise « de la recherche à l'industrie. »

CEA Sciences est ainsi efficace pour obtenir des bourses de l'*European Research Council (ERC grants)* : ces bourses, d'un montant de 150 k€ à 2,5 M€, sont financées par l'Union européenne dans le cadre du programme Horizon 2020, et récompensent l'excellence scientifique d'un chercheur donné. Le graphique ci-dessous indique que CEA Sciences obtient plus de bourses ERC pour 1 000 chercheurs que la moyenne française ou européenne, la moyenne française étant près de deux fois plus faible que la moyenne européenne. En segmentant par type de bourses, le CEA obtient un peu moins de *Starting grants* (2 à 7 ans après la thèse) et de *Consolidator grants* (7 à 12 ans après la thèse) que la moyenne européenne, mais plus de *Advanced grants* (> 10 ans de recherche), et quatre fois plus de *Proof of concept grants*. Ces dernières bourses correspondent à un financement de la preuve de concept d'une innovation sociale ou commerciale issue des recherches financées par une bourse ERC. CEA Sciences semble ainsi plus apte que la moyenne des chercheurs européens à transformer une recherche d'excellence, financée par une bourse ERC, en une innovation valorisable.

Graphique n° 7 : Nombre de bourses ERC sur 2007-2015 pour mille chercheurs, à CEA Sciences, en France et en Europe, par type de bourse



Source : Cour des comptes d'après données CEA-DRF, ERC (bourses par type et par pays), effectif CEA Sciences en 2015, effectifs des chercheurs en France 2013 (source MENESR-DGESIP/DGRI-SIES), effectif des chercheurs en Europe en 2013 (source Eurostat)

Cette tradition de valorisation conduit CEA Sciences à déposer environ 66 brevets par an²⁰, et à obtenir des contrats de recherche avec des industriels à hauteur de 23 M€ en moyenne sur 2011-2015, pour un budget de 600 M€. Ce montant peut être comparé aux 33 M€ de contrats avec des tiers privés obtenus par le CNRS en moyenne sur 2013-2015, pour un budget annuel total de l'ordre de 3 300 M€²¹ : CEA Sciences obtient un montant de contrats industriels quatre fois plus important que le CNRS proportionnellement à son budget.

Enfin, la gestion des ressources humaines permet d'encourager les chercheurs valorisant leurs recherches. Le statut des collaborateurs du CEA, régi par l'accord du 16 décembre 2003, est plus flexible que les statuts classiques des chercheurs ou enseignants-chercheurs : pour les salariés relevant de l'annexe 1 (ingénieurs-chercheurs et cadres administratifs), le passage au niveau E5 correspond à la promotion au grade de professeur des universités²². La promotion peut être liée à l'excellence scientifique, mais la valorisation des recherches et les collaborations avec des industriels sont également prises en compte. Une filière expert a en particulier été mise en place pour les collaborateurs disposant de compétences spécifiques, permettant de promouvoir des profils techniques et non uniquement académiques. Sur les 169 promotions au niveau E5 des trois dernières années au sein de CEA Sciences, 72 concernait des ingénieurs-chercheurs, et 63 des experts ou des experts seniors. La filière d'expertise est ainsi pleinement reconnue par CEA Sciences.

1.3 La direction de l'énergie nucléaire, un pilier qui faiblit

Tableau n° 2 : Vision synthétique de la DEN, données 2015

<i>Effectifs permanents</i>	<i>Budget de R&D</i>	<i>Subvention CEA</i>	<i>Contrats industriels</i>
4 169	550 M€	265 M€	188 M€

Source : Cour des comptes d'après données CEA

²⁰ Moyenne 2007-2015, données CEA.

²¹ Données issues des comptes 2015 du CNRS, présentation au conseil d'administration du 25 mars 2016.

²² L'échelonnement indiciaire des professeurs d'université, tel que défini par le décret n° 2013-305 du 10 avril 2013 relatif à l'échelonnement indiciaire applicable aux corps d'enseignants-chercheurs et personnels assimilés et à certains personnels de l'enseignement supérieur, correspond, après correction des valeurs de points d'indice (point à 4,658 € bruts mensuels pour la fonction publique sur 2010-2015, point à 5,553 € brut/mois pour le CEA en 2015), au niveau E5 de l'annexe 1 du CEA.

1.3.1 Un budget en baisse, entre crise de la filière nucléaire et coût du démantèlement

La direction de l'énergie nucléaire étudie le fonctionnement des réacteurs nucléaires actuels, leur maintien en condition, la préparation des réacteurs futurs, et les procédés actuels ou futurs du cycle du combustible. Elle exploite ses propres installations nucléaires de recherche, en conçoit de nouvelles (réacteur Jules Horowitz ou réacteur Astrid²³), et doit gérer le démantèlement des anciens sites. La recherche et la gestion des grands équipements sont ainsi les deux grands volets pour la DEN.

La subvention du CEA à la DEN est en baisse continue sur la période 2007-2015, passant de 375 M€ en 2007 à 265 M€ en 2015 (- 30 %). Cet effet a été compensé jusqu'en 2011 par une hausse de la contribution des industriels, passant de 220 M€ en 2007 à 265 M€ en 2011. L'accident de Fukushima en mars 2011, combiné à la prise de conscience des problématiques de vieillissement et de maintien en condition du parc existant, ainsi qu'aux surcoûts constatés pour les programmes EPR²⁴ et RJH, ont mis en difficulté la filière électronucléaire, contractant de ce fait les ressources de la DEN issues de contrats industriels.

Concernant les grands équipements, un financement complémentaire a été obtenu dans le cadre des investissements d'avenir, 900 M€ ayant été dédiés au Nucléaire de demain (programme 329), dont 651,6 M€ pour Astrid²⁵, et 248,4 M€ pour le RJH²⁶. La documentation budgétaire indique que 506,4 M€ ont été obtenus par le CEA en provenance du programme 329 sur la période 2010-2015, la comptabilité interne du CEA ayant affecté 499,3 M€ à la DEN au titre des investissements d'avenir. Les conventions entre l'État et le CEA prévoyaient des versements d'au moins 657 M€ sur cette période, les retards constatés sur ces deux programmes pouvant expliquer le décalage des versements. Si ces nouvelles sources de financement ont limité la baisse de budget de la DEN, elles ne compensent pas la baisse conjuguée de la subvention du CEA et des contrats avec les industriels de la filière. Le programme Nucléaire de demain se substitue en partie à la baisse de la subvention de la DEN²⁷, ne respectant pas le principe d'additionnalité et de non substitution propre au PIA²⁸ : la diminution de la subvention de la DEN de 111,5 M€ entre 2007 et 2015 est en effet à comparer au flux annuel moyen de 97 M€ du PIA sur 2011-2015. La Cour a déjà critiqué ces pratiques de débudgétisation dans le rapport public thématique sur le programme d'investissements d'avenir de 2015.

²³ *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*, démonstrateur de la filière à neutrons rapides à caloporteur sodium, après Rapsodie, Phénix et Superphénix.

²⁴ *European Pressurized Reactor*, modèle de réacteur à eau pressurisée développé par AREVA NP, EDF et Siemens, en construction en Finlande (Olkiluoto), en France (Flamanville) et en Chine (Taishan).

²⁵ Convention du 9 septembre 2010 entre l'État et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives relative au programme d'investissements d'avenir (action « réacteur de 4^e génération ASTRID »).

²⁶ Investissements d'avenir, convention « CEA » du 14 juillet 2010 Action : « Réacteur Jules-Horowitz (RJH) ».

²⁷ Les grands programmes nucléaires civils ont historiquement été financés par la subvention du CEA, voir notamment Cour des comptes, *Rapport public annuel 2004*. Le pilotage des grands programmes nucléaires civils du Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), p. 199-224. La Documentation française, janvier 2004, 720 p., disponible sur www.ccomptes.fr.

²⁸ La Cour avait déjà critiqué ce point dans le *Rapport public thématique : Le programme d'investissements d'avenir : une démarche exceptionnelle, des dérives à corriger*. La Documentation française, 2 décembre 2015, 187 p., disponible sur www.ccomptes.fr. Voir notamment pages 48 et 143 sur la préexistence des programmes Astrid et RJH.

Ces grands équipements, notamment le projet RJH, ont connu des difficultés techniques et des surcoûts très importants entre le budget initial et celui effectivement constaté. Des protocoles ont été signés avec AREVA (maître d'œuvre) en 2011, puis en 2015, laissant une part importante des surcoûts constatés à la charge du CEA. Ces dérapages conduisent à une appréciation parfois sévère sur la gestion financière de la DEN.

Le démantèlement est l'autre poste de coût qui n'était que partiellement financé : les dépenses de démantèlement-assainissement des anciennes installations nucléaires du CEA oscillaient entre 600 et 700 M€ entre 2011 et 2013, et se sont stabilisées à 740 M€an depuis 2014. Jusqu'en 2015, elles étaient partiellement financées par la dotation budgétaire du programme 190, le complément étant obtenu par la cession de titres AREVA du CEA à l'État. La quote-part du capital d'AREVA SA détenue par le CEA est ainsi passée de 78,96 % en 2007 à 54,37 % en 2015. Depuis 2016, la dotation budgétaire du P190 couvre les dépenses de démantèlement à hauteur de 740 M€an.

La crise de la filière électronucléaire, la baisse de la subvention du CEA (- 30 %), et les difficultés rencontrées sur le RJH et Astrid conduisent la DEN à une situation financière tendue : le budget global de la DEN a baissé de 65 M€ entre 2007 et 2015.

1.3.2 Des effectifs en décroissance et l'abandon de certains programmes de recherche

La baisse du budget de la DEN s'est traduite par une baisse des effectifs, passant de 4 565 ETPT en 2007 à 4 169 ETPT en 2015. Dans le même temps, les effectifs affectés au démantèlement ont augmenté de 160 ETPT, accentuant encore la baisse pour la R&D sur le nucléaire (- 556 ETPT entre 2007 et 2015).

La recherche est restée intensive dans ce contexte de baisse des moyens humains et financiers, avec une hausse de 67 % du nombre de publications sur la période 2007-2015. Le recours plus important aux doctorants, avec un flux entrant de 49 doctorants en 2007 et 93 doctorants en 2015 a permis d'atténuer la baisse des effectifs permanents de recherche.

Des choix ont été effectués en 2013, avec l'arrêt de plusieurs programmes de recherche amont financés à 80-90 % par la subvention du CEA. Cette recherche, intermédiaire entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée finançable par un industriel, a été recentrée sur les thématiques non couvertes par la recherche académique. Les effets de la fatigue, de la radiolyse sur la corrosion, la mécanique des structures ou le comportement des matériaux à base de Zirconium, ont ainsi été abandonnés. En analysant les programmes du budget 2016 (tableau ci-dessous), on observe que seuls ceux significativement soutenus par des recettes externes sont encore menés. Les deux premiers programmes (RJH et Astrid) sont en pratique soutenus par les investissements d'avenir. La part de recettes externes, hors effet du PIA, est ainsi de 50 à 90 %.

Tableau n° 3 : Programmes de la DEN inscrits au budget 2016, classés par part des dépenses imputées sur les recettes internes

<i>Nom du programme</i>	<i>Dépense (M€)</i>	<i>Part de recettes externes</i>
<i>Réacteur Jules Horowitz</i>	159 403	25 %
<i>Réacteurs de 4eme génération</i>	121 648	3 %
<i>Labos chaud et autres installations</i>	58 442	30 %
<i>Cycle actuel et du futur</i>	72 633	59 %
<i>Plateformes et travaux de simulation</i>	23 400	51 %
<i>2ème et 3ème génération (parc actuel)</i>	54 461	89 %
<i>Autres réacteurs expérimentaux</i>	25 743	78 %
<i>Études de scénarios</i>	1 670	56 %

Source : Cour des comptes d'après données CEA-DEN-DISN

La stratégie consistant à ne retenir que les projets fortement financés par des partenaires extérieurs est cohérente avec la baisse des ressources propres à la DEN, mais oriente les efforts de recherche vers les résultats de court terme. Au-delà des deux projets de long terme financés par les investissements d'avenir (RJH et Astrid), la DEN risque de perdre progressivement sa capacité à innover autrement que de façon incrémentale dans le domaine du nucléaire, les éventuelles innovations de rupture étant *ab initio* trop risquées pour être financées par un partenaire extérieur.

1.4 CEA Tech²⁹, une ambition audacieuse de valorisation

Tableau n° 4 : Vision synthétique de CEA Tech, données 2015

<i>Effectifs permanents</i>	<i>Budget de R&D</i>	<i>Subvention CEA</i>	<i>Contrats industriels</i>
3 103	591 M€	157 M€	188 M€

Source : Cour des comptes d'après données CEA

²⁹ CEA Tech est l'appellation grand public de la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

1.4.1 La recherche technologique de CEA Tech, une singularité en France

CEA Tech, nouvelle dénomination de la direction de la recherche technologique (DRT), comporte trois instituts de recherche (Leti, Liten, List) et l'institut « CEA Tech en Région » qui pilote les plateformes régionales de transfert de technologies (PRTT), lesquelles seront décrites au § 2.2 du présent rapport. Le Leti est orienté vers les micro- et nanotechnologies, notamment les puces informatiques, le Liten sur l'énergie et les nouvelles technologies associées, le List sur la robotique et les systèmes numériques.

Le cas du campus de Grenoble est un exemple de la singularité que constitue CEA Tech, avec le *Grenoble Innovation for Advanced New Technologies* (GIANT) : le site regroupe sur 250 hectares, des machines industrielle de nanoélectronique au sein de 8 500 m² de salles blanches, des activités de recherche (Leti, Liten, CNRS), un incubateur d'entreprise (Minatec), des plateformes de caractérisation de niveau mondial, des échanges avec les industriels (STMicroelectronics, Siemens, Biomérieux), les partenaires académiques (Université de Grenoble, Grenoble INP, Grenoble École de Management), un lien avec le CHU de Grenoble avec la plateforme biomédicale Clinattec. La co-localisation d'étudiants, de chercheurs et d'industriels, et la mise à disposition de matériels de très haute technologie, forment un campus fécond, qui a durablement structuré l'écosystème de la microélectronique en France. Le modèle, souvent évoqué, des campus américains de recherche, qui regroupe enseignement supérieur et entreprises, semble se vivre depuis plusieurs années, en relative discrétion, au cœur de l'Isère.

La force de CEA Tech repose sur une organisation de la recherche très orientée vers les entreprises. CEA Tech possède trois instituts labellisés « Carnot » depuis 2006, renouvelés en 2011 et 2016³⁰ : le Leti et le List sont labellisés, et le Liten participe à l'institut « Energies du futur ». Cette force s'incarne par un nombre important de brevets déposés chaque année (311 demandes de dépôt INPI en 2007, 608 en 2015), des contrats industriels nombreux allant des grands groupes (ST Microelectronics, Soitec, Renault) aux start-up (Aledia, SymbioFCCell, Aselta nanographics), et une croissance nette de la recherche partenariale (+ 100 M€entre 2007 et 2015).

