

Recherche, formation par la recherche, transfert et innovation: un écosystème à recréer

Frédéric Cazals *

4 mars 2017

Résumé

Le cercle vertueux impliquant *recherche - formation par la recherche - transfert et innovation* est bien connu : la recherche engendre des connaissances qui suscitent des développements technologiques de rupture. L'activité économique qui en résulte stimule le système à la fois en termes d'emplois et de challenges scientifiques et technologiques.

En France, ce triptyque ne peut hélas donner sa pleine mesure puisque l'écosystème de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche est exsangue. Tout aussi inquiétant en cette période électorale, le sujet est absent des débats.

Puisse le présent document, qui s'appuie sur une réalité tangible, aider ceux qui aspirent à la magistrature suprême à mieux appréhender cet écosystème complexe, de façon à lui redonner vie et ainsi ne pas obérer la culture scientifique mais aussi les ambitions technologiques de la France.

Table des matières

1	Introduction	2
2	Un écosystème exsangue	2
2.1	Constats	2
2.1.1	Recherche	2
2.1.2	Formation et métiers de la recherche	4
2.1.3	Transfert - innovation	4
2.1.4	Mécénat et philanthropie	5
2.2	Les valeurs de la recherche menacées	5
2.3	Des performances inhérentes à la structure et aux exigences des disciplines	6
3	Une situation peu lisible en dehors des cercles d'initiés	6
3.1	Un effort de recherche à consolider	6
3.2	Le malaise du Crédit Impôt Recherche	6
4	Recréer l'écosystème	7
5	Conclusion	9

*Directeur de recherche Inria, et professeur associé à CentraleSupélec. Email: frederic.cazals@inria.fr

1 Introduction

La Silicon Valley a toujours fait rêver, et une brève recension des acteurs historiques d'une part (Hewlett-Packard, SUN microsystems, silicon graphics, oracle, etc) et modernes d'autre part (les GAFAs : Google, Apple, Facebook, Amazon) permet de réaliser à quel point un cercle vertueux imbriquant recherche, formation, innovation et transfert a contribué à (re-)modéliser l'anthropocène. Cette réussite doit beaucoup à une synergie secteur privé - secteur académique, avec un rôle central joué par les universités, aux rangs desquelles Stanford et Berkeley. La recherche engendre des connaissances qui suscitent des développements technologiques de rupture. Les emplois générés créent un appel d'air pour tous ceux-jeunes diplômés en particulier- que la technologie et la possibilité de contribuer à des activités à fort impact font rêver. Outre de nombreuses entreprises, des émanations directes du tissu académique, comme SRI International ¹, visant à favoriser le conseil et le transfert, se développent également. S'amorce ainsi un cercle vertueux recherche académique - industrie, les étudiants formés aux connaissances de pointe devenant les meilleurs ambassadeurs du pouvoir transformationnel de la recherche, et l'industrie stimulant le système en termes d'emploi mais aussi de défis scientifiques et technologiques.

Ce dynamisme contraste singulièrement avec celui de notre écosystème enseignement supérieur & recherche, qui objectivement et omission faite de quelques niches, est exsangue : de façon générale les formations par la recherche ne font plus rêver les étudiants ; les synergies recherche académie - industrie marquent le pas ; enfin, les financements publics sont au plus bas, grevés en partie par un dévoiement vers diverses niches fiscales dont le crédit impôt recherche.

2 Un écosystème exsangue

2.1 Constats

2.1.1 Recherche

Les chercheurs et enseignants chercheurs titulaires du secteur public français, dans leur très grande majorité, n'ont plus les moyens d'assurer leur mission. Ils ont un gîte (un salaire, un bureau), mais n'ont plus de couvert (les moyens d'effectuer leur recherche), ni même véritablement la possibilité d'en provisionner un.

Moyens. Les politiques nationales successives, prétendant piloter la recherche, ont réduit les dotations récurrentes et ont conduit les chercheurs à répondre à des appels à projets innombrables. (De l'ordre de la centaine, de telle sorte que répondre à des appels peut devenir une activité à plein.) Le fer de lance de ces dispositifs est l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), dont le fonctionnement interpelle à deux titres, à savoir les moyens et la procédure de sélection (pour ce dernier point, voir section 2.2). L'ANR est la cousine germaine de la National Science Foundation (NSF) américaine. A ceci près que les ambitions des deux agences sont incommensurables. L'exemple du bien nommé programme PIRE, couvrant en particulier les collaborations entre les USA et la France ² suffira ici à illustrer le malaise. Dans le dernier appel PIRE, la dotation échoyant au lauréat était de 400,000 euros sur 4 ans pour le partenaire français, et de 4 millions de dollars pour le partenaire US. Les coûts de personnel ne sont certes pas les mêmes-un facteur de l'ordre de deux est e.g. observé entre un doctorant d'une grande université américaine et un doctorant français. Ces facteurs 10 et deux respectivement conduisent à penser qu'il doit exister un facteur de l'ordre de cinq quant aux moyens disponibles des deux côtés de l'atlantique. Bien que relevant d'une analyse des plus sommaires, ce facteur cinq est effectivement observé entre les effectifs des équipes américaines et françaises comparables i.e. œuvrant dans des registres thématiques identiques et publiant dans les mêmes journaux et conférences : quand un chercheur français encadre deux personnes (doctorant(s) et/ou post-doctorant(s)), son homologue américain en encadre environ dix. Autres moyens, autres ambitions.