Ce modèle d'une recherche publique, dans des domaines intensifs en capitaux, orientée vers les entreprises, est relativement unique en France. Dans ses parangonnages à l'échelle européenne, CEA Tech se compare à la *Fraunhofer Gesellschaft* (Allemagne), à l'IMEC (Institut de microélectronique et composants, Belgique), au TNO (*Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek*, Pays-Bas), au VTT (*Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus*, Finlande). Globalement, la *Fraunhofer Gesellschaft* est significativement plus grande que les autres homologues suivis : 24 084 employés fin 2015³¹, soit six fois plus que CEA Tech. CEA Tech dépose néanmoins presque autant de brevets que son homologue allemand.

³⁰ Lors de l'appel « Carnot 3 » en 2016, 29 instituts ont été labellisés, dont les 3 portés par CEA Tech.

³¹ Donnée issue du rapport annuel 2015 de la Fraunhofer Gesellschaft

Les sources de financement en 2013³² sont plus variables que le modèle 1/3 de subvention, 1/3 de contrats industriels, 1/3 de financements compétitifs souvent évoqué par le CEA : la subvention oscille entre 14,5 % et 36 % pour les homologues étudiés³³, CEA Tech étant à 19 %³⁴, les contrats industriels entre 14 et 74 %, CEA Tech étant à 36 %. Enfin l’ancrage territorial des homologues européens a inspiré l’initiative de CEA Tech en région.

1.4.2 Une croissance massive et continue, à subvention constante

CEA Tech a vu son budget augmenter annuellement de 7 % en moyenne sur la période 2007-2015, passant de 354 M€ à 591 M€. Cette croissance s’est faite à subvention récurrente³⁵ quasi-constante, aux environs de 150 M€, les crédits étatiques augmentant de 75 M€an (+ 50 %) en prenant en compte le PIA.

Les nouveaux financements proviennent principalement des contrats industriels (+ 100 M€ entre 2007 et 2015), des investissements d’avenir (75 M€an en moyenne sur 2012-2015) notamment avec le plan Nano 2017, des financements européens (+ 40 M€ entre 2007 et 2015) et des collectivités territoriales (+ 30 M€ entre 2007 et 2015). La croissance de financement s’est accompagnée d’une croissance des effectifs, et un déploiement en région par l’intermédiaire des PRTT. CEA Tech a ainsi progressivement changé de dimension au sein du CEA en devenant depuis 2014 le budget le plus important des trois directions opérationnelles civiles.

Cette croissance enthousiaste s’est accompagnée d’une certaine prise de risques : des prestations ont été réalisées pour des entreprises aux finances insuffisantes, conduisant à l’inscription de provisions pour créances dans les comptes du CEA pour plusieurs dizaines de millions d’euros. Un échelonnement des paiements est assez souvent accepté par le CEA, ce qui peut générer des problèmes de trésorerie dans un contexte budgétaire tendu. La direction financière du CEA a instauré un processus préventif de suivi financier avec CEA Tech, un suivi curatif des créances douteuses, et la maîtrise de l’exposition à des clients risqués est en cours de mise en œuvre.

Ce changement de dimension s’accompagne d’un changement de philosophie : la prépondérance des financements industriels ou sur projet conduit à mener des recherches qui sont susceptibles, dans des délais assez brefs, de générer des recettes externes pour CEA Tech. Ce risque est identifié par CEA Tech, qui promeut intensivement, en référence à des bonnes pratiques européennes, une répartition 1/3 de subvention, 1/3 de financements compétitifs et 1/3 de contrats industriels.

³² Données issues du rapport « Centres homologues, partenaires et concurrents de CEA Tech, Benchmark 2010-2015, comparaisons et analyses ».

³³ Ces chiffres sont de simples ordres de grandeur, les périmètres financiers (avec ou sans les supports, présence ou non d’une part de recherche fondamentale) n’étant pas toujours comparables.

³⁴ Le ratio de 19 % s’entend sur le budget total de CEA Tech, et non sur son budget recherche, c’est-à-dire hors support.

³⁵ Hors redéploiements internes au CEA à hauteur de 10 M€an en moyenne sur 2010-2015.

Ces bonnes pratiques semblent être partiellement remises en question par les derniers parangonnages réalisés par la direction de la valorisation. CEA Tech est cependant resté longtemps focalisé sur le développement des recettes externes, et n'a que peu de prise sur une subvention constante depuis près de dix ans. Cette subvention est ainsi passée de 43 % du budget de recherche en 2007 à 27 % en 2015, restant constante en valeur. L'État n'a pas ajusté sa dotation budgétaire au CEA pour maintenir la subvention de CEA Tech constante en pourcentage de son budget. Or la subvention permet de financer les fonctions supports et une recherche indépendante des pressions des acteurs extérieurs, un ressourcement permettant de proposer à l'avenir des solutions innovantes. L'innovation de rupture est en effet rarement financée par des partenaires privés, le risque associé étant trop important par rapport aux bénéfices attendus : la subvention a pour objet de permettre cette prise de risque technologique.

La direction du budget suggère d'ajouter au prix des prestations de recherche du CEA une part qui sera affectée aux supports et au ressourcement (« *overhead costs* »), ce surcoût étant limité pour l'entreprise du fait du crédit impôt recherche (CIR). Pour une clientèle de PME, le prix brut est néanmoins un facteur important³⁶ : 60 % des refus d'offres commerciales de la PRTT de Toulouse sur 2013-2015 sont attribués à un prix trop élevé. Par ailleurs, le délai de remboursement du CIR implique pour l'entreprise un besoin de trésorerie sur plus d'un an. Pour les grands groupes, la concurrence d'organismes de recherche étrangers subventionnés risque de diminuer la compétitivité coût du CEA.

CONCLUSION INTERMÉDIAIRE

Le champ d'action du CEA s'est progressivement élargi et diversifié, au-delà de la recherche dans le domaine nucléaire. Aussi serait-il utile que le compte-rendu budgétaire de l'activité du CEA présenté par le programme 172 soit plus lisible et permette au législateur comme aux tutelles de mieux comprendre les efforts financiers faits pour chacun des grands objectifs assignés par décret à l'opérateur : la recherche fondamentale, la recherche nucléaire et la recherche technologique. Ces activités ont une évolution et un mode de financement distinct :

CEA Sciences représente le pôle de recherche fondamentale du CEA, dont l'AERES reconnaissait en 2014³⁷ l'excellence de la recherche scientifique. Le tropisme industriel du CEA s'y incarne par le taux d'obtention des « Proof of concept grants », la part des contrats de recherche partenariale ou les dépôts de brevet. La flexibilité du statut des personnels permet de ne pas se limiter au jugement par les pairs académiques pour les promotions et de valoriser les experts.

³⁶ Pour les PRTT de Lorraine et de Lille, l'État a choisi de subventionner de 15 à 25 % du montant des contrats pour favoriser le développement de l'activité de R&D partenariale.

³⁷ AERES, Rapport d'évaluation du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Août 2014

La direction de l'énergie nucléaire (DEN) est dans une situation financière difficile : la baisse continue de la subvention de l'État se conjugue à la crise de la filière électronucléaire et aux dérives sur le RJH et Astrid. La recherche a été recentrée sur les projets les plus financés par des partenaires extérieurs, en parallèle d'une réduction significative des effectifs. L'activité scientifique persiste, mais cette stratégie risque de limiter la possibilité d'innovation en matière nucléaire à moyen terme.

Enfin CEA Tech a enregistré une croissance importante de ses moyens entre 2007 et 2015, sans croissance de sa subvention récurrente. Sa recherche de haut niveau, allée à un haut degré d'interaction avec l'écosystème industriel, conduit à des résultats performants et singuliers dans le paysage français de la recherche publique. Cependant, la décorrélation progressive entre une subvention fixe et un budget tiré par les recettes externes fait peser un risque sur la pérennité du modèle. La volonté de CEA Tech de croître n'a pas été articulée avec un arbitrage en ce sens des financeurs publics.

Recommandation n° 1. (DB, DGRI) : Clarifier la structure budgétaire du CEA présentée au législateur, en identifiant les montants dédiés à la recherche fondamentale, au nucléaire et à la recherche technologique.

Recommandation n° 2. (Ministères de tutelle, CEA) : S'assurer que la subvention du CEA permet à CEA Tech de garantir une part de ressourcement suffisante.

2 LA VALORISATION INDUSTRIELLE DE LA RECHERCHE

La valorisation de la recherche du CEA est ici étudiée selon trois aspects : le modèle historique des contrats de recherche, son développement avec la prospection régionale mise en place par CEA Tech, et enfin la mobilisation des structures publiques de valorisation de la recherche.

2.1 Le modèle CEA de valorisation industrielle de la recherche

Le modèle classique de la valorisation industrielle au CEA repose sur l'entretien et l'extension permanente d'un large patrimoine de brevets, et l'utilisation de ce patrimoine comme image de marque pour permettre la signature de contrats de recherche partenariale avec des entreprises. En parallèle à ses liens avec des entreprises existantes, le CEA a également mis en place des processus efficaces pour accompagner la création d'entreprise par ses personnels ou à partir des technologies qu'il développe.

2.1.1 Une politique dynamique de dépôt de brevets, dont les coûts ne sont pas compensés par les redevances associées

Les directions du CEA, principalement CEA Tech³⁸, ont adopté une attitude très proactive en matière de dépôt de brevets, conduisant à une croissance importante du nombre de dépôts annuels (+ 152 % entre 2004 et 2014). Durant la même période, les redevances associées étaient en nette décroissance sur la même période (- 41 % entre 2004 et 2014).

Cette propension à déposer des brevets est unique en Europe et s'appuie sur des incitations financières pour les personnels du CEA à l'origine de ces brevets, en application des dispositions de l'article L. 611-7 du code de la propriété intellectuelle : la *Fraunhofer Gesellschaft* dépose chaque année 2,10 brevets/100 personnes³⁹, contre 6,6 brevets/100 personnes⁴⁰ au CEA. La note d'instruction générale NIG 519 du 9 septembre 2014 détaille le dispositif de primes liées aux brevets :

- une prime de rédaction pour l'auteur du mémoire technique,
- une prime d'invention (dégressive en fonction du nombre de personnels CEA concernés) lors de la délivrance du brevet,
- une prime d'exploitation dépendant des revenus de licence (diminués des frais de propriété intellectuelle et des frais de gestion).

³⁸ CEA Tech est l'appellation grand public de la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

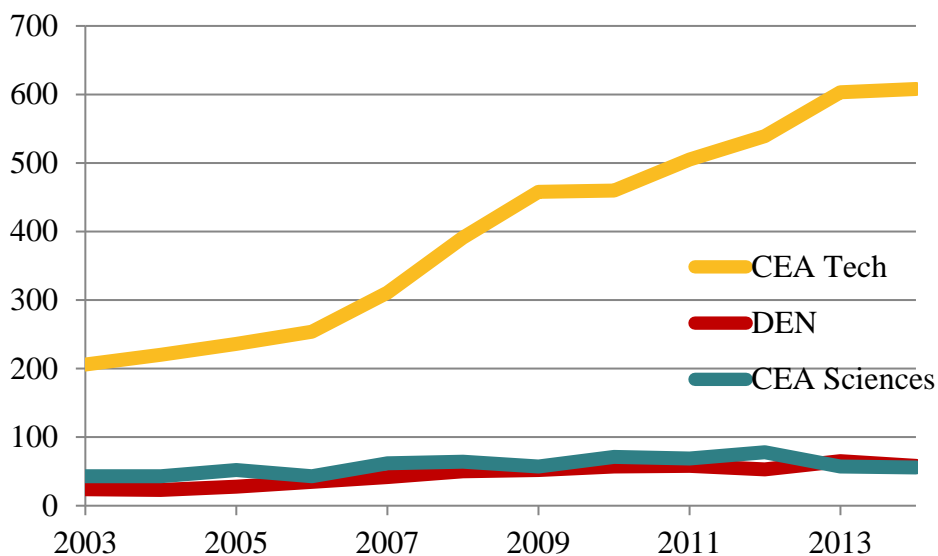
³⁹ Données nombre de dépôt de brevets et effectifs issus du rapport annuel 2015 de la *Fraunhofer Gesellschaft*.

⁴⁰ Donnée nombre de dépôts issue du rapport annuel 2015 du CEA, et effectifs du rapport financier 2015 du CEA (effectifs civil).

Ces différentes primes s'élèvent au total à 2,6 M€ en 2014, montant à comparer aux 15 M€ de redevances perçues pour cette même année.

L'équilibre économique de l'activité des brevets est précaire : si l'on excepte le brevet lié à la détection de l'encéphalite spongiforme bovine qui a généré d'importants revenus à la DSV jusqu'en 2007 (15 M€ en 2003), les revenus de CEA Sciences s'établissent à environ 1 M€ an en moyenne sur 2009-2014, et ceux de la DEN de l'ordre de 1,5 M€ an. Seul CEA Tech atteint des revenus significatifs avec 14 M€ an en moyenne. Ces revenus sont stables dans le temps, tandis que le nombre de brevets déposés croît chaque année (voir Graphique n° 8 :).

Graphique n° 8 : Nombre de brevets déposés chaque année, sur 2003-2014, par direction opérationnelle du CEA



Source : Cour des comptes d'après données CEA⁴¹

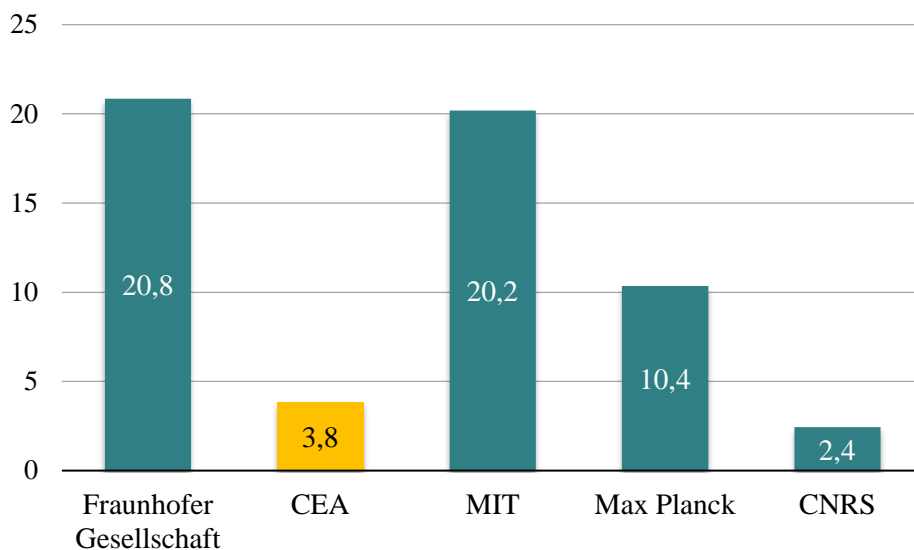
Ces revenus de licence sont relativement faibles si on les ramène au nombre de familles de brevets actifs (voir Graphique n° 9 :). La *Fraunhofer Gesellschaft* génère ainsi des revenus de licence six fois supérieurs avec un portefeuille de brevet comparable (10 % de brevets en plus), le MIT génère près de deux fois plus de revenus avec trois fois moins de brevets en portefeuille. Ces écarts s'interprètent principalement par le fait que le CEA dépose significativement plus de brevets que ses concurrents, sans augmenter d'autant les revenus de licence associés.

⁴¹ « Rapport relatif à la valorisation des activités de recherche du CEA », chiffres et données de l'année 2014, Direction de la valorisation du CEA.

Les coûts de propriété intellectuelle étant eux dépendants du nombre de brevets déposés et du portefeuille de brevets à maintenir, ils croissent linéairement d'environ 2 M€/an. Le tableau de l'annexe 1 résume les recettes et une partie des coûts, et indique que l'activité brevets, hors coûts internes CEA, est déficitaire depuis 2009, et que les pertes s'accroissent avec le temps (+ 22 M€ en 2007, -16 M€ en 2014)⁴². À ces montants, il conviendrait également d'ajouter les coûts internes liés au personnel travaillant directement sur les brevets.

Sur le plan comptable, la valeur des brevets à l'actif du bilan n'intègre pas les frais de recherche et développement liés aux brevets. La valeur cumulée d'acquisition des brevets est ainsi de 3,3 M€ en 2015, et la valeur nette de 0,4 M€. Cette valeur semble très largement sous-évaluée (le budget annuel de CEA Tech est de l'ordre de 600 M€), et ne matérialise pas la richesse technologique que le CEA peut diffuser. La valorisation de cet actif, éventuellement de manière extracomptable, en y incluant les frais de R&D, permettrait de mieux apprécier la contribution du CEA à la création d'actifs pour l'État, ainsi que la rentabilité associée à cet actif.

Graphique n° 9 : Revenus de licence par organisme rapporté au nombre de brevets actifs en portefeuille (en k€/brevet actif, données 2015)



Source : Cour des comptes d'après rapports annuels 2015 du CEA, du MIT, du Max Planck Institute, du CNRS et de la Fraunhofer Gesellschaft.

⁴² L'année 2015 a vu, pour la première fois sur la période 2005-2015, les coûts externes de propriété intellectuelle diminuer, à hauteur de 6 % par rapport à 2014.

Les considérations précédentes ne prennent pas en compte l'impact sur les revenus de la recherche partenariale : les partenaires industriels contractent d'autant plus volontiers que le CEA leur garantit l'accès à un vaste portefeuille de brevets, et se charge de leur garantir l'exclusivité dans leur domaine pour les connaissances nouvelles. Le portefeuille de brevet devient ainsi un élément de différenciation (compétitivité hors coût), une image de marque valorisable en tant que telle. Cette philosophie du dépôt intensif de brevet pourrait cependant être remise en cause sur trois points : l'entretien des brevets pourrait être limité aux brevets exploités dans les quelques années qui suivent le dépôt, la recherche de contrefacteur pourrait être plus active, et les contrats de licence pourraient prévoir une clause associant pleinement le CEA en cas de réussite.

Le CEA civil consent, chaque année, en moyenne 22 licences liées à un brevet du CEA sur un total de 130 licences/an environ, à comparer aux 600 à 700 brevets déposés chaque année. Par comparaison, le *Massachusetts Institute of Technology* a en 2015 consenti 110 licences, pour 341 brevets déposés⁴³. La croissance du portefeuille de brevet du CEA n'induit pas de croissance du nombre de licences liées au brevet ou du montant des redevances : le portefeuille de brevets pourrait être rationalisé, pour éviter l'entretien des brevets au-delà de quatre ou cinq ans par exemple, sur tout ou partie des territoires couverts par ce brevet, si aucune licence n'a été accordée depuis le dépôt, et si aucune perspective raisonnable de licence n'existe.

La recherche de contrefacteur consiste à identifier des entreprises produisant des produits ou des services en utilisant, sans licence, des éléments de propriété intellectuelle protégés par des brevets. La négociation consiste alors à concéder *a posteriori* une licence, faute de quoi une action judiciaire en contrefaçon est intentée. Cette stratégie est souvent vue comme plutôt coûteuse, avec des résultats incertains en cas de procès : les deux actions intentées sur la base de brevets CEA ont conduit à des transactions. L'exemple de France Brevets, qui met en œuvre cette stratégie de recherche de contrefacteurs sur le portefeuille de brevets qui lui est confié est instructif : dans le cas du programme NFC⁴⁴, France Brevets a cumulé 35,5 M€ de coûts et 41,0 M€ d'investissements entre 2012 et 2016 pour 14,2 M€ de revenus, ce qui ne paraît pas à ce stade encourageant. Toutefois, si la rentabilité directe de la recherche de contrefacteur peut être faible ou négative, son aspect dissuasif est nécessaire pour que des contrats de licence puissent être négociés. L'effort à consentir en recherche de contrefacteur doit ainsi être proportionné au marché potentiel des licences, et non uniquement aux gains liés aux contentieux en contrefaçon.

Enfin, concernant le contenu des contrats de licence, le cas analysé par la Cour illustre quelques limites des clauses actuelles : un taux est prévu dans le contrat entre le CEA et le partenaire privé, taux réduit en cas de volumes importants, avec comme assiette l'ensemble des ventes liées à la licence et aux sous-licences concédées par le partenaire. Le CEA ne peut pas s'opposer à la signature de sous-licences par son partenaire, et dispose d'un simple droit d'information. Rien dans le contrat de licence n'empêche ce dernier de négocier des taux de redevances plus importants avec ses sous-licenciés, ce qui a été le cas dans son contrat de sous-licence avec un autre industriel basé à l'étranger.

⁴³ Source : MIT *Technology License Office, statistics for fiscal year 2016*

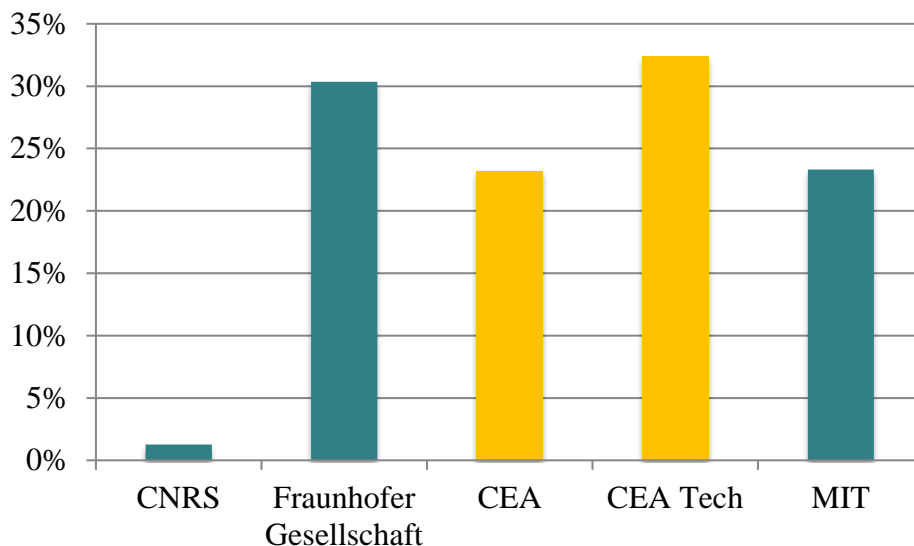
⁴⁴ La technologie NFC (*Near field communication*) est un protocole de communications électroniques de courte distance (de l'ordre de 1 à 4 cm)

Le partenaire bénéficie ainsi d'une plus-value sur les redevances de brevets, liée à l'écart entre le taux issu du contrat avec le CEA et dans celui négocié avec l'industriel étranger, sans que la justification économique de cette plus-value ne soit évidente. Le fait de conditionner le droit de sous-licence à un accord préalable du CEA, et de prévoir un meilleur partage des revenus de sous-licence entre le CEA et le licencié, permettrait d'optimiser les bénéfices que tire le CEA de sa politique de brevet en cas de succès des applications commerciales en découlant.

2.1.2 Une forte intensité de recherche partenariale, qui privilégie le contact direct des entreprises

La recherche partenariale est une des particularités du CEA, avec une part importante des recettes externes issues de contrats avec des industriels : de l'ordre de 20 à 25 % pour le CEA, et jusqu'à 35 % pour CEA Tech. L'essentiel des partenariats est noué au niveau de la DEN, avec la filière électronucléaire (EDF, AREVA, ANDRA), et au niveau de CEA Tech, avec des entreprises plus diversifiées (grands groupes, entreprises de taille intermédiaire (ETI), PME). La dynamique des recettes industrielles a été contrastée entre les différentes directions opérationnelles du CEA sur la période : les recettes de la DEN et de CEA Sciences ont décliné, suite à la crise de la filière électronucléaire et la fin de contrats liés à la détection du prion, et cru au niveau de CEA Tech.

Graphique n° 10 : Part des recettes industrielles dans le budget 2015 de différents organismes publics de recherche



Source : Cour des comptes d'après rapports annuels 2015 du CEA, de la Fraunhofer Gesellschaft et du CNRS, et du Massachusetts Institute of Technology

Le nouveau décret relatif au CEA inscrit dans les missions de l'organisme le fait « de contribuer, au service de la compétitivité de la France, au développement technologique et au transfert de connaissances, de compétences et de technologies vers l'industrie, notamment dans le cadre régional, ainsi qu'à la valorisation des résultats des recherches qu'il mène ».

CEA Tech⁴⁵ a mené sur la période 2007-2015 une politique très volontariste de développement des recettes externes. Cette politique a conduit à conclure près de 500 partenariats industriels au niveau de CEA Tech, dont 20 % de TPE/PME. Pour développer ces partenariats, CEA Tech a adopté une démarche proactive de rencontre des entreprises, notamment au travers d'évènements : au niveau de la PRTT de Toulouse par exemple, près de 400 entreprises ont été rencontrées depuis la création de la plateforme en 2013, avec l'organisation d'évènements dédiés (*CEA Tech Day, afterworks*), participation à des salons, rencontre avec des clusters d'entreprises.

Dans cette logique de prospection commerciale, CEA Tech a inauguré en 2011 une salle d'exposition (*showroom*) de démonstrateurs technologiques issus de ses travaux. Le showroom de Grenoble a ainsi accueilli 752 visites en 2014, et un showroom mobile a été développé pour déployer ces démonstrateurs au plus proche des clients potentiels. Ce concept a été transposé en région, en Midi-Pyrénées et en Lorraine notamment, au travers des PRTT.

Photo n° 1 : Vue du showroom CEA Tech de Grenoble



Source : CEA Tech, documentation « Le Showroom », 2014

⁴⁵ CEA Tech est l'appellation grand public de la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

Les nouvelles entreprises prospectées sont principalement des PME⁴⁶, au travers des PRTT. Ces entreprises étant peu familières des organismes publics de recherche, CEA Tech a développé une offre de service adaptée, après une première enquête réalisée en 2010 auprès des PME de la région grenobloise. Les premiers contrats portent sur des durées courtes, de l'ordre de 1 à 3 mois, pour imaginer une solution technologique à un problème donné (offre « Conception innovante » ou « Expertises »). L'étape suivante consiste à spécifier puis concevoir la solution, ce que permet l'offre « Pépite » dédiée aux PME, en 6 à 12 mois. Enfin un projet bilatéral (1 à 3 ans) ou un laboratoire commun (3 à 5 ans), permettent d'expérimenter avec les moyens du CEA un démonstrateur ou un prototype de la solution. Cette gamme permet de proposer des offres légères, rapides et peu coûteuses, pour que les entreprises puissent tester les prestations de CEA Tech avant de s'engager dans des contrats de plus long terme pour un développement plus innovant.

Pour continuer la croissance du volume d'affaires, CEA Tech considère qu'une croissance des effectifs dédiés à cette action est nécessaire. Le ratio entre le nombre d'entreprises prospectées et le nombre de contrats signés est de l'ordre de 10⁴⁷, et constitue une contrainte externe. La conséquence que CEA Tech semble en tirer est que, pour augmenter les recettes externes liées aux contrats de recherche partenariale, il est nécessaire d'augmenter le nombre d'entreprises prospectées, et donc le nombre d'ETP dédiés aux partenariats industriels (*business development*). L'hypothèse sous-jacente est que seul le contact direct auprès du client potentiel permet de déclencher une signature de contrat.

Cette hypothèse se traduit également par une communication grand public faible, et une notoriété du CEA bien en-deçà de son ampleur dans la valorisation de la recherche. L'étude Ipsos « Notoriété et image du CEA » de novembre 2013 indique que 38 % des personnes sondées connaissent le CEA, et elles connaissent principalement ses activités nucléaires, et de façon moins nette celles liées aux biotechnologies/santé, et au développement des énergies alternatives. Le sondage effectué par la Cour (annexe 1) indique que 60 % des organismes interrogés connaissent le CEA, ratio significativement plus élevé que celui obtenu par Ipsos, mais lié au fait que les sondés font tous partie de l'écosystème des entreprises innovantes. Mais seuls 28 % des sondés disposent d'un point de contact au CEA, quand 40 % pensent faire partie du champ technologique du CEA. Par ailleurs, la notoriété du CEA est plus faible dans les régions où il est implanté depuis peu, ce qui indique que le contact direct ou semi-direct semble être le principal canal de communication utilisé.

Le nom de l'organisme, CEA, illustre ce décalage entre les activités de recherche et l'image perçue : le décret 2016-311 du 17 mars 2016 confirme le changement d'appellation de 2009, en nommant l'organisme le « commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives ». Cependant le sigle CEAEA ou CEA² n'a pas prospéré, contrairement à celui de l'IFPEN⁴⁸. Le nom de CEA reste ainsi très lié à l'énergie atomique, qui ne représente qu'un tiers de son activité de recherche civile avec la DEN.

⁴⁶ Cette prospection porte ses fruits, les nouveaux partenaires industriels des PRTT en 2016 étant 79 PME et 36 ETI.

⁴⁷ Données estimatives pour la PRTT Midi-Pyrénées, obtenues avec le ratio « P6 »/« P1 » dans le suivi des clients, c'est-à-dire le nombre d'entreprises prospectées divisé par le nombre de contrats signés.

⁴⁸ IFP Energies nouvelles, nouveau nom de l'Institut français du pétrole.

Cette faible notoriété, principalement cantonnée aux activités liées au nucléaire et peu sur les activités de valorisation de la recherche à destination des entreprises, en ce compris les TPE/PME, limite le flux d'affaires spontanées. Des moyens humains importants sont ainsi essentiels pour développer le chiffre d'affaires. L'AERES recommandait en 2014⁴⁹ d'intensifier la communication du CEA ayant pour but le dialogue citoyen. Il conviendrait dans le champ de la valorisation de la recherche de réfléchir aux stratégies de communication permettant de limiter le recours à la prospection directe.

2.1.3 La création d'entreprise, un parcours encouragé et balisé par le CEA

Certains résultats de recherche du CEA ne peuvent être valorisés auprès d'entreprises existantes, et peuvent conduire à des créations d'entreprises dédiées à ces innovations. Le parcours de création d'entreprise, l'essaimage, est structuré au sein du CEA, avec notamment une délégation à l'essaimage créée en 1985⁵⁰.

La NIG 575⁵¹ crée un comité à l'essaimage du CEA qui peut décider de mettre un projet en incubation : le créateur d'entreprise est libéré de ses obligations professionnelles pour une durée de six mois, renouvelable deux fois, peut obtenir un prêt d'honneur jusqu'à 40 000 €, un congé pour création d'entreprise de 1 à 4 ans, et disposer du soutien de la délégation à l'essaimage. En contrepartie, le CEA dispose, *via* CEA Investissement, d'un droit de prise de participation dans l'entreprise créée lors de sa constitution, jusqu'à 15 % du capital initial (parts fondateurs).