Des financements publics très significatifs, couplés à des contributions du privé et au mécénat, permettent d'implémenter une politique de recherche et de transfert ambitieuse, de deux façons.

D'une part sont réalisés des travaux systématiques de grande ampleur, desquels émergeront un petit

nombre de technologies à fort impact, générant un retour financier important. Ces travaux sont souvent besogneux et ne sont pas forcément fondateurs de nouveaux paradigmes ou domaines de recherche. Ils peuvent néanmoins avoir un impact majeur, dans la mesure où leur aspect systématique est l'élément permettant de repérer la pépite pouvant aboutir à une technologie transformante.

D'autre part, des opérations exceptionnelles peuvent être financées. Pour citer un collègue professeur dans une université américaine comptant pas moins de cinq prix Nobel actifs sur environ 50 professeurs, ces opérations ont vocation à doter très significativement (de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de dollars) des projets au potentiel transformationnel. Il s'agit ici "*d'écraser la concurrence*", de façon à prendre une avance définitive. Celle-ci produira idéalement brevets et prix internationaux, conduisant au maintien du standing qui lui-même est garant d'un financement du plus haut niveau (en l'occurrence, de l'ordre de 2 millions de dollars par professeur et par an pour l'Université en question).

A contrario, ces deux types de développements sont hors de portée de l'écrasante majorité des chercheurs français de disciplines nécessitant expérimentation et/ou prototypage (ingénierie, robotique, logiciel, biologie, etc).

On soulignera en passant que les financements Européens ne résolvent rien. Si certains guichets sont mieux dotés (en particulier l'European Research Council ³), la plupart des appels à projets sont désormais thématiquement fléchés et les appels blancs (thématiquement ouverts donc) pâtissent de taux de succès anormalement bas. (Pour les Future and Emerging Technologies / FET open projects ⁴, ce taux est actuellement < 2% i.e. moins de 2 projets financés pour 100 soumis.) Ainsi, alors que les programmes cadres successifs et l'UE avaient contribué à structurer une Europe de la recherche, les politiques récentes démantèlent cet édifice rendant impossible la réalisation à l'échelle européenne de travaux d'ampleur ⁵.

Structures. Notre écosystème enseignement supérieur & recherche est d'une complexité inouïe. De façon schématique ⁶, on dénombre en effet :

1. Les universités et les instituts nationaux polytechniques ; l'Institut Universitaire de France ⁷.
2. Les grandes écoles (École Polytechnique, Écoles centrales, INSA, universités de technologie, HEC, etc), auxquelles on adjoindra ici par souci de simplification les Écoles normales supérieures ainsi que les écoles françaises à l'étranger (Athènes, Rome, etc).
3. Les grands établissements (CentraleSupélec, Collège de France, Muséum national d'histoire naturelle, CNAM, etc).
4. Les Communautés d'universités et établissements ou ComUE (qui ont succédé aux pôles de recherche et d'enseignement supérieur ou PRES).
5. les Établissements publics à caractère scientifique et technologique ou EPST (CNRS, INSERM, INRA, Inria, IRD, IRSTEA, IFSTTAR, INED, CINES), et les structures afférentes comme les groupements de recherche (GDR).
6. Les fondations (Institut Pasteur, Institut Curie, etc).
7. Les Établissements publics à caractère industriel et commercial ou EPIC (CSTB, CEA, CNES, ONERA, INA, ADEME, BRGM, IFREMER, IRSN, ONF, etc).
8. Les structures afférentes aux investissements d'avenir ⁸ (IDEX, LABEX, EQUIPEX, IHU, IRT, ITE/IEED, SATT, Carnot).
9. Les pôles de compétitivité ⁹ qui ont vocation à orchestrer les synergies sur un territoire et une thématique donnés. Au nombre de 70 environ, ils sont classés en trois catégories (mondiaux, à vocation mondiale, et nationaux).
10. Les nombreux incubateurs adossés à la recherche publique, aux grandes écoles, ou à des structures privées ¹⁰.
11. Les régions, enfin, qui pour certaines ont une politique de recherche-innovation impliquant des acteurs locaux (bourses de thèse co-financées, acquisition d'équipements mutualisés, etc).

Ce treillis génère une entropie administrative considérable, de façon à accorder les violons et concilier les intérêts de toutes les parties.

Il rend les arbitrages stratégiques particulièrement difficiles, en particulier pour les sujets revendiqués par tous, conduisant à un saupoudrage des ressources.

Il entraîne pour les équipes de recherche la multiplication des tutelles (afin de récupérer postes et financements) et donc la multiplication du reporting et des évaluations institutionnelles. Les évaluations ont bien sûr des vertus, mais n'affinent bien souvent pas significativement la compréhension du système évalué. Leur exercice à une granularité croissante (chercheur, équipe, laboratoire, centre de recherche, institut) conduit par ailleurs à l'élaboration d'indicateurs dénués de sens.

Il conduit à l'intronisation d'un corps d'administrateurs de la recherche, la complexité des tâches de gestion nécessitant un engagement exclusif. Ce corps administratif promeut des mécanismes de monitoring - reporting pour certains ineptes en recherche, comme les feuilles de temps, dispositif imposé aux chercheurs en dépit d'un avis unanimement défavorable. Par ailleurs, les chercheurs actifs, qui sont le mieux au fait à la fois des sujets en rupture et des enjeux associés se trouvent éloignés des prises de décision.