La délégation à l'essaimage de la direction de la valorisation anime régulièrement des journées « création d'entreprise » pour susciter des projets, et rappeler les dispositions dont bénéficient les personnels du CEA, avec un rythme d'une à trois journée(s) chaque année. L'essaimage peut également concerner des porteurs de projet extérieur au CEA qui cherchent à valoriser des technologies issues des laboratoires du CEA. Des comités réguliers à l'essaimage étudient les projets soumis, et décident de l'incubation ou des prolongations d'incubation de ces projets.

Sur la période 2007-2015, 88 *start-up* ont été créées ou soutenues par le CEA, 9 d'entre elles datant de l'année 2015. Pour comparaison, la *Fraunhofer Gesellschaft* revendique 131 *spin-off*⁵², et 24 nouvelles sociétés établies en 2015⁵³, soit approximativement 1,0 nouvelle société établie pour 1 000 permanents, contre 0,8 pour le CEA et 2,1 pour le *Massachusetts Institute of Technology*⁵⁴.

⁴⁹ « Rapport d'évaluation du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) », AERES, Août 2014.

⁵⁰ « Les incubateurs publics d'entreprises technologiques innovantes », rapport IGAENR, juillet 2001.

⁵¹ Note d'instruction générale 575 du 12 décembre 2008, et circulaire d'application n° 1 DRT/Valo du 24 novembre 2009.

⁵² Source : Fraunhofer Venture, page consultée en octobre 2016.

⁵³ Source : rapport annuel 2015 de la Fraunhofer Gesellschaft.

⁵⁴ Source : site internet du MIT pour les effectifs 2015, et du MIT *Technology Licensing Office* pour les sociétés créés en 2015.

La création de *start-up* ne se limite pas à CEA Tech, la recherche fondamentale de CEA Sciences ayant conduit à des innovations de rupture prometteuses, notamment *via* NAWA Technologies (nouveaux matériaux basés sur des nanotubes de carbone), Posithôt (générateur de positons) ou Prestodiag (détection rapide de bactéries).

CEA Investissement, société anonyme filiale à 100 % du CEA, a pris des parts fondateurs, en application de la NIG 575, dans 56 de ces sociétés, et a cédé par la suite ses parts dans 6 d'entre elles, pour une plus-value de 1,9 M€ La plus-value latente pour les 50 sociétés toujours en portefeuille s'élevait en juin 2016 à 6,2 M€: les parts fondateurs représentent ainsi un revenu potentiel d'environ 1,1 à 1,2 M€~~an~~, transféré du CEA, qui supporte les salaires et les frais de laboratoires durant la maturation, à CEA Investissement, qui bénéficie de la plus-value de cession des parts fondateurs. Ce transfert gratuit à CEA Investissement du droit d'acquérir des actions à leur montant nominal pourrait être compensé par le versement de dividendes au CEA, lors de la réalisation de la plus-value. Ces dividendes permettraient aux laboratoires à l'origine du projet de bénéficier financièrement de son succès.

Au-delà des parts fondateurs, CEA Investissement finance également l'amorçage des sociétés issues du CEA, ou intervenant dans le champ technologique du CEA. CEA Investissement disposait au 30 juin 2016 de 19 sociétés en portefeuille (avec des parts fondateurs pour 15 d'entre elles), financées pour l'amorçage, et 30 autres sociétés était au portefeuille du fonds Amorçage Technologie Innovation – ATI⁵⁵ (avec des parts fondateurs pour CEA Investissement dans 11 d'entre elles). Les montants investis en phase d'amorçage sont de l'ordre de la centaine de milliers au demi-million d'euros dans chaque entreprise, et ont pour objectif de financer le passage du concept au produit ou service.

Cette activité d'amorçage est souvent vue comme faiblement rentable voire déficitaire. L'association française des investisseurs pour la croissance (AFIC) effectue des enquêtes annuelles de la performance du financement en France, et mesure le taux de rendement interne (TRI) des différents fonds. Un TRI doit être supérieur à l'inflation pour que l'investissement soit à rentabilité nulle. Le TRI à 10 ans du capital investissement⁵⁶ dans son ensemble était à 10,0 % en 2015, celui de l'amorçage à 2,6 %⁵⁷, à comparer au taux moyen d'inflation sur 10 ans de 1,5 % sur 2005-2014⁵⁸, la moitié des fonds d'amorçage ayant un TRI nul ou négatif. Cette activité n'est pour l'instant pas rentable chez ATI, mais CEA Investissement arrive à dégager un résultat positif sur l'amorçage, avec un taux de rendement interne (TRI) brut de l'ordre de 20 % au 31 décembre 2015.

Le taux de survie des *start-up* du CEA est au-dessus de la moyenne nationale pour les entreprises de la catégorie « Activités spécialisées, scientifiques et techniques »⁵⁹ : ce taux moyen est de 72,7 % à trois ans pour la génération 2006 contre 79,4 % au CEA sur la période 2005-2009, 79,6 % à trois ans pour la génération 2010 contre 90,1 % au CEA sur la période 2010-2014.

⁵⁵ Voir § 2.3.2.3 pour les détails concernant ce fonds, dont CEA Investissement est actionnaire et gestionnaire, et auquel il a apporté plusieurs de ses investissements.

⁵⁶ Le capital investissement regroupe l'amorçage, le développement, la transmission et les fonds généralistes.

⁵⁷ « Performance nette des acteurs français du capital-investissement à fin 2015 », AFIC, 29 juin 2016.

⁵⁸ Taux moyen calculé à partir des taux annuels d'inflation en France relevés par l'INSEE.

⁵⁹ « Entreprises créées en 2010 : sept sur dix sont encore actives trois ans après leur création », Insee Première n° 1543, avril 2015.

Parmi les *start-up* issues du CEA, le filtre de CEA Investissement au niveau de l'amorçage permet de ne parfois pas retenir des projets qui ne sont pas immédiatement viables. Le CEA semble en effet parfois pousser des projets dont la pérennité n'est pas garantie : Kwele, lancé en 2008, a été arrêté la même année, Prone Systems, lancé en 2013 a également été arrêté la même année, Pac Sol, soutenu par le CEA, a été lancé en 2011 et arrêté en 2012⁶⁰. L'indicateur sur le nombre de *start-up* créées peut ainsi induire une forme de contrainte implicite, forçant la création d'entités qui ne sont pas complètement matures.

2.1.4 Une ambition de diffusion technologique qui nécessite des moyens

La diffusion technologique de ses résultats de recherche dans les régions fait partie des missions du CEA depuis 1982⁶¹, et a été réaffirmé dans le nouveau décret de 2016. Cette mission est essentiellement portée par CEA Tech⁶², en particulier par les PRTT. L'exemple des PRTT (voir § 2.2.2) permet cependant d'illustrer la limite de la croissance autonome de CEA Tech : faute de subvention, la valorisation prend le pas sur le ressourcement, et il devient difficile de continuer à effectuer des contrats de recherche partenariale sans création de nouvelles connaissances. La subvention permet en effet de financer les coûts fixes, notamment les équipements de recherche, les fonctions support et le ressourcement. En cas de croissance du volume d'affaires, l'augmentation des coûts fixes conduit, à subvention fixe, à effectuer des arbitrages sur le ressourcement : la valorisation de la recherche se fait ainsi, indirectement, au détriment du ressourcement.

Le CEA a été sollicité fin 2015 par la présidence de la République pour proposer un plan de croissance de ses activités de valorisation technologique, dit plan « alpha ». En se comparant aux modèles européens d'opérateurs de recherche technologique, notamment la *Fraunhofer Gesellschaft* allemande, CEA Tech estime que le potentiel économique des entreprises françaises lui permettrait d'augmenter ses recettes industrielles de 35 % (+ 80 M€). Cependant, pour rééquilibrer ses différents modes de financement, la subvention devrait être augmentée de 150 M€(+ 100 %) pour retrouver le seuil d'équilibre de 33 % du budget global de CEA Tech. Le plan moyen-long terme (PMLT) du CEA approuvé en juin 2015 prévoit une légère baisse de la subvention de CEA Tech de 151,6 M€ en 2016 à 149,7 M€ en 2026, à comparer à l'ambition d'une subvention de 300 M€ du plan « alpha » présenté par le CEA.

⁶⁰ Il peut être noté que ces entreprises n'ont pas fait l'objet d'une prise de participation par CEA Investissement.

⁶¹ Décret n° 82-734 du 24 août 1982 modifiant le décret n° 70-878 du 29 septembre 1970 et le décret n° 72-1158 du 14 décembre 1972 modifiés relatifs au commissariat à l'énergie atomique.

⁶² CEA Tech est l'appellation grand public de la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

Le CEA a également présenté à la ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur la climat un plan stratégique de transition énergétique dans le cadre de la loi TECV⁶³ lors de l'été 2016, pour défendre une augmentation de la subvention du CEA portée par le programme 190 : une augmentation de 32 M€ était demandée par le CEA. À la date du présent rapport, cette demande n'a pas eu de suite, le projet annuel de performance (PAP) 2017 indiquant au contraire une baisse de 3 M€ de cette subvention entre la loi de finances initiale (LFI) 2016 et le PLF 2017.

CEA Tech, après avoir fait croître continûment ses recettes industrielles (+ 100 M€ entre 2007 et 2015) sans croissance de sa subvention, arrive ainsi aux limites de son modèle. Le cas des PRTT illustre la dérive probable de CEA Tech en cas de persistance d'une part trop faible de subvention dans son budget. Au-delà des leviers d'efficacité que le CEA peut trouver dans sa gestion, la croissance de CEA Tech nécessite au préalable une vision partagée avec les tutelles de ses modalités de financement et de la viabilité de son modèle.

2.2 Les PRTT, la volonté du développement industriel régional

En 2012, CEA Tech⁶⁴ a fait le pari d'un développement d'antennes régionales pour faire croître le volume des contrats de recherche partenariale. Le constat était que l'essentiel des contrats signés l'était avec des entreprises géographiquement proches des sites de Grenoble ou de Saclay. Ces plateformes régionales de transfert de technologie sont une expérimentation originale, signe d'une vision stratégique claire de CEA Tech.

Après avoir rappelé le fondement de cette vision, le mode de financement des PRTT et leurs perspectives seront étudiés, ainsi que la mesure de leur impact économique.

2.2.1 La création des PRTT, portée par une vision du transfert technologique

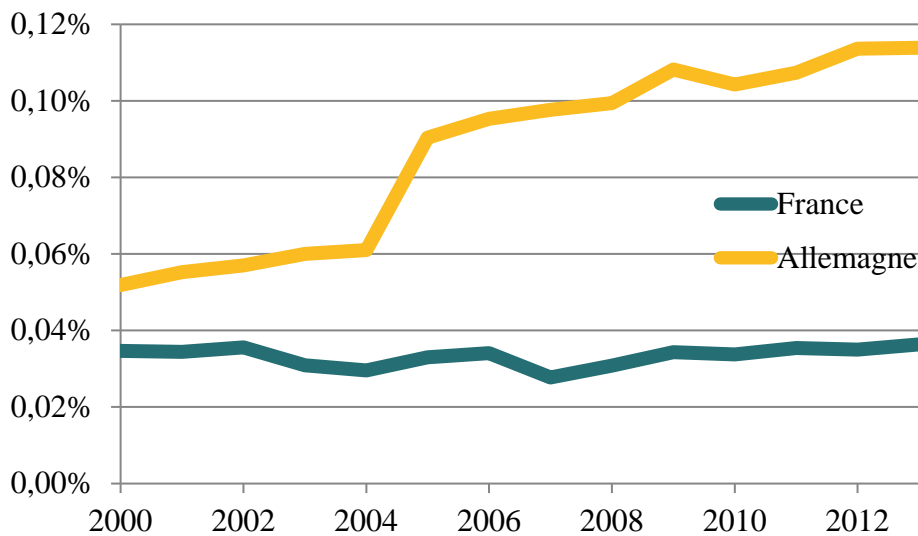
Le principe des PRTT repose sur l'hypothèse d'une offre insuffisante de services de valorisation de la recherche au plus près des entreprises.

Le premier constat macroéconomique dressé par le CEA est la faiblesse du financement privé de la recherche publique en France, par comparaison à l'Allemagne. En utilisant les données de l'OCDE (graphique ci-dessous), il apparaît que l'Allemagne a un financement privé de sa recherche publique d'environ 0,11 % du produit intérieur brut (PIB) annuel depuis 2008, contre moins de 0,04 % en France.

⁶³ Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

⁶⁴ CEA Tech correspond à la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

Graphique n° 11 : Montant, en point de PIB, de la recherche publique financée par les entreprises, en France et en Allemagne, entre 2000 et 2013



Source : Cour des comptes d'après données OCDE (agrégation HERD et GOVERD, divisée par le PIB en € courants)

Le second constat, géographique, est que CEA Tech effectuait 95 % de ses partenariats en 2011 avec des établissements des régions Rhône-Alpes et Île-de-France, quand ces régions ne cumulaient que 26 % des établissements industriels. La proximité géographique entre les implantations des laboratoires et les établissements industriels semble ainsi un facteur important pour nouer des contrats de recherche partenariale.

Ces deux constats impliquent ainsi qu'il existe une demande insatisfaite en prestations de recherche partenariale, et qu'une présence régionale est nécessaire pour aller à la rencontre de cette demande. Le 15 octobre 2012, le Premier ministre a annoncé le lancement de l'expérimentation des PRTT, avec trois objectifs, déclinés à l'article 2 de la convention État-CEA de décembre 2012⁶⁵ :

- Diffusion des technologies génériques de CEA Tech en région, en allant au-devant des entreprises sur le terrain.
- Développement de plateformes technologiques locales, adaptées aux besoins des acteurs régionaux, et complémentaires des moyens actuels du CEA.
- Association avec les autres acteurs locaux de la recherche publique, pour mutualiser les moyens et les compétences, et permettre le ressourcement technologique.

La contrainte fixée par l'article 3 de la convention consiste à ne pas mobiliser la subvention du CEA ou les financements de l'État pour faire fonctionner ces PRTT. Ces centres doivent ainsi fonctionner avec des financements industriels ou des financements publics hors État.

⁶⁵ « Convention d'expérimentation État-CEA relative à la création par le CEA de nouvelles plates-formes régionales de transfert technologique » du 21 décembre 2012.

Le bilan établi en décembre 2015 par le Conseil général de l'économie (CGE)⁶⁶ est positif : les objectifs initiaux de chiffre d'affaires ne sont pas atteints, mais atteignent 24 M€ en 2015, sans effet d'éviction sur les autres recettes industrielles de CEA Tech. Les plateformes ont permis de nouer des relations avec de nouvelles entreprises industrielles en région, dans une large variété de domaines industriels⁶⁷, qui sont globalement très satisfaites de leurs relations avec le CEA. Des partenariats ont été développés avec des institutions de recherche (Mines Telecom⁶⁸, CNRS⁶⁹, CETIM⁷⁰, ENSAM⁷¹, INP⁷²), pour articuler les interventions de chaque organisme, notamment en région. Le ressourcement technologique, notamment les doctorants, a permis de créer des liens avec les laboratoires académiques locaux. Enfin, les régions ont accompagné ce mouvement, en finançant les « équipes cœurs », c'est-à-dire les personnels dédiés à la prospection commerciale, ainsi que les locaux et des équipements.