Pour conclure sur les questions de taille et d'intrication, on observera que les récipiendaires de prix Nobel sont en premier lieu formés au sein de structures petites et particulièrement élitistes, les deux premières étant l'École Normale Supérieure et le California Institute of Technology—l'École Polytechnique arrivant en 6e position ¹¹.

2.1.2 Formation et métiers de la recherche

En France, les conditions d'accès aux métiers de la recherche sont disqualifiantes, à la fois en ce qui concerne le salaire et les perspectives de carrière.

En matière de salaire, quel étudiant brillant terminant son cursus dans une grande école ou une université de premier rang peut aujourd'hui rêver d'un stage de master recherche gratifié à hauteur de 500 euros / mois, d'un salaire net entre 1200-1600 euros pour trois ans de labeur acharné en thèse, ou encore d'un salaire net de l'ordre de 2200 euros en tant que chargé de recherche ou de maître de conférences ¹²? Précisons au passage que cette piètre valorisation concerne de l'ordre de 2000 embauches publiques par an pour environ 12000 docteurs formés ¹³. Pour les autres, le diplôme ne facilite pas l'insertion dans le privé, même si sur le long terme, la situation des docteurs est très bonne à tous égards (salaire, taux d'emploi, statut) ¹⁴.

Ainsi, la recherche ne fait plus rêver. Le contingent d'étudiants formés aux derniers développements scientifiques et technologiques s'amenuise, et la diffusion de la connaissance dans l'écosystème R&D s'en trouve ralentie. Par ailleurs, la pyramide des âges du système académique vieillit. Lorsque le budget des instituts de recherche est constant, ceci entraîne une baisse mécanique des budgets de fonctionnement en raison de l'augmentation des salaires indexés aux points d'indice—le *glissement vieillesse technicité*.

2.1.3 Transfert - innovation

Quelles entreprises françaises peuvent aujourd'hui espérer influencer sur le développement de technologies de pointe au niveau mondial? Très peu à vrai dire. Et la plupart de celles en position de le faire tirent parti d'un trésor de guerre acquis au cours des 30 dernières années, dans un autre registre.

Le nombre de brevets déposés permet d'appréhender les performances de notre transfert. En distinguant les dépôts nationaux et internationaux, la banque mondiale donne les chiffres suivants pour l'année 2014 ¹⁵ : 14,500 et 2,033 pour la France, 48,154 et 17,811 pour l'Allemagne, 285,096 et 293,706 pour les USA. On appréciera ces chiffres à l'aune (i) du nombre moyen de chercheurs par million d'habitants contribuant à l'effort de recherche, à savoir à 4201 pour la France, 4381 pour l'Allemagne et 4019 pour les USA ¹⁶, et (ii) de la population des pays concernés, à savoir 67 millions pour la France, 82 millions pour l'Allemagne, et 325 millions pour les USA. En clair, l'Allemagne a une population 1.2 fois supérieure à la France mais produit 8.7 fois plus de brevets internationaux, ces deux ratios étant de 4.8 et 144.4 entre les USA et la France.

Une autre statistique globale allant dans le même sens est la régression française concernant le nombre d'études cliniques ¹⁷, constat nécessitant de prendre en compte ici des contraintes réglementaires plus oppressantes dans l'hexagone.

Le retard de la France et plus généralement de l'Europe dans le numérique et l'*intelligence artificielle faible* a également été abondamment commenté ¹⁸. Dans certains domaines émergents, la situation est même ubuesque. Prenons l'exemple de la cyber intelligence, sujet sensible dans le contexte sécuritaire liée aux attentats perpétrés sur notre sol depuis Janvier 2015. D'aucuns ont récemment assisté à l'appel d'un chercheur éminent de la société PALANTIR ¹⁹, lors d'une manifestation scientifique française, appel invitant "*les citoyens français voulant rendre service à leur pays*" à faire acte de candidature pour leur antenne parisienne. Le lecteur ayant par ailleurs parcouru les annonces parues dans la presse ²⁰ sur la finalisation d'accords avec la DGSi et la DGSE, aura tôt fait d'en tirer les conclusions qui s'imposent. C'est ainsi que des étudiants formés par le système français se retrouvent à travailler sur des données sensibles de la nation pour le compte d'une société américaine.

De façon navrante, ça n'est pas le désir d'entreprendre qui fait défaut, mais plutôt une carence quant aux sujets abordés, comme récemment observé dans le contexte de la French Tech ²¹. Cette carence traduit simplement un étiolement de la culture recherche en entreprise.

2.1.4 Mécénat et philanthropie

Un nombre croissant de fondations philanthropiques œuvrent de par le monde, notamment dans les registres du développement durable, de l'humanitaire et de la santé. Ces fondations jouent un rôle croissant dans le financement de la recherche, médicale entre autres. La page d'accueil de la fondation Bill et Melinda Gates ²² indique "*Convaincue que toutes les vies ont la même valeur, la Fondation Bill & Melinda Gates œuvre auprès des populations du monde entier afin de leur permettre de mener des vies constructives et en bonne santé.*". Le propos liminaire de celle récemment lancée par Mark Zuckerberg et Priscilla Chan ²³ pose la question "*Can we cure all diseases in our children's lifetime?*"

Indépendamment de la motivation princeps de ces fondations, qui conjugue en général quête de sens, communication, et abattement fiscal, force est de constater qu'elles ont acquis un pouvoir considérable. Pour ne prendre que l'exemple de la fondation Gates ²⁴, son soutien direct aux bénéficiaires s'est élevé à 4.2 milliards USD en 2015, le fonds de dotation étant de 39.6 milliards.

Cette culture est peu développée en France ²⁵, et atrophiée dans le domaine des sciences.

2.2 Les valeurs de la recherche menacées

Un stress financier intense sur l'écosystème enseignement supérieur & recherche raréfie le savoir produit et freine sa transmission. Mais il contribue également à dégrader l'état d'esprit présidant aux activités de recherche.

Une pénurie de moyens induit en effet des réflexes de survie en contradiction avec les qualités d'ouverture et de curiosité qui devraient prévaloir. Ces comportements incluent dans une échelle de gravité croissante l'ignorance des travaux réalisés par les pairs (pour défendre son près carré et/ou sa thématique ... au pays des aveugles les borgnes sont rois), les évaluations biaisées ou fallacieuses pour barrer la publication ou l'obtention de financements, et bien sûr la publication de résultats frauduleux pour entretenir l'accès aux ressources ²⁶.

Les évaluations biaisées ou fallacieuses méritent que l'on s'y attarde un instant dans le contexte de l'ANR. Le peu de moyens de l'ANR (section 2.1.1) a mécaniquement entraîné une forte hausse des soumissions de projets—lorsque le taux de sélection est de 1 pour 10 il faut soumettre 10 projets pour espérer en voir un financé. Cette pression a mis à mal un processus de sélection pour le moins incongru s'agissant de sciences, relevant parfois de l'insulte faite aux postulants. Ce processus est actuellement en deux étapes : la première évaluation donne lieu à un retour aussi épais qu'un tweet (typiquement une ou deux phrases), la deuxième (pour ceux ayant passé le premier filtre) ne donnant pas la possibilité de faire valoir ses droits en cas de conflit d'intérêts ou d'irrégularité manifeste ²⁷.

Ces travers avaient motivé en Juin 2016 la démission en masse du comité d'évaluation scientifique de la commission CES40 ²⁸ avec une mise en garde sur l'inadéquation du modèle de sélection de l'ANR pour les mathématiques et l'informatique, en évoquant une "*confiscation des choix scientifiques par une gestion entièrement administrative*".

L'ensemble de ces comportements déviants, en nette augmentation au cours de la décennie écoulée, conduit à une domination des communautés les mieux structurées et les plus cohérentes. A contrario, les initiatives émergentes contribuant au renouvellement thématique se paupérisent, et comme dans tout écosystème stressé, sont menacées d'extinction.

2.3 Des performances inhérentes à la structure et aux exigences des disciplines

La France des Sciences brille par les médailles Fields et les prix Nobel de physique. Ceci n'est pas en contradiction avec les remarques précédentes, pour au moins deux raisons.

La première est l'héritage d'Auguste Comte et la classification hiérarchique des disciplines scientifiques exposée dans son cours de philosophie positive. La position dominante conférée aux mathématiques en raison de leur généralité peut en effet expliquer une attractivité supérieure à celle des autres disciplines. Il est toutefois légitime de penser que la révolution quantitative en cours en biologie et médecine aura tôt fait de corriger ce biais, la nécessité de mener des recherches théoriques du meilleur niveau pour les sciences du vivant devenant une évidence.

La seconde, plus préjudiciable, est inhérente à la complexité de l'écosystème enseignement supérieur & recherche (section 2.1.1), de telle sorte que les disciplines représentées dans un grand nombre d'organismes sont difficiles à piloter. Un exemple frappant est celui de la biologie, discipline en passe de réaliser une synthèse allant de théories mathématiques et algorithmiques complexes aux applications les plus abouties en médecine et biotechnologies. Comment *piloter* une telle discipline, représentée dans la plupart des organismes / entités sus-cités ? A contrario, les mathématiques et la physique théorique, disciplines plus individualistes, se trouvent en partie immunisées.

3 Une situation peu lisible en dehors des cercles d'initiés

Les difficultés évoquées ci-dessus sont celles auxquelles font face la plupart des chercheurs "de base". Sont-elles pour autant perceptibles pour un homme politique ou un gestionnaire se forgeant une opinion à partir d'indicateurs macroscopiques, e.g. ceux compilés par l'organisation mondiale du commerce ? La réponse est plutôt non comme en atteste une analyse sommaire de l'effort de recherche.

3.1 Un effort de recherche à consolider

A des fins de comparaison, considérons l'effort de recherche de la France, de l'Allemagne et des USA, mesuré en % du PIB.

Sur la période 2005-2015 ²⁹ ce pourcentage se situe dans les intervalles suivants : 2.05%-2.25% pour la France, 2.4% - 2.90% pour l'Allemagne, et 2.5% - 2.90% pour les USA. En 2015, les PIB par habitant, mesurés en USD PPA (parité pouvoir d'achat internationaux courants), étaient quant à eux de 41016 pour la France, 48041 pour l'Allemagne, et 56115 pour les USA. Enfin, sur la même période, le nombre moyen de chercheurs par million d'habitants contribuant à l'effort de recherche ³⁰ est évalué à 4201 pour la France, 4381 pour l'Allemagne et 4019 pour les USA.