La mission du CGE de décembre 2015 a recommandé la poursuite de l'expérimentation des PRTT, estimant que le pari était réussi. Ces conclusions ont été reprises par le comité de pilotage des PRTT le 15 janvier 2016. La décision de pérenniser ces plateformes n'était cependant pas encore prise au niveau ministériel à la clôture de l'instruction.

2.2.2 CEA Tech sans financement de l'État ou sans recettes industrielles : les modèles limites des différentes PRTT

L'article 3 de la convention État-CEA sur les PRTT stipulait que les plateformes ne pouvaient faire appel aux financements compétitifs nationaux ou à la subvention du CEA. Le modèle économique reposait ainsi sur un financement initial des régions, et une rapide hausse des contrats privés pour atteindre une cible de 75 % de recettes industrielles, et de 25 % financés par les régions pour le ressourcement⁷³. Cette cible était dès 2012 en deçà du modèle à 33 % de subvention promu par CEA Tech.

⁶⁶ « Évaluation de l'expérimentation des plateformes régionales de transfert technologique de CEA Tech », Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (2015/30/CGE/SG) et Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la recherche (2015-095), décembre 2015.

⁶⁷ Aéronautique, agroalimentaire, automobile, Luxe-Textile, Chimie, Santé, Habitat-BTP, etc.

⁶⁸ Partenariat stratégique entre CEA Tech et l'Institut Mines Telecom et Armines, 5 novembre 2012.

⁶⁹ Protocole d'accord CEA-CNRS, 7 décembre 2012.

⁷⁰ Convention de partenariat stratégique entre CEA Tech et le CETIM, 10 septembre 2013.

⁷¹ Convention de partenariat stratégique entre CEA Tech et l'ENSAM, 19 novembre 2013.

⁷² Partenariat stratégique entre CEA Tech et les Instituts polytechniques de Bordeaux, Grenoble, Nancy et Toulouse, 20 novembre 2013.

⁷³ Annexe 1 de la « Convention d'expérimentation État-CEA relative à la création par le CEA de nouvelles plateformes régionales de transfert technologique » du 21 décembre 2012.

Tableau n° 5 : Financements et effectifs des PRTT (Toulouse, Bordeaux, Nantes) entre 2013 et 2015

<i>Recettes en €</i>	2013	2014	2015
<i>Recettes industrielles (réalisées)</i>	8 452 000	17 612 000	23 590 000
<i>Recettes industrielles (cible)</i>	10 800 000	23 000 000	35 000 000
<i>Financements publics</i>	1 360 000	3 426 000	11 223 000
<i>ETPT (réalisé)</i>	60	1 183	1 797
<i>ETPT (cible)</i>	60	125	200

Source : Cour des comptes d'après données CEA

Les financements publics représentaient 14 % des recettes totales en 2013, et 32 % en 2015, contre une cible à 25 %. Ces financements sont principalement issus des Régions, à l'exception de la PRTT de Toulouse qui reçoit des financements du Fonds européen de développement régional (FEDER, 7,0 M€ sur 2013-2015), du Fonds national pour l'aménagement et le développement du territoire (FNADT, 1,0 M€ sur 2013-2015) ou du contrat de plan État-Région (CPER, 0,9 M€ sur 2013-2015).

Deux autres PRTT ont été lancées après la première vague Toulouse-Bordeaux-Nantes, à l'initiative de l'État, avec des objectifs de diffusion technologique mêlés d'aménagement du territoire. La PRTT de Lorraine⁷⁴ a été lancée en 2014 dans le cadre du Pacte lorrain, avec un financement reposant très majoritairement sur des fonds publics : l'installation du CEA et son fonctionnement initial sont financés sur deniers publics, et les contrats de recherche sont également aidés par l'État et la Région, de 15 à 25 % selon la taille de l'entreprise⁷⁵. La PRTT de Lille a été lancée fin 2015⁷⁶, et repose sur le même schéma d'un financement public de la plateforme, et d'une aide aux industriels pour les contrats confiés au CEA. Le démarrage de la PRTT de Lorraine est significativement plus lent que les cibles initiales, les recettes industrielles peinant à croître, en dépit d'un taux de subvention supérieur à 90 %.

⁷⁴ « Convention entre l'État, la Région Lorraine et le CEA pour l'installation de la plate-forme régionale du CEA en Lorraine », 26 mars 2014.

⁷⁵ Cette subvention suit le régime d'aide d'État notifié N 520a/2007.

⁷⁶ « Convention partenariale pour la création d'une plateforme régionale de transfert technologique CEA Tech en région Nord-Pas de Calais », 4 décembre 2015.

Tableau n° 6 : Financement de la PRTT Lorraine en 2014 et 2015

<i>en €</i>	2014	2015
<i>Recettes industrielles (réalisées)</i>	326 000	375 000
<i>Recettes industrielles (cible)</i>	1 500 000	3 000 000
<i>Financements publics (réalisés)</i>	3 232 000	4 016 000
<i>Financements publics (cible)</i>	7 700 000	11 330 000

Source : Cour des comptes d'après données CEA

La première vague des PRTT (Toulouse, Bordeaux, Nantes) conduit à un modèle CEA Tech sans subvention. La focalisation très forte sur la prospection des clients limite drastiquement la création de connaissances nouvelles, avec en particulier très peu de dépôts de brevets par rapport aux autres équipes de CEA Tech. Cinq brevets étaient déposés en juillet 2015, contre près de 24 attendus en appliquant la moyenne du CEA (6,6 brevets/100 personnes/an). La majorité des financements sont issus de contrats industriels, ce qui polarise les équipes sur des projets de court terme, et ne permet pas de développer une recherche prospective suffisante. Les PRTT illustrent paradoxalement le risque pour CEA Tech d'une trop grande dépendance dans les financements industriels : une recherche appliquée dynamique, mais qui peine à créer les nouvelles connaissances qu'elle pourra diffuser demain. La mission menée par le CGE préconise ainsi d'ouvrir l'accès aux financements compétitifs de l'État et à la subvention du CEA pour que le modèle puisse se pérenniser.

La seconde vague de PRTT (Lorraine et Lille) illustre un modèle CEA Tech très fortement subventionné (< 10 % de recettes industrielles). Le recul est plus limité sur ces PRTT, mais la logique des conventions est de créer une filière industrielle par transfert technologique, et non d'améliorer la compétitivité d'une filière préexistante par des contrats de recherche partenariale. L'utilisation de la PRTT pour faire émerger de nouvelles entreprises semble plus difficile qu'initialement escompté, un bilan à trois ans permettant probablement de mieux estimer l'impact de CEA Tech dans l'écosystème régional.

Pour la première vague de PRTT, CEA Tech a démontré une capacité remarquable de prospection commerciale, démultipliant les contacts avec les entreprises, et atteignant en trois ans près de 24 M€ de recettes industrielles. Cette activité de démarchage, appuyée sur une organisation très professionnelle de suivi des clients potentiels, un discours commercial rodé et des espaces de démonstration (*showroom*) de qualité, semble unique en France. Cette méthode gagnerait en efficacité en diffusant, outre les résultats de recherche du CEA, ceux d'autres institutions publiques de recherche. L'expérimentation d'une mise à disposition des forces commerciales des PRTT à d'autres partenaires du CEA, sur la base d'accords bilatéraux, permettrait d'accroître l'efficacité de cette démarche.

2.2.3 La difficile mesure de l'impact de l'action du CEA en région

La mission d'évaluation des PRTT du CGE en 2015 a, comme le demandait sa lettre de mission, posé le cadre d'une évaluation de l'impact économique des PRTT, combinant des indicateurs quantitatifs, une démarche économétrique avec un échantillon de référence, et une évaluation qualitative avec des « *success stories* ».

Un premier indicateur peut être le coût public des prestations réalisées par les PRTT de la première vague. Si ces PRTT ne disposent pas d'un financement direct de l'État, il faut rappeler que les entreprises qui délèguent une activité de R&D à une entité publique bénéficie d'un doublement du crédit impôt recherche⁷⁷, soit un taux effectif de 60 % pour les dépenses de R&D inférieures à 12 M€⁷⁸. Le taux de financement public des activités des PRTT s'élève ainsi à 73 % en 2015 en combinant les financements publics directs et 60 % des recettes industrielles : pour 1 € investi (en net) par une entreprise, la sphère publique finance 2,7 €

La démarche économétrique est plus difficile à mener, l'impact de l'activité du CEA demandant de comparer deux groupes similaires, dont l'un contracte avec le CEA, et l'autre non (groupe « témoin » ou contrefactuel). Une analyse de ce type a été menée sur les données d'export des douanes : l'hypothèse consistait à tester si l'implantation d'une PRTT dans une région conduit ou non à des augmentations statistiquement significatives d'exportations pour une catégorie de produits donnée. En effet, si l'innovation apportée par le CEA apporte un surcroît de compétitivité, ce surcroît devrait se traduire par une augmentation directe ou indirecte des exportations de produits ou de services intégrant cette innovation.

La méthode, détaillée en annexe n° 3, étudie ainsi les données d'export des douanes, par catégorie de produits et par région, en comparant les régions ne disposant d'aucun centre CEA Tech ou de PRTT, et la région Midi-Pyrénées, où une PRTT a été implantée en 2013, distinguant la période 2010-2012 et 2013-2015. Le résultat est que les effets observés sur les catégories de produits les plus significatives sont ambivalents, et ont probablement d'autres explications que l'implantation de la PRTT.

Une étude menée à l'échelle européenne par un cabinet de conseil belge⁷⁹, sur commande de l'association européenne des organismes de recherche technologique (EARTO), tente de chiffrer au niveau macroscopique l'impact du CEA en termes d'emplois et de retours fiscaux. Il en ressort que chaque emploi du CEA induit 3,5 emplois ailleurs dans l'économie européenne, et que l'activité civile du CEA génère chaque année 2,2 Md€ de retours fiscaux, montant à comparer au 850 M€ de subvention. Cette étude tente ainsi de démontrer que la subvention accordée au CEA est bien investie.

La mesure économique de l'impact des activités de diffusion technologique reste un problème complexe, la sélection d'un échantillon témoin et d'un échantillon exposé, identiques en tout point en dehors d'un contrat avec le CEA, restant un exercice assez abstrait.

⁷⁷ Article 244 quater B du code général des impôts, II d) 1°

⁷⁸ Article 244 quater B du code général des impôts, II d), 10^{ème} paragraphe

⁷⁹ "Economic footprint of 9 European RTOs, Final report", IDEA Consult SA, December 2015

Les éléments rassemblés indiquent que l'effet, s'il existe, doit prendre en compte tous les financements publics (dont le CIR), n'est pas direct et massif (analyse économétrique), mais qu'en dépit de son caractère diffus, il pourrait être important (analyse du cabinet de conseil belge).

Concernant plus spécifiquement les forces de prospection commerciales, combinant des démonstrateurs, des *showrooms* et des effectifs dédiés au contact avec les industriels, il s'agit d'un élément assez atypique dans la valorisation de la recherche publique. L'efficacité de cette approche de la prospection commerciale gagnerait à être évaluée concrètement pour démontrer la pertinence de ce modèle.

2.3 L'interaction du CEA avec l'écosystème de la valorisation

Le CEA est un organisme de recherche puissant en matière de valorisation, réalisant à lui seul près de la moitié des recettes privées de l'ensemble de la recherche publique française. Il a intégré dans son fonctionnement les différents dispositifs de valorisation de la recherche publique, mais son modèle économique a conduit à des frictions lors du déploiement des outils issus des investissements d'avenir.

2.3.1 Une utilisation efficace des outils historiques de valorisation

Le CEA mobilise les différents financements dédiés à l'innovation, et est présent dans la plupart des dispositifs soutenus par l'État et promouvant la valorisation de la recherche publique : incubateurs, pôles de compétitivité, Instituts Carnot, programme Eurêka, programme Cap'tronic, etc.

2.3.1.1 Les incubateurs et les pôles de compétitivité

Le CEA est ainsi membre de l'incubateur technologique du campus Paris-Saclay, IncubAlliance, et fondateur de l'incubateur Grenoble Alpes Innovation (GRAIN)⁸⁰, ces deux incubateurs étant respectivement les 1^{er} et 3^{ème} plus importants récipiendaires des fonds du programme 172 dédiés au soutien aux incubateurs⁸¹.

De même, le CEA est membre de 31 pôles de compétitivité (sur 71 pôles existants), et administrateur de 18 d'entre eux⁸². L'appartenance à ces pôles permet de mobiliser ensuite le

⁸⁰ La SATT Linksium à Grenoble a depuis fin 2014 repris l'activité d'incubation d'entreprises.

⁸¹ « Évaluation du dispositif d'incubation issu de l'appel à projets du 25 mars 1999 », rapport 2014-066 de l'IGAENR, septembre 2014.

⁸² Rapport annuel 2015 du CEA.

fonds unique interministériel (FUI, programme 192) pour les projets de recherche labellisés, ou des aides de l'agence nationale de la recherche (ANR) dédiées aux pôles de compétitivité.

2.3.1.2 Les Instituts Carnot

Le cas des Instituts Carnot illustre l'efficacité du CEA pour tirer parti des financements publics pour la valorisation, et la perte de vitesse de ces financements au profit des nouveaux outils.

Les trois instituts de CEA Tech⁸³ sont des Instituts Carnot⁸⁴, ce qui conduit à des financements au titre des abondements Carnot de l'ordre de 16 M€an sur la période 2007-2015, soit de l'ordre de 30 % du total des abondements Carnot versés par l'ANR⁸⁵. La directrice du CEA-Leti est également la présidente de l'association des Instituts Carnot (AiCarnot). Les trois instituts ont été renouvelés en 2016 lors des labellisations Carnot 3, avec un bilan très satisfaisant lors de l'évaluation par l'ANR fin 2015.

L'abondement Carnot n'a cependant pas accompagné la croissance de l'activité des Instituts : en 2008, sur 205 M€de recettes contractuelles pour les différents Instituts, l'ANR versait 60,7 M€d'abondements (30 %). En 2015, les recettes contractuelles avaient augmenté à 455 M€, l'abondement diminuait à 57 M€(12,5 %)⁸⁶. Le niveau initial d'abondement (30 %) pouvait permettre de financer le ressourcement des organismes, mais il s'établit désormais à un niveau trop faible pour que ce ressourcement soit effectif. Le dispositif Carnot semble avoir subi le même effet de ciseau que le CEA avec sa subvention : les recettes industrielles ont considérablement crû, quand les financements publics pérennes sont en légère décroissance. L'équilibre initial de 30 % de subvention ou abondement sur le budget total n'est ainsi pas maintenu, ce qui remet en question la soutenabilité du ressourcement scientifique.

2.3.1.3 Les autres programmes de valorisation de la recherche

Au-delà de ces labels institutionnels, le CEA mobilise également la plupart des sources de financement recensées par le CGE dans sa revue des dépenses 2015 concernant les aides à l'innovation⁸⁷ : des thèses CIFRE⁸⁸, le programme Eurêka⁸⁹, programme Cap'ronic, concours

⁸³ CEA Tech correspond à la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

⁸⁴ Le Leti et le List sont des Instituts Carnot, le Liten l'est au travers du Carnot « Energies du futur ».

⁸⁵ Financement ANR-Carnot attribués au CEA rapportés aux « crédits hors AAP – Institut Carnot » des rapports annuels de l'ANR, diminués le cas échéant du programme inter Carnot-Fraunhofer (PICF) si disponible.