Il apparaît donc que l'effort de R&D français n'est pas à la hauteur. Des statistiques complémentaires ³¹ établissent que l'industrie est moins impliquée en France qu'elle ne l'est en Allemagne et aux USA. Cependant, ces statistiques sont loin d'être aussi alarmantes que le constat sur le facteur cinq évoqué ci-dessus (section 2.1.1). Il y a au moins deux raisons à ce hiatus.

La première est l'intrication de l'écosystème évoquée ci-dessus, qui engendre du travail non productif et un saupoudrage des ressources. La seconde, plus grave, réside dans diverses stratégies permettant de dévoyer les ressources.

3.2 Le malaise du Crédit Impôt Recherche

L'effort de recherche mesuré au niveau d'un pays englobe les financements octroyés au public et au privé. Pour ces derniers, rappelons tout d'abord les dispositifs législatifs suivants :

- Le Crédit Impôt Recherche ou CIR ³². La vocation du CIR est “*la création ou l’amélioration d’un produit, d’un procédé, d’un process, d’un programme ou d’un équipement doit présenter une originalité ou une amélioration substantielle ne résultant pas d’une simple utilisation de l’état des techniques existantes*”.

Montant en 2015 : 5.3 milliards d’euros—voir infra.

- Le Crédit d’impôt pour la compétitivité et l’emploi (CICE) ³³. “*Le CICE a pour objectif de redonner aux entreprises des marges de manœuvres pour investir, prospecter de nouveaux marchés, innover, favoriser la recherche et l’innovation, recruter, restaurer leur fonds de roulement ou accompagner la transition écologique et énergétique grâce à une baisse du coût du travail.*”

Montant en 2015 : 19 milliards d’euros ³⁴.

Les deux dispositifs sont partiellement redondants. Mais le vrai malaise se trouve ailleurs. Entre 2005 et 2015, le montant CIR est passé d’environ 1 milliard à 5.3 milliards d’euros. Pour apprécier cette hausse, rappelons les chiffres suivants, e.g. pour 2015 ³⁵ :

- Budget de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche ³⁶ : 25 milliards d’euros.
- Budget des EPST en millions d’euros : CNRS : 3300, INSERM : 988, INRA : 880, IRD : 234, Inria : 230, IRSTEA : 109, IFSTTAR : 105, INED : 20.

Soit un total d’environ 5.8 milliards d’euros.

Les analyses du CIR ont permis de relever son manque de transparence et l’utilisation abusive qui en est faite en particulier par les grands groupes, dont les dépenses de R&D ont baissé alors que le CIR augmentait ³⁷. Pointons une incohérence majeure, en examinant les évolutions respectives du CIR et du nombre de *Conventions industrielles de formation par la recherche* (CIFRE). Rappelons qu’une CIFRE permet “*à l’entreprise de bénéficier d’une aide financière pour recruter un jeune doctorant dont les travaux de recherche, encadrés par un laboratoire public de recherche, conduiront à la soutenance d’une thèse*”. Alors que le CIR était multiplié par 5.3 comme indiqué ci-dessus, le nombre de CIFREs passait d’un peu plus de 1000 en 2005 à un peu moins de 1400 en 2015 ³⁸. La croissance incommensurable des deux dispositifs montre que la réplétion qui résulte de la manne CIR (et CICE) réprime l’appétence des entreprises pour le montage de véritables partenariats privé - public, qu’il s’agisse simplement de cautionner des travaux académiques ³⁹, ou même d’en être partie intégrante en allant chercher ensemble des financements. Cette analyse est d’ailleurs cohérente avec les observations portées ci-dessus sur les dépôts de brevets (section 2.1.3).

4 Recréer l’écosystème

La refondation de l’écosystème enseignement supérieur & recherche est possible dans la mesure où des acteurs de grande qualité sont présents dans tous les registres, et où plusieurs leviers sont bien identifiés.

Encadrer le crédit impôt recherche et forcer l’innovation. Il est urgent d’une part de réduire et d’autre part de mieux spécifier et encadrer le CIR et le CICE. Plus spécifiquement, le CIR a un rôle critique à jouer, en conditionnant son obtention, pour une partie significative, à la mise en place de partenariats réels entre les secteurs privé et public. De tels partenariats devraient être étayés par des thèses de doctorat co-encadrées (dispositif CIFRE évoqué ci-dessous), et/ou des publications communes et/ou des brevets communs.

Ceci conduirait les entreprises à adopter une politique de R&D plus agressive sur le moyen et le long terme, et moins dictée par les variations boursières ⁴⁰. Notons en effet qu’à court terme, des recherches de pointe ne se justifient pas forcément. Par exemple, aucune société pharmaceutique n’a intérêt à développer un vaccin universel contre la grippe tant que la vente d’un vaccin saisonnier reste plus lucrative. Mais l’absence de recherches tendues vers un tel objectif est à double tranchant, le procrastinateur pouvant se trouver rapidement marginalisé dans l’hypothèse de la découverte d’un tel vaccin par la concurrence. Il faut donc une recherche de pointe pour rester en course ou prendre le leadership. Les statistiques sur les dépôts de brevets ne plaidant pas en notre faveur, il y a urgence à booster l’innovation via, entre autres choses, des synergies public - privé.

Remettre la formation par la recherche et les étudiants au cœur du système. Les étudiants et la formation doivent revenir au cœur du système, en particulier aux niveaux master et doctorat. Pour ce faire, les filières de la recherche doivent devenir plus attractives en termes de salaire et de perspectives de carrière. Pour voir ce dernier vœu exaucé, outre la création de postes, les titulaires d'un doctorat doivent acquérir une forte valeur ajoutée pour l'entreprise. Ceci impose que la durée de la thèse soit significativement allongée, les trois ans actuels pérennisant une situation où la thèse confère un diplôme en lieu et place d'une formation. Les propos suivants du général de Gaulle sont souvent repris "*Des chercheurs qui cherchent, on en trouve. Des chercheurs qui trouvent, on en cherche.*" Rappelons-nous qu'il a également dit ⁴¹ "*Il faut laisser ces gens [les chercheurs] faire leurs gammes, même si cela coûte cher*".

Disposer de chercheurs ayant développé un vrai recul sur leur domaine aurait deux vertus majeures. D'une part accélérer le transfert des connaissances dans l'industrie, par leur embauche en entreprise, la réalisation de conseil, ou encore l'implication au sein de structures telles que le SRI International mentionné ci-dessus. D'autre part contribuer à estomper la dualité grandes écoles - universités. Un doctorat reconnu comme le (l'un des) diplôme(s) de référence serait en effet une incitation forte pour les grandes écoles à contribuer significativement à la formation doctorale, via leur corps professoral et leurs étudiants.

Favoriser la synergie recherche - enseignement. Omission faite des moyens financiers et des tracasseries administratives, les chercheurs ont du temps mais un accès difficile aux étudiants, alors que les enseignants chercheurs ont naturellement accès aux étudiants mais peu de temps pour la recherche. Il faut donc créer un profil d'enseignant chercheur caractérisé par une charge d'enseignement compatible avec un exercice normal de la recherche (soit un service d'enseignement entre 45h et 90h), comme c'est le cas dans les grandes universités américaines. Une telle possibilité aurait l'avantage de nombre de chercheurs souhaitant se rapprocher des étudiants, ce qui allégerait automatiquement les charges d'enseignement en général. Parallèlement, la structure de l'enseignement universitaire serait revue pour garantir une meilleure adéquation entre les élèves et les cursus (généralistes, appliqués) suivis, via des mécanismes de sélection adéquats.

Par ailleurs, dans le cadre d'une thèse rallongée, les doctorants pourraient officier en tant qu'assistant (*teaching assistant* en anglais), ce qui aurait nombre de vertus (contribution à l'allègement du service des professeurs, initiation à l'enseignement, consolidation des connaissances de base, complément de salaire).

Notons enfin qu'une meilleure synergie recherche - enseignement et une présence accrue de jeunes chercheurs en entreprise favoriseraient la mobilité des (enseignants-)chercheurs permanents, qui pour un projet de valorisation e.g. passeraient plus volontiers de l'autre côté de la barrière, au moins pour un temps donné, contribuant ainsi à la mixité et au renouvellement des idées.

Retrouver un niveau et des mécanismes de financement dignes des meilleurs standards. Le niveau de financement public de l'écosystème enseignement supérieur & recherche doit devenir comparable à celui de nos concurrents, à niveau égal i.e. pour des travaux de qualité comparable. Ceci passe à la fois par une hausse significative des budgets, une diminution du nombre de guichets et du saupoudrage. Ces évolutions doivent obligatoirement être accompagnées d'une révision drastique des règles de sélection des projets. Il faut en effet une évaluation beaucoup plus rigoureuse, avec historique de la soumission (en cas de resoumission) et possibilité de faire valoir ses droits (*rebuttal* en anglais) en cas de décision inique.

Ces deux métamorphoses (budget et procédure) conduiront mécaniquement à rebasculer vers la recherche et l'enseignement un temps considérable actuellement perdu à rédiger des projets non financés.

Simplifier les structures, le pilotage scientifique, la gestion administrative. Deux caractéristiques de l'écosystème enseignement supérieur & recherche ont une influence délétère sur l'organisation de la recherche, son pilotage et son évaluation : la redondance des structures et le gigantisme de certaines d'entre elles. Ces caractéristiques doivent être gommées de façon à rendre la gouvernance plus agile, en distinguant les structures jouant un rôle critique, et celles relevant du *mille-feuille* administratif.

Une simplification administrative permettrait aussi une implication plus grande de chercheurs actifs dans la gestion, pour des durées courtes comme cela est le cas dans les grandes universités américaines, où un *chairman* de Département garde son bureau de professeur, poste qu'il doit d'ailleurs reprendre après un ou

deux mandats de quatre ans. (Cette règle gagnerait d'ailleurs à être implémentée de façon générale, pour toutes les responsabilités politiques.)

La gestion scientifique doit elle aussi être revue, en particulier en matière d'évaluation. Rappelons que les chercheurs passent leur temps à être évalués par leurs pairs lors de la soumission de leurs travaux pour publication et pour leurs demandes de financement. Le produit de ces évaluations (publications et financements) devraient constituer le socle de l'évaluation, en lieu et place de l'inventaire institutionnel hiérarchique évoqué ci-dessus.

Les règles de gestion administratives doivent également être simplifiées de façon significative, en trouvant un juste équilibre entre le micro-contrôle (actuellement un chercheur en déplacement est redevable de ses dépenses à une granularité qui est celle du ticket de métro) et la liberté absolue ... dont les travers éclatent au grand jour en cette période de campagne présidentielle.

Promouvoir le mécénat et la philanthropie. Un certain nombre de très grandes entreprises ont acquis une force de frappe financière supérieure à celles des pays développés, et les fondations associées ont commencé à influencer de façon très significative la recherche dans nombre de domaines. Il est urgent de comprendre pourquoi le mécénat est aussi peu développé en France, pour le cas échéant rectifier la situation.

5 Conclusion

Voir le verre à moitié vide ou à moitié plein, telle pourrait être la question. Si l'on examine les performances des équipes de recherche françaises dans leur ensemble, à l'aune du parcours de combattant à effectuer, dire qu'il est à moitié plein est un euphémisme. Si maintenant on analyse notre écosystème enseignement supérieur & recherche à l'échelle mondiale, c'est l'inverse qui est un euphémisme. La situation s'est dégradée très significativement au cours de la décennie écoulée, et il est désormais impossible de rivaliser avec les standards internationaux. Et parce-que la concurrence à l'échelle mondiale est consubstantielle à la recherche, cette situation qui compromet la compétitivité de la France et sa culture scientifique et technologique n'est plus acceptable.

Bien sûr, il est de circonstance de voir nos politiciens s'extasier et féliciter les récipiendaires de prix internationaux, comme ce fut le cas pour le prix Nobel de chimie décerné à Jean-Pierre Sauvage en 2016. Mais cette attitude est cynique car ceux-là même n'ont pas su maintenir à flot un système qui a permis aux générations passées d'accéder à ce niveau d'excellence.

Au même titre que les chapitres travail, politique étrangère, santé publique ou éducation, il est donc urgent que les candidats à la magistrature suprême se saisissent du sujet, l'analysent en profondeur, et contribuent à insuffler une dynamique à un écosystème orphelin et flapi par l'absence de vision.

Ils découvriraient aussi ce faisant que la connaissance et la recherche peuvent faire rêver et contribuer à insuffler un peu de légèreté et d'optimisme dans un contexte plombé par diverses interrogations prégnantes sur notre avenir.

Notes

¹Centre d'innovation et de support économique de la Silicon Valley, voir https://en.wikipedia.org/wiki/SRI_International

²Voir <http://www.agence-nationale-recherche.fr/financer-votre-projet/appels-ouverts/appel-detail0/appel-a-projets-pire-partne> et <https://www.nsf.gov/pubs/2016/nsf16571/nsf16571.htm>

³<https://erc.europa.eu/>

⁴<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fet-open>

⁵A titre d'exemple, on citera la librairie informatique CGAL, voir <http://www.cgal.org>, fruit d'une collaboration européenne ayant mobilisé une dizaine d'instituts et d'universités sur 15 ans. Cet exemple est intéressant dans la mesure où un tel instrument de recherche logiciel n'a pas d'équivalent dans le monde. Sa conception serait aujourd'hui impossible.

⁶https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tablissement_public_%C3%A0_caract%C3%A8re_scientifique,_culturel_et_professionnel

⁷<http://www.iufrance.fr/>

⁸IDEX : Initiatives d'excellence, voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Initiative_d'excellence; LABEX : Laboratoires d'excellence, voir <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55551/investissements-d-avenir-projets-labex-par-domaine-et-reg>html; EQUIPEX : Equipements d'excellence, voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Equipex>; IHU : Instituts hospitalo-universitaire,

voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Institut_hospitalo-universitaire; IRT : Instituts de recherche technologique (IRT) – campus d'innovation, voir <http://competitivite.gouv.fr/les-investissements-d-avenir-une-opportunite-pour-les-poles-de-competitivite-les-instituts-de-recherche-technologique-irt-campus-d-innovation-654.html>; ITE / IEED : Instituts pour la transition énergétique <http://competitivite.gouv.fr/les-investissements-d-avenir-une-opportunite-pour-les-poles-de-competitivite/les-instituts-pour-la-transition-energetique-ite-660.html>; SATT : Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies, voir <http://www.satt.fr/>; Carnot : Instituts Carnot, voir <http://www.instituts-carnot.eu/>

⁹<http://competitivite.gouv.fr/>

¹⁰ Voir <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid67043/les-incubateurs-de-la-recherche-publique.html> et https://fr.wikipedia.org/wiki/Incubateur_d%27entreprises

¹¹ Voir http://www.lemonde.fr/campus/article/2016/10/17/normale-sup-domine-le-classement-mondial-des-etablissements-producteurs-5015316_4401467.html et <http://www.nature.com/news/where-nobel-winners-get-their-start-1.20757>

¹² Pour comparaison, la médiane des salaires bruts annuels hors primes en France pour l'ensemble des nouveaux diplômés de grandes écoles s'établit à 33 000 euros et à 35 800 euros avec les primes, voir <http://www.cge.asso.fr/document/3038/enquete-insertion-cge-2016.pdf>. Pour une comparaison juste, il conviendrait de majorer ce salaire après trois années de fonction, à savoir la durée de la thèse.

¹³ http://www.lemonde.fr/sciences/article/2015/06/01/quels-debouches-pour-les-doctorats_4644994_1650684.html

¹⁴ Voir <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid113021/la-situation-des-docteurs-sur-le-marche-du-travail.html> et http://www.lemonde.fr/campus/article/2017/03/07/doctorat-et-phd-des-valeurs-sures-a-l-international_5090488_4401467.html

¹⁵ <http://wdi.worldbank.org/table/5.13>

¹⁶ <http://wdi.worldbank.org/table/5.13>

¹⁷ http://www.leem.org/sites/default/files/1519_0.pdf

¹⁸ Voir e.g. l'intervention au sénat de Laurent Alexandre, <https://www.youtube.com/watch?v=FXA3gXBik14>

¹⁹ <https://www.palantir.com/>

²⁰ Voir e.g. <http://www.silicon.fr/big-data-la-dgsi-se-rapproche-de-palantir-161283.html>, <http://lecolonel.net/la-dgsi-seduite-par-palantir-et-sa>

²¹ <http://focuscampus.blog.lemonde.fr/2017/01/07/las-vegas-vitrine-pour-les-ecoles-francaises/>

²² <http://www.gatesfoundation.org/fr/Who-We-Are/General-Information/Foundation-Factsheet>

²³ <http://www.recode.net/2016/9/21/13004102/mark-zuckerberg-priscilla-chan-initiative-investment-cure-disease>

²⁴ <http://www.gatesfoundation.org/fr/Who-We-Are/General-Information/Foundation-Factsheet>

²⁵ Voir e.g. *Le mécénat et la philanthropie sont-ils des concepts légitimes pour l'entreprise ?* S. Piquet et C. Sellen, *Revue française du marketing*, 254, 2015

²⁶ Pour un exemple récent, voir e.g. <http://passeurdesciences.blog.lemonde.fr/2016/09/07/une-fraude-scientifique-ebanle-une-grande->

²⁷ Les exemples sont légion. En voici deux. Un projet Jeune chercheur est rejeté une première fois au motif qu'il implique trop de personnes "*it was not really clear for the committee if this research proposal was THE research proposal of Mr X or if this is one research proposal of the team that was presented to the ANR*". L'année suivante, alors que le périmètre a été réduit, le refus est motivé par *le consortium n'est peut-être pas optimal pour un tel sujet*. En voici une autre. Un autre projet jeune chercheur est jugé excellent, mais rejeté au motif que "*Mr X est éligible mais n'est plus jeune chercheur car il est déjà directeur de recherche*". Ou comment ajuster les règles en cours de jeu pour se débarrasser de la concurrence. De façon plus générale, le refus lors de la première étape est lapidaire : en une phrase cinglante et non argumentée, un travail souvent minutieux de description de l'état de l'art et des travaux proposés est jeté aux orties.

²⁸ http://smf.emath.fr/files/declaration_societes_maths_info_sur_anr.pdf

²⁹ Voir <http://databank.banquemondiale.org/data/reports.aspx?source=2&series=GB.XPD.RSDV.GD.ZS&country=> et <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2012&start=2012&view=map>

³⁰ <http://wdi.worldbank.org/table/5.13>

³¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Statistiques_mondiales_de_recherche_et_d%C3%A9veloppement

³² <http://www.economie.gouv.fr/vous-orienter/entreprise/industrie-numerique/entreprises-estimez-montant-votre-credit-dimpt>

³³ <http://www.economie.gouv.fr/pacte-responsabilite/cice/detail>

³⁴ <https://www.mediapart.fr/journal/economie/190716/cice-un-cout-exorbitant-sans-creation-d-emploi?onglet=full>

³⁵ Pour les EPST et pour être tout à fait précis, il conviendrait de distinguer la contribution de l'état (subvention pour charges de service public) et des collectivités d'une part, et les ressources propres (redevances de brevets et licences, prestations de services, ventes de produits, produits exceptionnels) d'autre part. La contribution publique étant dominante, cette distinction est omise à des fins de simplification. Le cas des EPIC n'est pas discuté ici. One notera toutefois que certains budgets sont très conséquents, avec e.g. 2126 millions d'euros pour le CNES, un montant attestant de l'importance accordée au secteur spatial. Voir e.g. <http://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/la-france-booste-le-budget-du-cnes-en-2017-62975.html>.

³⁶ Rapport de la Mission interministérielle Recherche et enseignement supérieur : <https://www.ccomptes.fr/content/download/91865/2153042/.../NEB-2015-MIRES.pdf>

³⁷ Les ressources illustrant le dévoiement du CIR sont pléthoriques. Par exemple : journal *Le Monde* : http://www.lemonde.fr/economie/article/2013/09/30/credit-d-impot-recherche-bataille-pour-un-magot-fiscal_3486791_3234.html, http://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2016/09/06/qui-profite-du-credit-d-impot-recherche_4993109_4355770.html; journal *l'Humanité* : <http://www.humanite.fr/les-milliards-envoles-du-credit-impot-recherche-571624>; Travaux de la la senatrice Brigitte Gonthier-Maurin : <http://groupe-crc.org/sites/groupe-crc.org/IMG/pdf/notespersonnellescir2.pdf>.

³⁸ <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid22130/les-cifre.html#evolution>

³⁹ http://www.lemonde.fr/sciences/article/2016/06/13/chercheurs-innovants-cherchent-industriels-non-frileux_4949685_1650684.html

⁴⁰ Voir e.g. l'éditorial "*It's About Time Companies Revived R&D Spending*", *Aviation Week & Space Technology*, Juin 2016.

⁴¹ Au sortir d'une visite du laboratoire Aimé-Cotton guidée par son directeur Pierre Jacquinet; voir <https://histoire-cnrs.revues.org/9069>