⁸⁶ Données de recettes contractuelles et d'abondement issues des rapports annuels de l'ANR, 2008 et 2015.

⁸⁷ Voir notamment la liste du rapport « Revue de dépenses 2015 – Les aides à l'innovation », CGE-IGF-CGEDD, juin 2015.

⁸⁸ Conventions industrielles de formation par la recherche – CIFRE, financées en partie par le programme 172.

⁸⁹ Programme regroupant 42 pays, lancé en 1985, qui vise à renforcer la recherche précompétitive en Europe. Le CEA est notamment partenaire des clusters Catrene (OpenES) – devenu Penta, Euripides (Intex) – devenu Euripides², Itea3 (Emphasis), Celtic-Plus (Tilas), Eurogia+ (CAPZinc).

i-Lab, etc. Les deux derniers exemples illustrent la force du CEA pour allier recherche et industrie.

Le programme Cap'tronic est géré par l'association Jessica France, fondée en 1991 par le CEA et l'ANVAR (devenu Oséo puis BPIFrance), et a pour objectif d'aider les PME françaises à améliorer leur compétitivité en intégrant des solutions électroniques ou logicielles dans leurs produits. Ce programme est soutenu par le programme 192, pour 4 M€an environ, et les documents budgétaires⁹⁰ rappellent que l'évaluation de Cap'Tronic a conclu qu'1 M€de subvention de l'État se traduisait par 10 M€de chiffre d'affaires supplémentaires, et 80 emplois créés ou maintenus. Ce soutien dans la durée, depuis 25 ans, est suffisamment rare pour être signalé.

Le concours i-Lab montre que l'accompagnement à l'essaiage du CEA conduit à des projets de qualité. Ce concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes, existant depuis 1999 et organisé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, récompense les jeunes pousses technologiques les plus prometteuses, avec des subventions pouvant aller jusqu'à 450 000 € Les *start-ups* issues du CEA ont obtenu en cumulé 7,7 M€d'aides, sur un budget total de 60,6 M€issu du programme 172, soit 13 % du total national.

2.3.2 Un modèle de valorisation incompatible avec les nouveaux outils du PIA

Lors du rapport de la commission Juppé/Rocard en 2009⁹¹, préconisant un investissement de l'État de 35 Md€, 3,5 Md€étaient fléchés sur l'action 3 « Créer quelques campus d'innovation de dimension mondiale, mieux valoriser les résultats de la recherche publique et soutenir la recherche partenariale ». Sur ce montant, la valorisation et le transfert de technologies étaient estimés à 1 Md€, et le renforcement des Instituts Carnot à 0,5 Md€

Cette action s'est traduite dans le programme d'investissements d'avenir⁹² par une enveloppe de 600 M€pour les Instituts Carnot, 600 M€pour le Fonds national d'amorçage⁹³, 911 M€pour le Fonds national de valorisation (SATT, CVT⁹⁴ et France Brevets), et 1 975 M€pour les Instituts de recherche technologique (IRT).

Ces nouveaux outils ont modifié de façon importante le paysage de la valorisation de la recherche, et conduit le CEA à s'adapter à des modèles de diffusion technologique différents de celui qu'il avait construit.

⁹⁰ PAP 2017 du programme 192, action n° 02.

⁹¹ « Investir pour l'avenir – Priorités stratégiques d'investissement et emprunt national », rapport au Président de la République, novembre 2009.

⁹² Rapport d'activité annuel 2015, Commissariat général à l'investissement.

⁹³ Le Fonds national d'amorçage est lié à l'action 5 « Encourager la création d'entreprises innovantes et l'innovation sociale » de la commission Juppé-Rocard, mais a un lien avec l'activité d'essaiage du CEA.

⁹⁴ Consortium de valorisation technologique, peu utilisés par le CEA.

2.3.2.1 Instituts de recherche technologique (IRT)

Tableau n° 7 : Vision synthétique des IRT, données 2015

<i>Nombre d'IRT</i>	<i>IRT dont le CEA est partenaire</i>	<i>Enveloppe PIA</i>	<i>Versements PIA</i>
8	1	1 975 M€	230 M€

Source : Cour des comptes d'après données CGI

L'ambition des IRT consistait à ce que l'État finance le lancement de nouveaux instituts de recherche, capable de mener de façon autonome leurs propres recherches, et qui puissent à horizon 2020 être financés par les partenaires industriels, par les revenus de la propriété intellectuelle créée, et par les financements compétitifs.

La note méthodologique du commissariat général à l'investissement (CGI) concernant les IRT a fait l'objet d'un arbitrage interministériel diffusé le 18 janvier 2012⁹⁵ : les IRT doivent « constituer une nouvelle entité de recherche technologique », « être doté[s] d'une personnalité juridique propre ». Ce modèle implique en particulier que la propriété intellectuelle issue de la recherche propre de l'IRT appartienne à 100 % à l'IRT. L'atténuation de la rigueur de cette règle avec le ratio dit des 80/20 ne concerne que les partenaires industriels.

Concernant le CEA, le fait que la propriété intellectuelle soit transférée à l'IRT entre en contradiction avec son propre modèle de valorisation industrielle. Pour néanmoins bénéficier des financements du PIA associé, le CEA a pesé pour instaurer un IRT dérogatoire, Nanoelec, qui n'est pas doté de la personnalité juridique, et est simplement isolé comptablement au sein du CEA. La mise en place de cet IRT a été complexe, un audit préalable de l'IGAENR⁹⁶ ayant été diligenté pour vérifier la conformité du projet du CEA avec « les principes d'efficacité, de transparence et de partage des risques technologiques et financiers entre acteurs privés et publics fixés par l'appel à projet ». Cet audit a validé le modèle proposé par le CEA. L'audit de l'IRT Nanoelec diligenté en 2014 par l'ANR⁹⁷ a considéré que le CEA avait tenu ses engagements. Concernant les autres IRT⁹⁸, le CEA participe *a minima*, avec un montant symbolique (Bioaster), ou *via* des conventions *ad hoc* (System X ou Jules Verne).

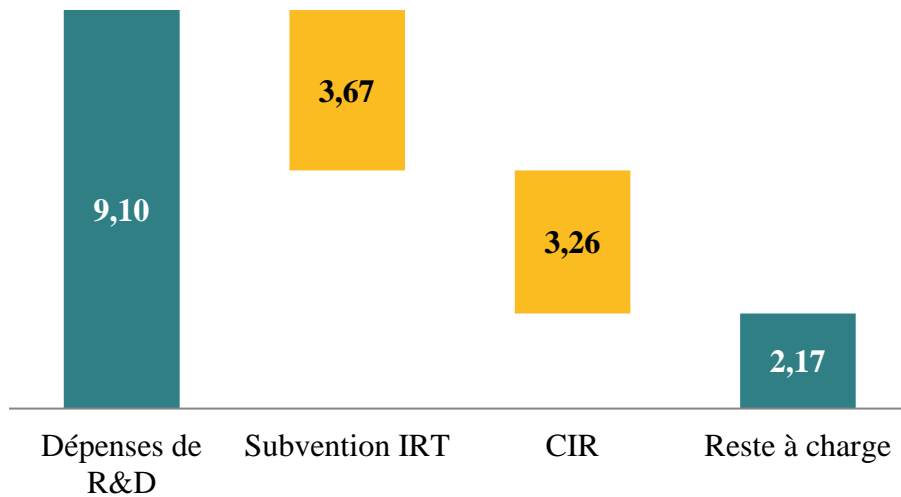
⁹⁵ « Investissements d'avenir : validation du guide méthodologique sur les IRT (1^{ère} et 2^{ème} réunions) », compte-rendu des réunions interministérielles tenues le vendredi 16 décembre 2011 et le mercredi 20 décembre 2011.

⁹⁶ « Projet d'institut de recherche technologique de Grenoble », rapport IGAENR/IGF, novembre 2011.

⁹⁷ « Rapport de suivi annuel, exercice 2014 - Convention ANR-10-AIRT-05 », Agence nationale de la recherche, 3 mars 2015.

⁹⁸ Huit IRT existent : Nanoelec, System X, Bioaster, St Exupéry, Jules Verne, M2P, Railenium et Bcom.

Graphique n° 12 : Décomposition du financement de la R&D associée au programme « EasyTech » de l'IRT Nanoelec, pour la période 2012-2015



Source : Cour des comptes, d'après attestations comptables de l'IRT Nanoelec 2012 à 2015

L'IRT Nanoelec est composé de 20 membres du consortium, 114 partenaires associés, dispose d'un budget annuel d'environ 50 M€ a déposé 58 brevets et créé deux jeunes pousses. L'ambition du CEA d'aider les PME à accéder plus facilement aux résultats de la recherche publique s'incarne dans le programme « Easytech ». Ce programme démarre par un rendez-vous de conseil, puis la rencontre d'experts. Si le projet semble viable, il se poursuit par une labellisation du projet et l'accompagnement de la PME par un expert Easytech. Il peut être noté que l'IRT mobilise l'association Jessica France (portant le programme Cap'Tronic) pour proposer le programme Easytech à des PME au-delà de la région grenobloise, couplant ainsi un dispositif ancien, ayant fait ses preuves, au nouvel outil du PIA.

Sur la période 2012-2015, 136 projets ont été réalisés, pour 9,10 M€ de dépenses de R&D, dont 3,67 M€ de subventions. L'IRT Nanoelec n'ayant pas de personnalité juridique propre, contrairement aux sept autres IRT, les dépenses de R&D engagées par les entreprises le sont avec le CEA, et sont ainsi éligibles au doublement de l'assiette de crédit impôt recherche. Cela conduit à un reste à charge pour les entreprises contractant avec l'IRT de 2,17 M€ soit un taux d'aide publique d'environ 76 % pour ce programme.

2.3.2.2 Société d'Accélération du Transfert de Technologies (SATT)

Tableau n° 8 : Vision synthétique des SATT, données 2015

Nombre de SATT	SATT dont le CEA est actionnaire	Enveloppe PIA	Versements PIA
14	2	900 M€	183 M€

Source : Cour des comptes d'après données CGI

Les SATT sont des sociétés privées à capitaux publics, qui ont pour ambition de regrouper les équipes de valorisation des structures publiques sur une zone donnée. Elles visent à effectuer le lien entre la recherche publique et les acteurs privés de l'innovation, en gérant la propriété intellectuelle, la maturation des projets et leur incubation. La convention État-ANR⁹⁹ indiquait que « Le soutien de l'État sera essentiellement consacré au financement de la maturation et des preuves de concept. »

Pour que les SATT puissent fonctionner, le guide méthodologique des SATT¹⁰⁰ indique que les actionnaires de la SATT doivent lui confier la gestion de l'intégralité de leur propriété intellectuelle (passée et future, avec une licence exclusive et le droit de sous-licencier), ainsi que l'exclusivité de la valorisation issue des recherches (notamment les personnels dédiés à la valorisation). Les SATT devaient à terme être équilibrées, les recettes, liées aux redevances de propriété intellectuelle ou aux plus-values de cessions des *start-up* pour lesquelles la SATT a une part au capital, couvrant les frais de structure.

Schéma n° 1 : Rôle des sociétés d'accélération du transfert de technologies (SATT) selon le réseau des SATT



Source : réseau des SATT

Ce modèle de gestion de la propriété intellectuelle déléguée à la SATT, et d'exclusivité de la valorisation entraine à nouveau en conflit avec le modèle intégré du CEA. Un aménagement a été trouvé pour la SATT de Grenoble (GIFT¹⁰¹, devenu Linksiium Grenoble Alpes), l'annexe 3 indiquant que le CEA et l'INRIA peuvent, sans que ceci ne constitue une obligation, confier la maturation d'un projet à la SATT. De même pour la SATT Paris-Saclay, l'aménagement a consisté à ce que le CEA ne soit pas directement actionnaire, mais à ce que sa participation transite par la fondation de coopération scientifique Paris-Saclay, ce qui rend inopérant les accords d'exclusivité.

Le CEA milite pour aménager le fonctionnement des SATT, les établissements étant actionnaires d'une SATT n'ayant plus la possibilité de gérer leur propriété intellectuelle ou la maturation des projets issus de leurs recherches, ce qui peut être un obstacle en cas de collaboration entre le CEA et un laboratoire académique.

⁹⁹ Investissements d'avenir, convention État-ANR Action : « valorisation - Fonds national de valorisation », JORF n° 0175 du 31 juillet 2010.

¹⁰⁰ « Projets de sociétés d'accélération du transfert de technologie - guide méthodologique », Commissariat général à l'investissement, 2010.

¹⁰¹ Contrat ANR-10-SATT-0014, projet Grenoble-alpes Innovation Fast Track (GIFT), notifié le 7 juillet 2014.

Des discussions ont eu lieu sur un partenariat CEA-Université d'Aix Marseille dans le cadre du programme européen KIC Innoenergy (projet I Smart) : la SATT Sud-Est arguait du mandat exclusif de l'université d'Aix-Marseille pour disposer des brevets issus de ce projet. Le partenariat entre le CEA et l'université ayant été signé antérieurement au mandat exclusif à la SATT, la collaboration a pu se poursuivre, mais le CEA évite désormais les collaborations avec un partenaire de la SATT qui pourrait conduire à un dépôt de brevet, ce qui paraît contre-productif.

2.3.2.3 Fonds national d'amorçage

Tableau n° 9 : Vision synthétique du fonds national d'amorçage, données 2015

<i>Nombre de fonds financés</i>	<i>Fonds dont le CEA est actionnaire (indirect)</i>	<i>Enveloppe PIA</i>	<i>Versements PIA</i>
16	1	600 M€	150 M€

Source : Cour des comptes d'après données CGI

Le fonds national d'amorçage (FNA) est un fonds de fonds, ne finançant pas directement les entreprises, mais les fonds d'amorçage qui réalisent ensuite les investissements. Le fonds Amorçage Technologique Investissement (ATI), géré par CEA Investissement, a reçu 18 M€ de la part du FNA, 13 M€ de CEA Investissement, les partenaires industriels ayant porté le total des engagements à 38 M€

Le fonds ATI vient augmenter les capacités de financement de CEA Investissement. Au 31 décembre 2015, ATI avait financé douze nouveaux dossiers, en plus des réinvestissements dans des participations existantes.

CEA Investissement envisageait, fin 2015, de lancer un second fonds, ATI2, pour accroître son horizon temporel (la durée d'ATI étant fixée statutairement à douze ans) et ses moyens d'intervention, avant la clôture de l'action FNA des investissements d'avenir. Une des problématiques est le statut de CEA Investissement comme gestionnaire de fonds, qui devrait nécessiter un agrément de l'autorité des marchés financiers (AMF).

2.3.2.4 France Brevet

Tableau n° 10 : Vision synthétique de France Brevet, données 2015

<i>Enveloppe PIA</i>	<i>Versements PIA</i>
50 M€	45 M€

Source : Cour des comptes d'après données CGI

France Brevets est un « fonds souverain » qui gère un portefeuille de brevets provenant de la recherche publique ou privée, en agréant ces brevets pour constituer des grappes technologiques plus aisées à licencier. Les licences peuvent être concédées soit *ex ante* (cas classique), soit *ex post* dans le cas d'un contrefacteur. L'entreprise a cumulé 30,4 M€ de pertes sur 2011-2015, pour un chiffre d'affaires cumulé de 11,2 M€ (rentabilité de - 270 %), sa rentabilité à terme restant une question ouverte.

Le modèle intégré du CEA, qui gère déjà un large portefeuille de brevets avec des thématiques proches, ne permet pas de tirer pleinement parti de la stratégie de France Brevets : la constitution de grappes technologiques cohérentes est déjà réalisée en interne au CEA, et la recherche de contrefacteur reste pour l'instant une source de coût et non un levier de financement potentiel. Actuellement, aucun brevet du CEA n'est en gestion dans le portefeuille de brevets de France Brevets.

Des échanges ont eu lieu entre France Brevets et le CEA dans le cadre d'un contentieux entre Soitec, entreprise issue des laboratoires du CEA et dont CEA Investissement possède 14,5 %¹⁰², et Silicon Genesis (Sigen), entreprise américaine concurrente. Au final, toutefois, il n'a pas été jugé nécessaire d'avoir recours à France Brevets.

CONCLUSION INTERMÉDIAIRE

Le modèle du CEA en matière de valorisation de la recherche, incarné par CEA Tech, repose sur une activité intense de dépôt de brevets, ce portefeuille servant d'image de marque pour accroître le volume des contrats de recherche partenariale. Le CEA a en parallèle mis en place un modèle efficace de création d'entreprise et de soutien financier de ces dernières, notamment au travers de sa filiale CEA Investissement.

Ce modèle, original par rapport à celui consistant à tirer des revenus de vente de licence de brevets, conduit cependant à des coûts de propriété intellectuelle croissants, sans claire corrélation avec l'attractivité du CEA comme partenaire de recherche, et ne conduit presque pas à des recherches de contrefacteurs. Une rationalisation du portefeuille de brevets permettrait de limiter les coûts associés, et les contrats de licence devraient être mieux encadrés, notamment en matière de sous-licences.

La croissance de l'activité de CEA Tech repose sur une offre commerciale structurée et la prospection intensive d'entreprises cibles, notamment des PME. L'image du CEA reste cependant très associée à l'énergie nucléaire : des actions de communications sur les activités technologiques du CEA permettraient d'augmenter le flux spontané d'affaires sans croissance des effectifs commerciaux.

La recherche de nouveaux partenaires en région a conduit à la création des plateformes régionales de transfert de technologies (PRTT), lancées en 2012. Le bilan dressé fin 2015 est très positif, ces plateformes ayant démontré leur capacité à répondre à un besoin, précédemment insatisfait, de contrats de recherche.

¹⁰² La recapitalisation de Soitec en 2016 a conduit à une augmentation de capital de CEA Investissement de 45 M€ en mars 2016, souscrite à 100 % par le CEA.

Les forces de prospection commerciale, qui rencontrent un grand nombre d'entreprises, sont un élément unique dans le paysage de la valorisation de la recherche. Cette force commerciale de CEA Tech pourrait également être mutualisée avec CEA Sciences et la DEN ou partagée avec d'autres organismes de recherche. La mesure de l'impact de ces PRTT sur l'économie reste une question ouverte : le coût public complet est plus élevé que la seule subvention accordée au CEA, mais les retours fiscaux directs et indirects sont également significatifs. Une analyse économétrique basée sur les données d'export n'a pas permis d'apporter un éclairage utile.

Le CEA a une longue tradition de valorisation de la recherche, ce qui lui a permis de s'insérer dans les dispositifs successifs d'aides à l'innovation. Sa structuration lui permet d'être efficacement représenté dans les différents comités liés à la valorisation ou à la diffusion technologique. Les investissements d'avenir ont bouleversé le paysage de la valorisation de la recherche publique, en y introduisant des financements massifs et des règles d'organisation contraignantes et structurantes, peu compatibles avec le modèle historique du CEA.

Des aménagements ont donc été apportés à certains outils du PIA :

- *L'IRT Nanoelec dispose d'un statut dérogatoire, qui a été accepté par le commissariat général à l'investissement. Dépourvu de personnalité juridique, les prestations confiées par des entreprises à l'IRT Nanoelec bénéficient d'un doublement du crédit impôt-recherche, ce qui n'est pas le cas pour les sept autres IRT.*
- *Le CEA a obtenu un aménagement concernant le mandat exclusif confié à la SATT dans le cas de GIFT et de Paris-Saclay. Cependant, la gestion exclusive de la propriété intellectuelle par les SATT entre en conflit avec le modèle intégré du CEA lors de collaborations avec des partenaires académiques.*

Mais d'une manière générale le modèle intégré du CEA ne s'inscrit pas dans l'ambition du commissariat général à l'investissement d'un système de valorisation autonome, mutualisant les moyens des différents opérateurs de recherche. L'articulation entre le système optimisé à l'échelle nationale du CGI et l'expertise du CEA sur ses domaines de compétences reste malaisée, et constitue une source de friction.

Le CEA considère que les dispositifs ayant eu des aménagements spécifiques figurent parmi ceux qui obtiennent les meilleurs résultats et souhaiterait que de tels aménagements soient facilités à l'avenir.

Recommandation n° 3. (CEA) : Optimiser le portefeuille des brevets maintenus en fonction des licences concédées, ou des perspectives raisonnables de concession, afin d'en contenir le coût.

Recommandation n° 4. (CEA) : Modifier les clauses des contrats de licence de brevet, notamment les clauses de sous-licence, afin que le CEA ait une juste part des recettes associées en cas de succès.

Recommandation n° 5. (CEA) : Utiliser les stratégies de communication pour augmenter le flux d'affaires spontanées en matière de recherche partenariale.

Recommandation n° 6.(CEA) : Utiliser la force de prospection commerciale pour diffuser les technologies de CEA Sciences ou de la DEN et explorer, sous la forme d'accords bilatéraux avec des partenaires du CEA, la possibilité de diffuser des technologies venant d'autres organismes que le CEA.

3 LA VALORISATION NON MESURABLE DE LA RECHERCHE

La valorisation de la recherche civile a été abordée au chapitre précédent sous l’angle de la valorisation chiffrable, directement et financièrement, des travaux de recherche. Une acception plus large de la valorisation, indirecte ou non chiffrable financièrement, est ici abordée. Le fait qu’aucun chiffre ne puisse aisément y être associé n’empêche pas les modes alternatifs de valorisation d’avoir des répercussions sociales ou économiques importantes.

Trois modes de valorisation sont ici esquissés : la collaboration scientifique, mode usuel de diffusion des connaissances dans la recherche, l’enseignement et la formation, de façon comparable aux établissements d’enseignement supérieur, et la contribution aux débats politiques et sociaux.

3.1 Les collaborations scientifiques, nécessaires à l’innovation de rupture

Les nombreuses publications scientifiques du CEA sont, en tant que telles, un vecteur de valorisation de la recherche : en faisant part au reste de la communauté scientifique du résultat de leurs travaux, les chercheurs du CEA permettent à d’autres de se les approprier, puis d’en tirer, directement ou *in fine*, de nouvelles innovations. Le fait que le CEA dépose au préalable ses brevets avant de publier ne limite pas la possibilité pour d’autres équipes de continuer les travaux initiés au CEA.

Les indicateurs bibliométriques ont pour objet de quantifier ce mode de valorisation, sans que le lien entre l’indicateur et la qualité des travaux ne soit facile à appréhender : le nombre d’articles publiés, le taux de citation, le type de journal publiant l’article ou des indicateurs combinés (type H-index) ont pour ambition d’associer un chiffre à des travaux de recherche, mais ne quantifient que dans un jeu d’hypothèses assez restrictif la qualité des travaux¹⁰³, ou indirectement l’efficacité de la dépense publique en matière de recherche. L’appréciation de la qualité de la recherche est ainsi délicate, sans que cette difficulté ne doive occulter l’importance de ce mode de diffusion des connaissances.

La valorisation par collaboration avec d’autres domaines de recherche est ainsi souvent laissée de côté, seul le chercheur effectuant le « dernier pas », c’est-à-dire transformant un ensemble de résultats scientifiques en un produit ou un service innovant, étant réputé la valoriser. Le fonctionnement du système de recherche reste basé sur une spécialisation importante de chaque individu, et ne peut être efficace que si les connaissances circulent entre les différentes équipes.

¹⁰³ “White Paper – Measuring Research Outputs through Bibliometrics”, Prepared by the Working Group on Bibliometrics, University of Waterloo, mars 2016

À titre d'illustration, à défaut de pouvoir proposer une évaluation plus systématique, les travaux des équipes du CEA ont fait l'objet de collaborations dans le domaine de la médecine, notamment vétérinaire. Le CEA a ainsi développé un test de détection de l'encéphalite spongiforme bovine (ESB), qui a démontré en 2001 être capable de détecter l'infection trois mois avant l'apparition des signes cliniques. Ce test a été commercialisé par Bio-Rad sous licence CEA et été appliqué par la suite pour la tremblante du mouton et de la chèvre. Plus récemment, le CEA a développé un test de diagnostic rapide de la maladie Ébola, eZYSCREEN®, pour aider à contenir l'épidémie sévissant en Guinée. Les collaborations avec des médecins ou des pharmaciens se développent également au service hospitalier Frédéric Joliot (SHJF), avec des travaux en imagerie médicale et l'évaluation thérapeutique innovantes portant sur les maladies neuro-dégénératives, neuro-inflammatoires, oncologiques ou cardiovasculaires.

Les collaborations ne se limitent pas à CEA Sciences¹⁰⁴ : CEA Tech¹⁰⁵ a développé des nanoparticules lipidiques capables de se fixer sur des tumeurs solides (Lipidots®), et a, en collaboration avec le SHFJ, démontré son utilisation pour l'imagerie pré-opératoire ou pour guider le chirurgien. Une autre collaboration a été nouée dans les années 1970, conduisant à un GIP en 1997 («ARC – Nucleart »), avec la restauration d'œuvre d'art par rayons gamma, afin de détruire des organismes présents sur les œuvres, ou de polymériser localement des résines radiosensibles.

Sans qu'un chiffre simple ne puisse être excipé pour quantifier l'efficacité de la diffusion des connaissances, quelques exemples permettent d'illustrer l'importance des fertilisations croisées entre les laboratoires de recherche, essentielles pour que des innovations de rupture puissent être obtenues. Dans le cas d'Ébola, l'intérêt social du test de détection précoce peut très largement excéder la seule prise en compte des revenus de licence associés.

3.2 L'enseignement et les doctorants, facteurs de compétitivité

De manière analogue aux collaborations avec les autres équipes de recherche, l'enseignement et la formation de doctorants ou post-doctorants permet la diffusion des connaissances par les personnes ainsi formées.

Le CEA assure ainsi des formations pour l'institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), avec en moyenne 10 500 heures d'enseignement dispensées chaque année sur la période 2010-2015, la tendance étant à la baisse du fait de la contraction des effectifs. Cet institut de formation permet de diffuser les bonnes pratiques du nucléaire, de permettre à la filière électronucléaire de recruter des employés qualifiés ou de former ses propres employés, et de contribuer à l'image d'excellence du nucléaire français.

¹⁰⁴ CEA Sciences correspond à la direction de la recherche fondamentale (DRF) dans l'organisation du CEA.

¹⁰⁵ CEA Tech correspond à la direction de la recherche technologique (DRT) dans l'organisation du CEA.

De façon plus générale, la formation des doctorants (1 146 au CEA en 2015) et des post-doctorants (230 au CEA en 2015), contribue à diffuser les connaissances du CEA, et à former une main d'œuvre hautement qualifiée, qui facilite indirectement les collaborations futures entre les entreprises où ces docteurs seront recrutés et le CEA. La formation par la recherche, dans un organisme ayant un fort tropisme pour l'industrie, favorise également l'émergence d'entrepreneurs innovants, y compris en dehors des domaines d'expertise du CEA.

À nouveau, la valeur ajoutée sociale d'une formation de haut niveau ou spécialisée dans le domaine nucléaire ne peut se limiter aux recettes éventuelles directement liées à cette formation.

3.3 Contributions aux questions sociales ou politiques

Pour clore ce chapitre sur la valorisation non chiffrable, la contribution des chercheurs aux débats sociaux et politiques est abordée, au travers de trois exemples : le climat, les pyramides d'Égypte et le Tour de France.

Le CEA a apporté des contributions importantes au Groupe d'experts international sur l'évolution du climat (GIEC), à travers Jean Jouzel (directeur de recherche émérite au CEA), ou Valérie Masson-Delmote, climatologue au CEA et coprésidente du groupe chargé d'établir les faits scientifiques sur les causes et les évolutions du changement climatique au sein du GIEC.

Des outils de détection de particules cosmiques, les muons, utilisés en astronomie, ont été mis à contribution dans des travaux d'archéologie en Égypte, dans le cadre de la mission ScanPyramids. En accumulant sur de longues durées le flux de muon, les appareils du CEA sont capables de détecter des vides dans les pyramides, potentiellement des chambres cachées, avec une méthode non destructive et non invasive. Cette méthode pourrait être étendue au génie civil, notamment la détection de vides lors de creusements de tunnel.

Enfin dans un autre registre, les caméras infra-rouge du CEA Tech (List) ont été utilisées durant le Tour de France 2016 pour traquer des potentiels moteurs ou des batteries cachées dans le cadre du vélo ou dans le pédalier. Une comparaison des méthodes a été effectuée par CEA Sciences avec différents moyens (radiographie, muonographie, détection magnétique et infra-rouge), puis des moyens d'imagerie ont été déployés pendant l'épreuve.

Ces quelques exemples illustrent des modes sociaux de valorisation de la recherche, dans la mesure où l'aspect économique n'est pas le plus important. Les résultats scientifiques et les moyens de la recherche sont utilisés, à coût marginal faible, pour répondre à des questions de la vie quotidienne.

CONCLUSION INTERMÉDIAIRE

La valorisation de la recherche se limite trop souvent à une équation économique, où les subventions versées doivent, directement, conduire à des ressources au moins équivalentes pour la sphère publique.

Des valorisations indirectes ou non chiffrables sont également possibles, et socialement importantes : collaborations scientifiques et fertilisation croisée, formation des jeunes générations et d'une main d'œuvre qualifiée, contribution à des débats et à des solutions pour la vie quotidienne. Aucun de ces modes ne justifie à lui seul l'activité de recherche publique, mais ils ne doivent pas pour autant être occultés dans une analyse panoramique de la valorisation de la recherche d'un organisme.

Ces actions gagneraient à être valorisées par le CEA, notamment en matière de communication grand public, illustrant l'expertise du CEA en dehors du nucléaire et pour des applications de la vie courante.

ANNEXES

Annexe n° 1. Données chiffrées.....	60
Annexe n° 2. Résultats du sondage de notoriété.....	61
Annexe n° 3. Méthode d'exploitation des statistiques douanières.....	66
Annexe n° 4. Liste des abréviations.....	67

Annexe n° 1. Données chiffrées

Tableau n° 11 : Nombre de bourses ERC obtenues, par type de bourses, entre 2007 et 2015

	CEA Sciences	France	Total
<i>ERC Starting Grants</i>	36	402	10 086
<i>ERC Consolidator Grants</i>	3	129	990
<i>ERC Advanced Grants</i>	17	264	2 178
<i>ERC Proof of Concept Grants</i>	7	38	459
<i>ERC Synergie Grants</i>	1	1	24
<i>Nombre de chercheurs</i>	3 510 ¹⁰⁶	104 340 ¹⁰⁷	876 800 ¹⁰⁸
<i>Total ERC/(1000 chercheurs)</i>	18,2	8,0	15,7

Source : Cour des comptes, d'après données CEA et ERC

Tableau n° 12 : Recettes et dépenses annuelles liées aux brevets du CEA civil, de 2005 à 2014

<i>Données en M€</i>	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Redevances perçues</i>	33,83	26,29	26,49	18,31	15,35	13,68	17,19	19,24	19,23	14,55	22,45
<i>Solde hors primes de rédaction et d'invention</i>	22,04	13,90	11,02	0,97	-4,11	-8,82	-6,59	-6,95	-8,23	-16,09	

Source : Cour des comptes d'après données CEA (rapport relatif à la valorisation et données partielles 2015)

Note : le solde est positif s'il excède à minima les coûts internes de main d'œuvre, soit 3 M€/an

¹⁰⁶ Données CEA Sciences (DRF), nombre de permanents CEA.

¹⁰⁷ Données MENESR-DGESIP/DGRI-SIES, nombres d'ETP de chercheurs publics en 2013.

¹⁰⁸ Données Eurostat, nombres d'ETP de chercheurs dans les administrations publiques et dans l'enseignement supérieur en 2013.

Annexe n° 2. Résultats du sondage de notoriété

Un sondage a été réalisé en utilisant la plateforme internet « Typeform », pour connaître la notoriété de CEA Tech auprès des entreprises et de l'écosystème d'appui à l'innovation des entreprises.

Ce questionnaire a été envoyé aux pôles de compétitivité, aux chambres de commerce et d'industrie, aux SATT, et aux incubateurs d'entreprises soutenus par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, en leur demandant de le faire suivre à leurs adhérents. Les entreprises touchées sont ainsi celles qui sont les plus susceptibles d'interagir avec la recherche publique, étant déjà identifiées comme faisant partie de l'écosystème d'innovation, et en contact avec des structures les aidant dans ces démarches.

Une analyse descriptive des résultats est effectuée ci-dessous.

Au total, 284 personnes ont consulté le questionnaire, et 136 réponses ont été reçues, les répondants étant répartis dans 30 départements différents. L'échantillon est trop faible pour que des analyses statistiquement significatives ne puissent être menées, mais donne une première idée de certaines tendances dans la connaissance des institutions publiques de recherche.

La typologie des répondants indique que les entreprises sont majoritaires, les deux autres catégories importantes étant les incubateurs et les pôles de compétitivité. Les entreprises ayant été atteintes par des messages adressés à des incubateurs, des pôles de compétitivité, des CCI ou des SATT, elles sont théoriquement déjà sensibilisées aux problématiques de valorisation de la recherche publique.

Tableau n° 13 : Typologie des répondants

	Nombre de réponses
<i>Une entreprise</i>	94
<i>Un incubateur ou un lieu d'accueil d'entreprises</i>	21
<i>Un pôle de compétitivité</i>	7
<i>Une CCI</i>	3
<i>SATT</i>	3
<i>Autre</i>	8
Total	136

Source : Cour des comptes

Parmi les entreprises, l'essentiel d'entre elles sont des très petites ou des petites entreprises. Ces ratios sont relativement cohérents au vu de la typologie des entreprises françaises (voir Insee Références, édition 2015 – Fiches – Structure du système productif), avec 96 % de microentreprises, 4 % de PME, et moins de 0,5 d'ETI ou de grands groupes.

Tableau n° 14 : Taille des entreprises ayant répondu au questionnaire

	Nombre de réponses
<i>Très petite entreprise (< 9 salariés)</i>	61
<i>Petite entreprise (10 à 49 salariés)</i>	22
<i>Moyenne entreprise (50 à 249 salariés)</i>	4
<i>Entreprise de taille intermédiaire (250 à 4 999 salariés)</i>	4
<i>Grand groupe (> 5 000 salariés)</i>	3
<i>Total</i>	94

Source : Cour des comptes

Pour l'échantillon des répondants, les organismes les plus connus en matière de recherche publique, soit implicitement ceux valorisant la recherche publique auprès des entreprises ou de leur écosystème, sont le CNRS, les SATT puis les Universités. CEA Tech apparaît paradoxalement comme relativement peu connu par rapport aux autres institutions publiques de recherche. Le même constat se retrouve au niveau des points de contact : les Universités, les SATT, puis le CNRS sont les organismes dont les répondants disposent le plus de point de contact.

Tableau n° 15 : Notoriété relative des différents organismes de recherche publique

	Connu ?	Point de contact ?	Champ technologique ?
<i>CEA Tech</i>	60 %	28 %	40 %
<i>CNES</i>	51 %	13 %	17 %
<i>CNRS</i>	93 %	54 %	66 %
<i>France Brevets</i>	31 %	12 %	
<i>France Innovation Scientifique et Transfert SA</i>	16 %	12 %	
<i>INRIA</i>	74 %	35 %	43 %
<i>Inserm (Transfert)</i>	38 %	13 %	38 %
<i>INRA</i>	68 %	26 %	31 %
<i>SATT</i>	84 %	62 %	
<i>Universités</i>	82 %	67 %	
<i>Ne sait pas</i>			21 %

Source : Cour des comptes

Indépendamment de la taille du répondant, les sondés s'accordent pour considérer que plus une entreprise est grande, plus il lui est facile d'interagir avec les institutions de recherche publique. Les grandes entreprises sont ainsi celles qui peuvent le plus facilement tirer parti des résultats de la recherche publique.

Tableau n° 16 : Capacité des entreprises à interagir avec les institutions publiques de recherche, en fonction de la taille de l'entreprise (1 = interactions difficiles, 5 = interactions faciles)

<i>Typologie des répondants</i>	Nombre de réponses	Note pour TPE (< 9 salariés)	Note pour PME (10-249 salariés)	Note pour ETI (250 – 4 999 salariés)	Note pour > 5 000 salariés
<i>< 9 salariés</i>	80	2,38	2,90	3,78	4,10
<i>10 - 49 salariés</i>	27	2,25	2,92	3,83	4,39
<i>50 - 249 salariés</i>	10	1,63	2,63	3,56	4,00
<i>250 – 4 999 salariés</i>	11	2,00	2,50	3,36	3,29
<i>> 5 000 salariés</i>	5	2,40	2,50	3,25	4,40
<i>Moyenne</i>	133	2,28	2,83	3,68	4,10

Source : Cour des comptes

Le coût estimé d'un projet de R&D est également croissant avec la taille du répondant : les petites institutions considèrent que les projets de R&D menés avec une institution publique coûtent de 500 000 à 800 000 €, quand les grandes institutions estiment ces projets à plusieurs millions d'euros. Le coût de ce projet peut d'ores et déjà être rédhibitoire pour une petite entreprise, les budgets alloués à la R&D pour une entreprise de moins de 9 salariés étant significativement plus faibles que 500 000 €/an. Le fait que le coût d'un projet de R&D soit si mal estimé est lié au fait que ces données ne sont jamais communiquées en dehors des contacts bilatéraux. La publication, en accès libre, de quelques estimations de coût pour un projet de recherche, pourrait éviter l'autocensure des petites entreprises.

Tableau n° 17 : Coût estimé d'un coût de projet de R&D avec une institution publique, en fonction de la taille du répondant

<i>Taille des répondants</i>	Nombre de réponses	Coût moyen estimé en €
<i>< 9 salariés</i>	80	533 000
<i>10 - 249 salariés</i>	37	861 000
<i>250 – 4 999 salariés</i>	11	2 259 000
<i>> 5 000 salariés</i>	5	3 000 000
<i>Moyenne</i>	133	868 000

Source : Cour des comptes

Enfin la ventilation géographique indique que dans les régions où le CEA est implanté depuis moins longtemps (LRMP ou PACA), il est moins connu, et les institutions disposent moins fréquemment d'un point de contact. Cette disparité géographique indique que la communication du CEA passe essentiellement par le contact direct ou semi-direct, et très peu par des moyens grand public.

Tableau n° 18 : Ventilation géographique, pour les 4 régions ayant le plus de réponses, de la notoriété du CEA

<i>Région</i>	Nombre de réponses	CEA connu ?	Point de contact CEA ?	Champ technologique du CEA ?
<i>Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées</i>	40	55 %	20 %	38 %
<i>Provence-Alpes-Côte d'Azur</i>	38	55 %	18 %	34 %
<i>Île-de-France</i>	31	65 %	39 %	35 %
<i>Auvergne-Rhône-Alpes</i>	4	75 %	75 %	75 %
Total	136	61 %	32 %	42 %

Source : Cour des comptes

Annexe n° 3. Méthode d'exploitation des statistiques douanières

Pour évaluer l'impact des PRTT sur la compétitivité des entreprises qui sont situées à proximité de ces plateformes, une étude économétrique a été menée la Cour des comptes.

L'hypothèse de départ était que les contrats de recherche menés par les PRTT devaient augmenter la compétitivité des entreprises par l'intégration de nouvelles technologies dans leurs procédés de fabrication (compétitivité coût) ou dans leurs produits (compétitivité hors coût).

Les données utilisées sont les exportations et le PIB de chaque région (selon les subdivisions *ante* 2016). Concernant les exportations, les données à la maille régionale et pour chaque type de produit dans la nomenclature CPF4 (classification des produits français – 4) des douanes, ont été obtenues auprès de la Direction Nationale des Statistiques du Commerce Extérieur. Le produit intérieur brut, à nouveau à la maille régionale, pour chaque trimestre entre 2010 et 2014 est obtenu auprès d'Eurostat, et la ventilation pour 2015 a été déduite des données 2014 en y appliquant le taux de croissance du PIB national, à partir des données de l'INSEE.

Un groupe témoin est constitué avec les régions au sein desquelles le CEA n'est pas implanté (Bretagne, Normandie, Centre, etc.), et la région Midi-Pyrénées, où la première PRTT a été déployée en 2013, constitue le groupe exposé. Les autres régions où le CEA est historiquement présent (Île-de-France, Rhône-Alpes, PACA), ou celles où les PRTT sont arrivées plus tardivement (Aquitaine, Pays de la Loire, Nord-Pas-de-Calais, Lorraine) ne sont pas prises en compte, l'effet PRTT étant plus difficile à isoler. Au sein du groupe exposé, la différence entre « avant » l'installation de la PRTT (2010-2012) et « après » (2013-2015) est comparé à la différence entre le comportement du groupe témoin pour chacune de ces périodes.

Le modèle économétrique consiste ainsi à effectuer une régression, pour chaque ligne de produit en nomenclature CPF4, entre le PIB et les exportations, pour chaque trimestre, avec des constantes supplémentaires à ajuster pour avant ou après 2013, et avec ou sans PRTT (groupe témoin et groupe exposé).

Le résultat de l'analyse est assez limité : parmi les trois lignes de produit les plus significatives, deux conduisent à une baisse relative des exportations en Midi-Pyrénées par rapport aux régions témoins après installation de la PRTT (Portes et fenêtres en métal, composants électroniques), tandis que la troisième ligne de produit (Outillage) bénéficie d'un effet positif de la PRTT. Il faut garder à l'esprit que cette analyse consiste à mettre en évidence une corrélation entre l'effet d'installation de la PRTT à Toulouse, et une variation dans les exportations relatives entre le groupe témoin et le groupe exposé. Cette corrélation peut être expliquée par d'autres effets que la simple installation de la PRTT.

En conclusion, les données d'export ne permettent pas de mettre en évidence un effet net d'augmentation de la compétitivité des entreprises de Midi-Pyrénées après l'établissement de la PRTT.

Annexe n° 4. Liste des abréviations

Aéres	: Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur
AFIC	: Association française des investisseurs pour la croissance
AiCarnot	: Association des instituts Carnot
ANR	: Agence nationale de la recherche
ANVAR	: Agence nationale de valorisation de la recherche
Astrid	: Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration
ATI	: Amorçage technologique investissement
BPIFrance	: Banque publique d'investissement
CDD	: Contrat à durée déterminée
CDI	: Contrat à durée indéterminée
CEA	: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CEA Tech	: Appellation commerciale de la DRT
CETIM	: Centre technique des industries mécaniques
CGE	: Conseil général de l'économie
CGI	: Commissariat général à l'investissement
CHU	: Centre hospitalier universitaire
CIFRE	: Conventions industrielles de formation par la recherche
CNRS	: Centre national de la recherche scientifique
CPER	: Contrat de plan État-région
CVT	: Consortium de valorisation technologique
DB	: Direction du budget
DEN	: Direction de l'énergie nucléaire du CEA
DGE	: Direction générale des entreprises
DGRI	: Direction générale de la recherche et de l'innovation
DISN	: Direction de l'innovation et du soutien nucléaire
DRF	: Direction de la recherche fondamentale du CEA (« CEA Sciences »)
DRT	: Direction de la recherche technologique du CEA (« CEA Tech »)
DSM	: Direction des sciences de la matière du CEA, désormais intégrée à la DRF
DSV	: Direction des sciences du vivant du CEA, désormais intégrée à la DRF
EARTO	: European Association of Research and Technology Organisations
ENSAM	: École nationale supérieure d'arts et métiers
ERC	: European Research Council
ESB	: Encéphalite spongiforme bovine
ETP	: Équivalent temps-plein
ETP	: Équivalent temps-plein travaillé
ETI	: Établissement de taille intermédiaire
FEDER	: Fonds européen de développement régional
FNA	: Fonds national d'amorçage
FNADT	: Fonds national pour l'aménagement et le développement du territoire
FUI	: Fonds unique interministériel
GIANT	: Grenoble Innovation for Advanced New Technologies
GIEC	: Groupe d'experts international sur l'évolution du climat
GIFT	: Grenoble-alpes Innovation Fast Track
GRAIN	: Grenoble Alpes Innovation

IGAENR	: Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche
IGF	: Inspection générale des finances
IMEC	: Institut de microélectronique et composants
INP	: Institut national polytechnique
Insee	: Institut national de la statistique et des études économiques
INSTN	: Institut national des sciences et techniques nucléaires
INRIA	: Institut national de recherche en informatique et en automatique
ITER	: International Thermonuclear Experimental Reactor
IRT	: Institut de recherche technologique
KIC	: Knowledge and Innovation Communities
Leti	: Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information
LFI	: Loi de finances initiale
Liten	: Laboratoire d'innovation pour les technologies des énergies nouvelles et les nanomatériaux
List	: Laboratoire d'intégration de systèmes et des technologies
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
NFC	: Near field communication
NIG	: Note d'instruction générale
OCDE	: Organisation de coopération et de développement économiques
PAP	: Projet annuel de performance
PLF	: Projet de loi de finances
PIA	: Programme d'investissements d'avenir
PIB	: Produit intérieur brut
PME	: Petites et moyennes entreprises
PMLT	: Plan moyen-long terme
PRTT	: Plateforme régionale de transfert de technologie
RJH	: Réacteur Jules Horowitz
R&D	: Recherche et développement
SATT	: Société d'accélération du transfert de technologie
SHFJ	: Service hospitalier Frédéric Joliot
Sigen	: Silicon Genesis
TECV	: (loi) transition énergétique pour la croissance verte
TNO	: Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPE	: Très petite entreprise
TRI	: Taux de rendement interne
UMR	: Unité mixte de recherche
USPTO	: United States Patent and Trademark Office
VTT	: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus