

NOTE CONCERNANT LE VOLET RECHERCHE SCIENTIFIQUE DU PLF 2019

26 octobre 2018

Présentée par les Sociétés Françaises de Mathématiques (SMF), de Biologie du Développement (SFBD), d'Astronomie et Astrophysique (SF2A), de Science Politique (AFSP) et d'Ecologie et Evolution (SFE²).

Dans ce document, nous présentons un argumentaire succinct sur l'importance de la recherche scientifique dans la protection, la stabilité et la prospérité de la société française. Nous illustrons comment les évolutions climatiques, écologiques, technologiques et sociétales actuelles génèrent de nouveaux risques que seule une recherche renforcée en sciences de la nature, mathématiques et sciences humaines et sociales peut permettre de contenir.

A travers la présentation de l'évolution de l'investissement international public et privé, nous montrons que de nouveaux acteurs étatiques (Chine...) et privés (GAFA, Fondation Bill et Melinda Gates...), ayant compris l'ampleur des enjeux scientifiques stratégiques actuels, investissent massivement dans la recherche, ce qui conduit à un net effritement de la position mondiale de la France.

Dans ce contexte de compétition internationale, nous dressons un panorama des forces et difficultés du système de recherche Français, marqué par un sous-investissement chronique depuis une vingtaine d'années, et nous montrons qu'un investissement financier massif pluriannuel est urgemment nécessaire pour simplement rester dans la course mondiale à l'intelligence.

Enfin, conscients des décisions stratégiques déjà actées dans le cadre du PLF 2019, nous montrons que pour cette année, une augmentation du budget du programme 172 «Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires» de 266M€, partagé également entre les opérateurs de recherche (EPST et EPIC) et l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) aurait un effet notable sur les équipes de recherche publique nationales. Une telle augmentation est aisément finançable.

RESUME DE L'ARGUMENTAIRE ET DES MESURES PROPOSEES

L'amplification des défis environnementaux mondiaux, l'émergence de technologies de rupture comme l'Intelligence Artificielle, l'emprise croissante des réseaux sociaux sur les processus démocratiques conduisent à une reconnaissance accrue du **rôle important de la recherche scientifique publique dans la protection de la société**. La sécurité à long terme de notre société exige le renforcement et la continuité de la production de connaissances.

Or, la recherche est une activité hautement compétitive entre états, dont le niveau de financement public est un excellent prédicteur de productivité. La baisse de compétitivité actuelle de la recherche française doit ainsi être mise en regard du fait que la France a fait le choix depuis une vingtaine d'années d'investir significativement moins dans sa recherche publique que les pays leaders mondiaux et européens. **La productivité globale du système de recherche public français (publications, attractivité) sont devenues inférieures à celles de nos compétiteurs directs européens ou internationaux.**

Ce constat alarmant est en parfait accord avec le rapport d'information¹⁷ déposé au nom de la commission des finances par Mme Danièle HÉRIN, M. Patrick HETZEL et Mme Amélie de MONTCHALIN en conclusion des travaux de la Mission d'Evaluation et de Contrôle sur « l'évaluation du financement public de la recherche dans les universités ».

Il est donc **urgent de remettre la recherche scientifique pluridisciplinaire française (programme 172) sur une pente ascendante**. L'effort financier consenti dans le PLF2019 n'est pourtant à la hauteur ni des enjeux sociétaux et mondiaux, ni du niveau de compétition international. La proposition budgétaire suivante est un strict minimum pour empêcher, sur le court terme, que le système national de recherche se dégrade d'avantage et pour redonner une marge de manœuvre minimale, en dessous des standards internationaux, aux équipes de recherche.

Pour les organismes de recherche:

- Du fait de l'augmentation de la masse salariale incompressible d'environ 2% par an, le simple *statu quo* implique une augmentation des autorisations d'engagement du programme 172 (hors ANR) de 83M€ par rapport à la proposition du PLF2019.
- Du fait de la fonte au fil des années des crédits budgétaires récurrents destinés aux équipes de recherche, les organismes de recherche (dont le CNRS) ne peuvent plus conduire de politique scientifique ou lancer de nouveaux programmes. Une augmentation de 70 M€, fléchés sur les crédits alloués aux équipes des unités de recherche des EPSTs et EPIC est proposée.

Pour l'ANR :

- Le taux de succès aux appels à projets de l'ANR (14%) est beaucoup plus bas que dans les autres pays développés (Suisse FNS 40% ; Allemagne DFG >35% ; USA NSF 23%). Ce très faible taux de succès génère une part importante d'arbitraire dans les décisions de financement et une démotivation des scientifiques. Le PLF2019 propose d'amener ce taux de succès à 15% (+32,7M€), ce qui est très insuffisant. Amener le taux de succès à 18%, à nombre de demandes et taille des contrats constants, nécessite une augmentation de 113M€ par rapport à la proposition du PLF2019.

Pour l'ensemble du programme 172, l'augmentation minimale est donc estimée à 266M€.

Mesdames, messieurs les parlementaires, il vous appartient, lors de l'examen du volet Enseignement Supérieur et Recherche de la PLF2019 (travail en commission puis vote le 13 novembre 2018 à l'Assemblée et courant décembre au Sénat) de remettre notre système de recherche sur une trajectoire ascendante.

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE PROTEGE NOTRE SOCIETE.

La recherche scientifique est souvent considérée sous l'angle de sa seule contribution à la croissance économique nationale, via l'innovation technologique¹.

Or l'amplification des défis environnementaux mondiaux a récemment conduit à une reconnaissance accrue d'un second rôle des scientifiques : la protection de la société. Ce rôle est double. Par ses applications, la recherche fournit les outils pour agir directement contre des menaces existantes. Par ses aspects plus fondamentaux et prospectifs, elle permet d'identifier les menaces à venir et de former des acteurs capables de relayer ces informations au sein de l'état. Par analogie avec les forces de l'ordre ou les armées, la recherche fondamentale correspond au renseignement et les applications de la recherche aux forces opérationnelles de terrain. Nous ne citerons ci-dessous que quelques exemples.

En santé humaine, l'invention de la vaccination a joué un rôle très important, en parallèle des progrès de l'hygiène et de la découverte des antibiotiques et antiviraux, dans la progression constante de l'espérance de vie depuis la fin du 19^{ème} siècle. Les programmes de vaccination et les antibiotiques et antiviraux nous protègent efficacement contre de nombreuses maladies infectieuses. Plus récemment, c'est en 1982 que l'isolement du virus du SIDA a été réalisé à l'Institut Pasteur par deux chercheurs (qui obtiendront le prix Nobel en 2008) qui, capitalisant sur plus de vingt années de recherches fondamentales leur permettant d'acquérir une excellente connaissance de la biologie des virus, produisent dès 1983 la première description du virus publiée dans la revue *Science*². De cette découverte découlera quelques mois plus tard la description de la séquence du virus et la mise au point de tests de dépistage. Plus tard, grâce à l'élucidation du cycle de réplication virale, plusieurs classes nouvelles d'antiviraux ont pu être mises au point, permettant ainsi de limiter les effets ce de qui aurait pu être une pandémie bien plus dévastatrice qu'elle ne le fut.

Les premières alertes sur l'impact des activités humaines sur le climat mondial datent des années 1960 et proviennent de scientifiques dont les mesures précises de CO₂ atmosphérique suggèrent que l'homme pouvait avoir un impact global sur le climat. Depuis les années 1990, le travail du Groupement International pour l'Etude du Climat (GIEC, Prix Nobel de la Paix 2007) fournit des prévisions quantitatives et argumentées de l'évolution du climat et de ses conséquences pour les sociétés humaines. Les conséquences des changements climatiques sont actuellement considérées comme le danger le plus important pour l'humanité et les écosystèmes, un danger dont les états peinent à intégrer l'ampleur et l'urgence. Ils ne pourront être limités que par des changements d'une ampleur sans précédent dans les politiques publiques et les comportements individuels mondiaux³. L'impact croissant de l'homme sur son environnement ne se limite pas au climat. Ce sont également les scientifiques qui ont sonné l'alarme sur les conséquences pour la santé humaine et la biodiversité du relargage de perturbateurs endocriniens dans l'environnement, conduisant *in fine* à une réglementation nationale et européenne sur le sujet.

Protéger la société et les individus signifie également assurer la sécurité des données (quelles qu'elles soient) et garantir leur exploitation efficace et raisonnable. Ce grand enjeu des années à venir dépend énormément du développement de techniques et d'algorithmes mathématiques et informatiques. Comme le rapport « Etude de l'impact socio-économique des Mathématiques en France »⁴ (2015) le souligne, 44% des technologies clés, identifiées comme telles par les rapports gouvernementaux, sont fortement impactées par les progrès en mathématiques. La mobilisation de 5

¹ <http://www.assemblee-nationale.fr/14/pdf/propositions/pion4417.pdf>

² <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6189183> (en anglais)

³ http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf

⁴ <https://www.sciencesmaths-paris.fr/fr/etude-de-limpact-socio-economique-des-mathematiques-723.htm> (commandé par le LabEx AMIEX, le CNRS et plusieurs Fondations)

grands champs de compétences mathématiques⁵ sera croissante dans de nombreux secteurs d'activité, en particulier l'énergie, la santé ou encore l'industrie et les télécommunications. Se doter d'une recherche performante dans l'ensemble de ces domaines est crucial pour garantir une protection de l'ensemble de la société française (entreprises, particuliers et Etat).

Les activités de recherche menées dans les laboratoires de recherche publics fournissent ainsi des repères indispensables pour guider la société sur les chemins d'un avenir plus sûr.

DANS UN MONDE EN CONSTANT CHANGEMENT, LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE NE PEUT S'ARRETER.

Ces avancées considérables ne peuvent assurer la sécurité à long terme de nos sociétés sans renforcement et continuité de la production de connaissance. En effet, les défis auxquels nos sociétés ont à faire face sont considérables, en constant renouvellement, et nécessitent des investissements importants dans la connaissance des mécanismes et des acteurs impliqués.

Le vivant évolue et s'adapte aux stratégies humaines de contrôle

En 2001, malgré les progrès de la médecine, les **seules maladies infectieuses causaient encore 25600 décès** annuels (5% de la mortalité)⁶. Par comparaison, le bilan des attentats terroristes sur le sol national est de 165 décès entre janvier 2015 et mars 2018. On assiste également à une recrudescence de certaines pathologies dues par exemple au **développement de résistances multiples aux antibiotiques**, phénomène inquiétant dont les bases moléculaires complexes sont encore mal connues.

Dans le domaine de l'agriculture, le **développement par les ravageurs de résistances** aux traitements a un fort impact économique, tandis que l'utilisation massive et la **faible spécificité des phytosanitaires chimiques** constitue un problème de santé humaine et participe à la perte de biodiversité observée dans nos campagnes. Ce problème a conduit à la mise en place de plans de réduction de l'utilisation de phytosanitaires (ex : plans Ecophyto⁷) et à l'interdiction programmée de certaines molécules très employées (ex. glyphosate, néonicotinoïdes), conduisant à la recherche constante de stratégies alternatives. Si les moyens de **biocontrôle** sont en essor (microorganismes, macroorganismes, substances naturelles, médiateurs chimiques) **les développements en cours n'ont pas encore atteint la maturité nécessaire pour prendre le relais des phytosanitaires chimiques.**

De nouvelles menaces apparaissent.

Les flux très importants du transport aérien de personnes et de biens assurent une **dissémination globale rapide des agents pathogènes et de leurs vecteurs**. Ce type de mécanisme affecte la santé humaine mais aussi les milieux naturels ou agricoles, entraînant des dommages économiques majeurs. Le réchauffement climatique amplifie ces dangers.

En parallèle, la rapidité des **progrès technologiques peut remettre en question certains fondements des sociétés humaines**. Ainsi, la montée en puissance exponentielle de l'intelligence artificielle dans les domaines économiques (ex : diagnostic médical, finance, véhicules autonomes), sécuritaires (ex : reconnaissance faciale) ou militaires (ex : systèmes d'armes autonomes) peut altérer des équilibres sociétaux (marché du travail, mobilités) ou géopolitiques⁸ (applications militaires, renseignement)⁹.

⁵ le traitement du signal et l'analyse d'images, le data mining, la Modélisation-Simulation-Optimisation (MSO), le High Performance Computing (HPC), la sécurité des systèmes d'informations et la cryptographie

⁶ http://opac.santepubliquefrance.fr/doc_num.php?explnum_id=1461

⁷ <http://agriculture.gouv.fr/ensemble-reduisons-les-phytos-pour-une-agriculture-performante-et-durable>

⁸ <https://chronik.fr/intelligence-artificielle-vers-revolution-geopolitique.html>

⁹ Voir le rapport de C. Villani sur l'IA : https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf

Par ailleurs, la place grandissante des réseaux sociaux dans nos vies facilite la diffusion de campagnes de désinformation (« fake news »), dont certaines visent à déstabiliser les démocraties.

L'ensemble de ces défis posent des questions fondamentales à nos sociétés toutes entières et exigent des débats publics éclairés et profonds. Il est donc d'une importance primordiale que les recherches en sciences humaines et sociales (SHS) aient les moyens de continuer à générer des données robustes sur la manière dont nos concitoyens interprètent ces défis. Par ailleurs, nous avons besoin de données pour mieux comprendre comment nous délibérons et comment nous décidons collectivement de notre avenir. Les SHS doivent ainsi aussi pouvoir continuer à produire des connaissances approfondies sur les moyens d'alimenter, le plus objectivement possible, le débat et la décision publics.

La recherche scientifique : des opportunités extraordinaires et difficilement programmables.

Il est donc extrêmement clair que les défis qu'ont dès maintenant à relever nos sociétés, tant en termes de développement économique et d'organisation démocratique, que de santé ou de sécurité dans toutes ses dimensions (y compris alimentaires) nécessitent de mobiliser les savoirs produits dans tous les domaines (relevant tout autant des sciences humaines et sociales que des sciences naturelles) pour établir des diagnostics, proposer des solutions et éclairer la décision publique.

Ceci nécessite d'une part que **les connaissances produites soient suffisamment génériques pour pouvoir être mobilisées dans une variété de situations dont on ne peut prévoir l'étendue, d'autre part qu'elles soient librement accessibles**, ce qui est l'essence même de la recherche publique. L'exemple du SIDA illustre parfaitement que les programmes pilotés pour répondre à court ou moyen terme à des enjeux sociétaux capitalisent sur les acquis de la recherche non pilotée : il y a ainsi deux temporalités indissociables dans la production de connaissance, les recherches fondamentales d'aujourd'hui préparant les recherches appliquées de demain. Ignorer cette complémentarité, c'est placer notre pays dans une situation de faiblesse dans un contexte de mondialisation compétitive où nos « partenaires » ont bien mesuré l'avantage stratégique que représentait le fait de disposer de savoirs fondamentaux (voir infra).

Le domaine de l'intelligence artificielle (IA) illustre parfaitement un champ de connaissances dont l'inspiration et les fondements théoriques (encore à renforcer) sont dans les mathématiques et l'informatique, qui a soudain donné naissance à des applications inimaginables hier dans de très nombreux domaines et dont la portée dépassera probablement ce que l'on peut imaginer aujourd'hui. La recherche française doit se donner les moyens d'atteindre une position de leader dans ce domaine, comme le recommande le rapport de C. Villani sur le sujet⁹. **Mais l'IA illustre aussi que les sciences sont peu programmables : ses succès actuels font suite à des périodes de doute profond au cours des dernières décennies.**

Il faut donc maintenir un fort investissement dans l'ensemble des sciences car nous ne pouvons savoir d'où viendront les révolutions et les menaces de demain.

LA MONTEE EN PUISSANCE DE NOUVEAUX ACTEURS ETATIQUES ET NON ETATIQUES DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

La recherche est une activité hautement compétitive entre états, dont la productivité peut se mesurer par la part nationale de la littérature scientifique et de la propriété industrielle (brevets) mondiales. Les deux dernières décennies ont vu des équilibres anciens bouleversés par l'arrivée de nouveaux acteurs étatiques et privés.

Nouveaux acteurs étatiques : la Chine dépasse l'UE et les Etats-Unis, les écarts d'investissement se creusent en Europe de l'Ouest.

La Figure 1 illustre la part des publications scientifiques mondiales en fonction de la part des dépenses publiques de recherche mondiales dans les pays de OCDE entre 1996 et 2015. L'alignement des points gris de ces graphiques illustre la parfaite corrélation entre investissement public et publications, indépendamment des modes d'organisation de la recherche dans les pays étudiés. **Le niveau de financement public de la recherche est donc un excellent prédicteur de la productivité scientifique nationale.**

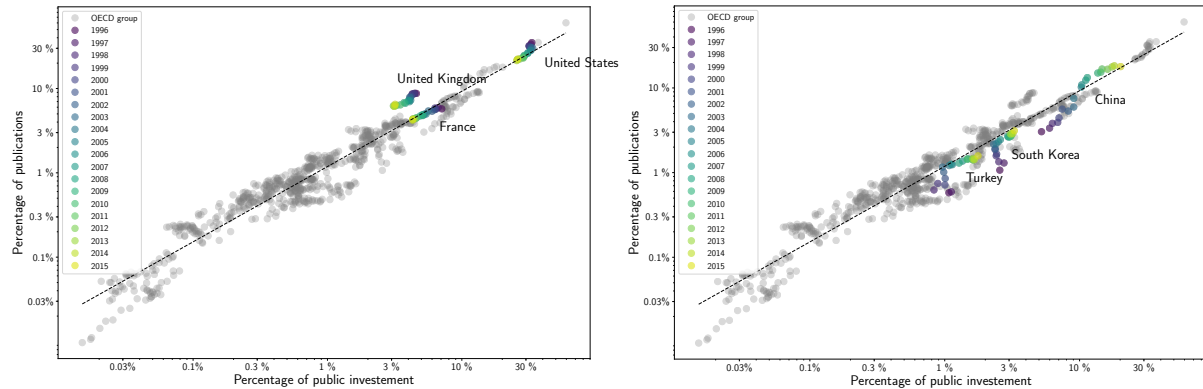


Figure 1 : Evolution sur 20 ans (1996-2015) de la relation entre le % d'investissement public mondial et le % de publications mondiales. Chaque point, grisé ou coloré, représente la contribution d'un pays de l'OCDE pour une année donnée. Six pays sont représentés par des points colorés permettant de suivre l'évolution de leurs contributions sur 20 ans : trois pays historiquement leaders en R&D (Panneau de gauche) et trois pays émergents (Panneau de droite). Source: OCDE et Observatoire des Sciences et Techniques (OST). Mise en forme : Courtioux P. Métivier F., Rebérioux A. Scientific impact and funding in OECD countries: you get what you paid for, en préparation.

La Figure 1 analyse plus en détail (points colorés) l'évolution sur la période de la productivité et des financements de 6 pays (trois pays développés : USA, France et Royaume Uni ; et trois pays émergents : Turquie, Corée du Sud, Chine). On note la très forte montée en puissance de la Chine dont la part des financements publics mondiaux est passée en 6% à plus de 20% en 20 ans. La Chine est devenue la première puissance scientifique mondiale en termes de publications scientifiques en 2018, dépassant les Etats-Unis et l'Union Européenne. Elle cherche notamment à avoir une maîtrise mondiale du domaine de l'intelligence artificielle. Noter aussi qu'entre Royaume Uni, USA et France, **la part des dépenses publiques mondiales réalisées par la France a baissé le plus fortement sur la période (de 7% à un peu plus de 4%).**

La performance des politiques scientifiques publiques en R&D peut aussi être mesurée par la **part mondiale des brevets accordés à un pays**. La figure 3 illustre la très forte progression de la Chine en ce domaine également, jusqu'à se hisser à la première place mondiale en 2015. **La part de la plupart des pays développés, incluant la France, baisse.**

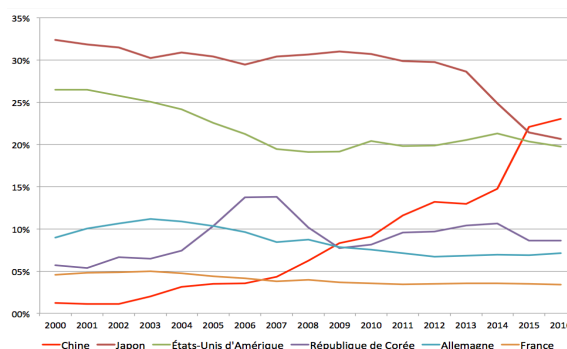


Figure 2 : Evolution entre 2000 et 2016 de la part mondiale des brevets accordés aux 6 pays ayant eu le plus de brevets accordés en 2016. Source : Base de données de l'Office Mondial de la Protection Industrielle – OMPI.

Nouveaux acteurs non-étatiques : le risque de perte de contrôle des états et organismes internationaux

La part des dépenses R&D publiques et privées (entreprises principalement) varie entre les pays mais est relativement stable dans le temps sur la dernière décennie : la part de la dépense privée nationale varie entre plus de 70% (Chine, Japon, Corée), environ 60% (Allemagne, USA) et environ 50% (France, Royaume Uni)¹⁰ de la dépense intérieure de R&D.

Malgré cette stabilité, on assiste à une spectaculaire montée en puissance de l'investissement R&D de certaines entreprises globales (ex le budget R&D annuel des **GAF**A – Google, Amazon, Facebook, Apple) a atteint 58,6 Md\$ en 2017, en croissance de 27% par rapport à 2016 et 373% par rapport à 2012...). **A elles seules, ces 4 entreprises récentes (<40 ans) et initialement étasuniennes, investissent chaque année plus en R&D que l'ensemble des acteurs publics et privés français** (La Dépense intérieure en R&D - DIRD - stable autour de 2,2% du PIB : 49,1Md € en 2015). De plus, ces entreprises ne se contentent plus de collaborer avec les laboratoires académiques : elles cherchent aussi à en recruter les meilleurs éléments (ex : Yann Le Cun recruté par Facebook en intelligence artificielle) pour créer leurs propres laboratoires de recherche (Ex FAIR à Paris pour Facebook Artificial Intelligence Research).

Certaines fondations privées ont également un rôle global. Ainsi, **la Fondation Bill et Melinda Gates a un budget opérationnel maladies infectieuses 7 fois supérieur à celui de l'Organisation Mondiale de la Santé**¹¹. La Fondation exerce une forte activité de lobbying en faveur d'une technologie de dissémination efficace - et très controversée¹² - d'Organismes Génétiquement Modifiés (OGMs), qui permet en théorie l'éradication mondiale d'espèces ciblées, le forçage génétique.

ETAT DES LIEUX DE LA RECHERCHE PUBLIQUE EN FRANCE

La France est au niveau scientifique un pays généraliste, développant dans tous les domaines une recherche publique de qualité. Cette diversité est nécessaire pour pouvoir combiner des expertises et des savoirs très divers afin de répondre à des enjeux de société complexes, à l'échelle locale ou globale. Les laboratoires conduisant ces recherches sont de plus un vivier d'une part de cadres scientifiques de haut niveau pour l'industrie et les administrations et d'autre part d'experts indépendants pouvant s'exprimer de manière pertinente sur des enjeux de société et guider la décision publique.

La France est la quatrième nation mondiale en termes de Prix Nobel¹³. Depuis 2000, 7 prix Nobel en chimie, médecine et Physique ont été décernés à titre individuel à 8 scientifiques français (sans compter 3 Nobels de littérature). A ce palmarès, s'ajoutent des prix de même rang : le prix d'économie de la Banque de Suède 2014 et 6 médailles Fields en mathématiques. La France est donc un pays avec une très forte tradition scientifique. Les prix Nobels donnent néanmoins une vision rétrospective de la productivité scientifique d'un pays. Ainsi, les prix de chimie, physique et médecine, cités plus haut, ont **récompensé des travaux principalement réalisés dans les années 80 ou 90**.

Le **nombre d'articles publiés** donne une vision plus contemporaine de la productivité de notre système de recherche scientifique. La figure 1 indique que la part des publications mondiales issues de France a fortement décliné depuis 20 ans, suite à la montée en puissance de nouveaux acteurs, la Chine notamment. Outre cette baisse, sur la période 2003-2014, **la part moyenne d'articles produits par la France (3,8%) est très inférieure à celle produite par l'Allemagne (5,4%) ou le Royaume Uni (5,6%)**.

¹⁰ Unesco : Science, technologie et innovation : DIRD par source de financement (<http://data.uis.unesco.org/>)

¹¹ http://www.who.int/about/finances-accountability/budget/PB2018-2019_en_web.pdf?ua=1

¹² https://abonnes.lemonde.fr/sciences/article/2016/12/05/bioingenierie-un-appel-contre-le-forcage-genetique_5043860_1650684.html?

¹³ <https://www.worldatlas.com/articles/top-30-countries-with-nobel-prize-winners.html>

Si l'on se concentre sur la part d'articles les plus fortement cités par des travaux ultérieurs (top 1% des citations, celles qui ouvrent de nouvelles perspectives et ont le plus d'influence), dans la majorité des pays étudiés, cette proportion reste constante entre 2004 et 2013, à part la Chine dont les performances augmentent nettement et les USA qui, inversement, voient leur position dominante se réduire¹⁴. **La France contribue à 3,8% des articles les plus cités et se classe à la 7^{ème} place mondiale, également très en retrait de l'Allemagne (5,8%) et du Royaume Uni (7,8%) qui ont pourtant des tailles de populations similaires.**

Une seconde mesure est le **nombre de scientifiques dans la recherche publique** ou privée d'un pays¹⁵. La figure 5 montre que le pourcentage dans la population de chercheurs dans le secteur privé français est très supérieur à la moyenne européenne. Le pourcentage dans la population française de chercheurs publics est lui resté stable, alors que celui de **la moyenne européenne (et de l'Allemagne) augmentait sur la période pour dépasser la France à partir de 2010.**

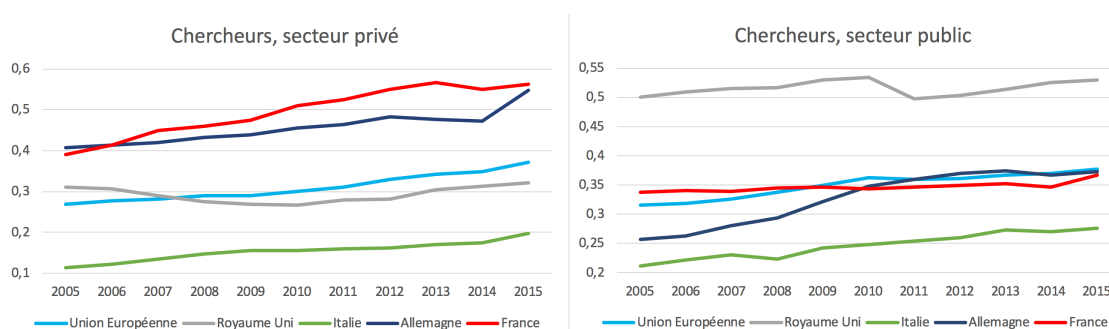


Figure 3 : Evolution entre 2005 et 2015 du % de chercheurs dans la population, dans le secteur privé ou dans le secteur public. Source : Eurostat, 2018

Autre mesure de performance : la capacité des scientifiques Français à décrocher des contrats de recherche internationaux européens notamment. **Les laboratoires français ont obtenu 13,5% des contrats européens du 5^{ème} programme cadre (1998-2002), mais seulement 10% des contrats décernés dans le programme cadre H2020 depuis 2013.** Au niveau des contrats les plus compétitifs, ceux délivrés par le **Conseil Européen de la Recherche (ERC)**, **les scientifiques français ont obtenu depuis sa création 1060 contrats, loin derrière l'Allemagne (1284) et le Royaume Uni (1787)**¹⁶.

Enfin, on peut mesurer l'attractivité des carrières scientifiques françaises. Pour l'ensemble des concours chercheurs (Chargés et Directeurs de Recherches) de 2016 au CNRS, le taux de lauréats de nationalité étrangère a été de 31,6%. Ces chiffres encourageants montrent que **le système français, qui permet notamment un recrutement permanent, est encore attractif sur la scène internationale.** Ils sont néanmoins à mitiger par les résultats décevants de l'opération Make Our Planet Great Again, qui n'a en 2017 pas conduit au recrutement du nombre escompté de scientifiques étrangers de haut niveau. Egalement préoccupante est la **baisse de 15% des inscriptions en première année de doctorat entre 2009 et 2016**, alors même que la population étudiante globale est en forte croissance¹⁷. Les difficultés d'insertion professionnelle dans la recherche publique et dans le secteur privé se combinent pour décourager les jeunes à s'engager vers une formation scientifique longue.

Globalement, ces quelques chiffres illustrent que la France a une forte tradition scientifique pluridisciplinaire, avec des succès individuels incontestables et une certaine attractivité sur la scène internationale. **La productivité globale du système, la dynamique de l'emploi scientifique, sont néanmoins inférieures à celles de nos compétiteurs directs européens ou internationaux.**

¹⁴ <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194805>

¹⁵ <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/stats/number-researchers-male-female-sector-public-and-private>

¹⁶ <https://erc.europa.eu/projects-figures/statistics>

¹⁷ https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T744/le_doctorat_et_les_docteurs/

QUEL SOUTIEN PUBLIC POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE ?

Ces évolutions sont à mettre en regard des choix budgétaires qui ont été effectués en matière de recherche publique par les différentes nations depuis 15 ans.

L'investissement R&D de la France (2,27% en 2016, stable depuis plusieurs décennies) reste très en dessous des objectifs européens de 3% du PIB investis en R&D publique et privée. Contrairement à la France, l'Allemagne a atteint cet objectif et le document de cadrage de la coalition actuellement au pouvoir affiche un objectif de dépense R&D de 3,5% du PIB en 2025.

L'investissement public de recherche représente environ 1/3 de l'investissement R&D national. Le budget de la recherche publique allemande a fortement augmenté (en euros constants) entre 1990 et 2015 par rapport à celui de la France et ce, quelles que soient les appartenances politiques des dirigeants dans les deux pays (Figure 2). **Amener le financement de la recherche publique française (0,8% du PIB) au niveau de l'Allemagne (0,92% du PIB) nécessiterait une augmentation du budget annuel de plus de 2Md€.**

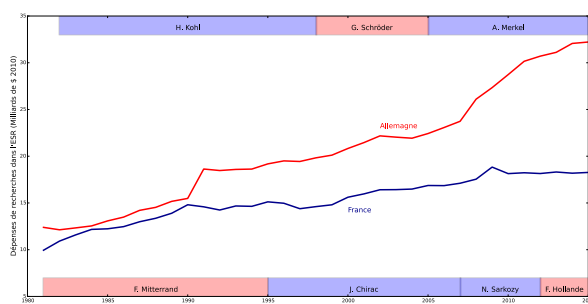


Figure 4 : Évolution des dépenses de R&D effectuées dans les universités et les organismes publics de recherche en Allemagne et en France en milliards de US\$ constants (année de référence : 2010). En rose chanceliers ou présidents politiquement marqués à gauche, en bleu, ceux marqués à droite. Noter le décrochage de l'Allemagne après 1990, suite à la réunification. Source : Main science and technology indicators de l'OCDE. Dépense totale incluant le HERD (Higher Education Expenditure on R&D ; établissements d'enseignement supérieur) et le GOVERD (Government Expenditure on Intramural R&D ; organismes de recherche). Mise en forme : Métivier F., 2017, <https://morpho.ipgp.fr/metivier/readnews?code=5>

Les laboratoires français (environ 2700 entités/unités de recherche) sont financés par des dotations budgétaires annuelles, et des ressources contractuelles provenant de crédits publics budgétaires et extrabudgétaires (principalement via l'Agence Nationale pour la Recherche – ANR-, l'Institut National du Cancer - INCa -, le Programme d'Investissement d'Avenir -PIA-, et les collectivités territoriales), d'organisations et fondations caritatives (recherche biomédicale notamment) et d'organismes internationaux (Europe notamment). **Contrairement aux autres pays, les acteurs privés industriels ne contribuent que très faiblement au financement de la recherche publique française (~90M€ pour l'ensemble des EPST en 2015¹⁹), malgré les incitations fiscales du Crédit Impôt Recherche (CIR).**

Les crédits sur dotations budgétaires, majoritaires (environ 13Md€ sur un total de 20Md€ en 2015¹⁸) sont principalement utilisés pour payer une masse salariale incompressible : 83% de la dotation pour charges de service public du CNRS sert à couvrir une masse salariale permanente en constante augmentation malgré des effectifs légèrement décroissants mais vieillissants. Ce pourcentage est à comparer à 55,5 % en 1969 et environ 75% en 1980. Seule une part très minoritaire des dotations budgétaires est mise à disposition des laboratoires pour le financement des projets, hors frais d'infrastructure (environ 5% au CNRS, soit environ 150 M€/an). **Les crédits dits récurrents qui ont**

¹⁸ Etat de l'enseignement supérieur et de la Recherche en France, 2018, chapitre 30

longtemps financé la recherche française et lui assuraient une capacité d'initiative et d'exploration enviée à l'étranger ont ainsi fondu au cours des 30 dernières années du fait de l'augmentation mécanique de la masse salariale non compensée par l'augmentation de la dotation budgétaire. La seule solution qui s'offre aux organismes pour regagner, à dotation constante, une marge de manœuvre suffisante pour lancer de nouveaux projets ou faire face aux nouvelles missions qui leur sont confiées est de contraindre leur masse salariale, en limitant les flux d'entrée : **depuis 2007 le CNRS a ainsi perdu 500 chercheurs (4,5% de l'effectif) et 1500 personnels techniques et de soutien (11,5% de l'effectif). Les campagnes de recrutement annoncées par le CNRS conduiront à perdre 320 emplois titulaires supplémentaires d'ici à 2022.** Globalement, l'insuffisance des dotations budgétaires des opérateurs de recherche a « conduit à un décrochage du nombre d'emplois effectifs par rapport au plafond d'emplois autorisé (- 2 800 ETP depuis 2008 dans le champ des programmes de recherche et - 11 300 ETP dans le champ universitaire) »¹⁹. **Outre le vieillissement de la population des laboratoires, qui nuit à leur créativité et à leur dynamisme, la baisse des recrutements publics décourage les jeunes de se lancer dans la formation par la recherche que constitue le doctorat.**

Du fait de la faible part des financements récurrents des laboratoires, leurs projets scientifiques sont majoritairement financés sur appels à projets externes de 3 à 5 ans. L'ANR n'est pas la seule agence de financement publique mais c'est celle qui est la plus visible des laboratoires car elle finance directement les équipes de recherches. Avec un budget annuel pour son appel à projet générique de 420 M€ (2017) elle finance environ 1060 projets, pour un taux de succès de 13,3%. **Du fait de l'insuffisance du financement de l'agence, le taux de succès aux appels de l'ANR est très inférieur à celui des agences généralistes allemande (DFG, 35%), suisse (FNS, 40%), japonaise (JSPS, 26%), ou américaine (NSF, 23%), comme le souligne le rapport d'information** déposé au nom de la commission des finances par Mme Danièle HÉRIN, M. Patrick HETZEL, Mme Amélie de MONTCHALIN *en conclusion des travaux de la Mission d'évaluation et de contrôle sur l' « évaluation du financement public de la recherche dans les universités »*¹⁹. Des études théoriques montrent qu'un taux de succès inférieur à 20% conduit à une **démotivation**, le coût en temps d'écriture étant considéré plus élevé que le bénéfice potentiel et le processus de sélection faisant **une part démesurée à l'arbitraire**²⁰.

En résumé, la baisse de compétitivité de la recherche française observée depuis dix ans doit être mise en regard du fait que la France a fait le choix depuis une vingtaine d'années d'investir significativement moins que les pays leaders mondiaux dans sa recherche publique. Ce constat est en parfait accord avec le rapport d'information Hérin/Hetzel/Montchalin²⁰ cité plus haut. Les conséquences délétères pour le pays d'une telle stratégie ont été exposées au début de ce document.

QUE FAIRE A COURT TERME ?

La recherche scientifique ne doit pas être un enjeu partisan. En Allemagne, le soutien à la recherche a été continu, quelle que soit la majorité (voir figure 2 plus haut). Aux USA cette année, le congrès, dans un vote bipartisan remarquable, a voté un budget pour les sciences en très forte hausse (+12,8%) alors que l'administration Trump proposait de fortes coupes budgétaires (environ - 9%).

Mesdames, messieurs les parlementaires, il vous appartient, lors de l'examen du volet Enseignement Supérieur et Recherche de la PLF2019 (travail en commission, puis vote 13 novembre 2018 à l'Assemblée et courant décembre au Sénat) de remettre notre système de recherche sur une trajectoire ascendante.

Les budgets ESR 2017, 2018 et la PLF 2019 mentionnent plusieurs difficultés évoquées dans ce document: insuffisance du financement de la recherche publique, problème de l'augmentation constante de la masse salariale dû au vieillissement des personnels, nécessité de rééquilibrer la part des financements récurrents et sur projets des équipes, augmentation de la part de financements

¹⁹ Rapport d'information Assemblée Nationale : <http://www.assemblee-nationale.fr/15/pdf/rap-info/i1213.pdf>

²⁰ <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0118494>

budgétaires et décroissance de la part extrabudgétaire (PIA). **Force est de constater que l'effort financier consenti dans le PLF2019 n'est pourtant à la hauteur ni des enjeux sociétaux et mondiaux, ni du niveau de compétition international dans le domaine. L'étranglement croissant des acteurs nationaux de la recherche publique se poursuit.**

Au niveau des organismes de recherche pluridisciplinaires et des universités, les budgets votés ou proposés ne compensent pas le vieillissement des personnels et ne suivent ni l'inflation ni le nombre croissant d'étudiants à former et encadrer. Ainsi, la figure 5 illustre l'évolution de la dotation pour charge de service public du CNRS en euros constants entre 2016 et 2019 (PLF). En considérant une inflation 2018 de 1,5%, **la proposition de dotation PLF 2019 au CNRS est en euros constants en recul de 5M€ par rapport à celle de 2018, elle-même en recul de près de 100M€ par rapport à la dotation de 2017 qui avait bénéficié de l'effet « dernière année de mandat ».** Dans ces conditions, il paraît illusoire de penser que les équipes de recherche bénéficieront du soutien accru annoncé, et il n'est pas étonnant que le CNRS ait décidé de **réduire le nombre de recrutement de chercheurs à 250 pour la campagne 2019, en dessous du seuil symbolique de 300 considéré comme critique par la profession.** Le coût de 50 emplois de Chargés de recherche est d'approximativement 5M€.

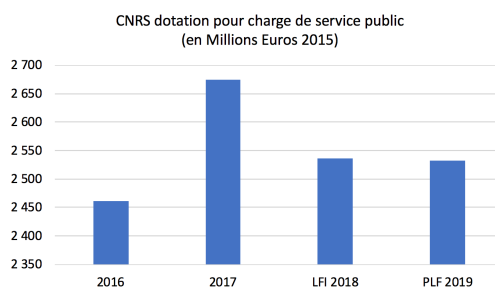


Figure 5 : Evolution de la dotation pour charge de service public du CNRS (programme 172) en euros constant 2015. Une inflation de 1,5% est estimée pour 2018.

Pour ce qui est de l'ANR, le PLF2019 prévoit une augmentation des autorisations d'engagements de 32,7 M€ (4,4%). Même si l'on considère que l'intégralité de cette augmentation est affectée à l'appel à projet générique national (~394M€ en 2018) qui augmenterait ainsi de 8,2%, et que le montant alloué aux projets ne suit pas l'inflation, **le taux de succès à l'ANR est actuellement tellement bas qu'avec l'augmentation proposée il atteindrait juste 15%, toujours très en dessous des normes internationales pour une agence nationale généraliste de financement de la recherche (voir supra).**

La proposition budgétaire suivante est à strict minima et ne vise qu'à assurer sur le court terme que le système national de recherche ne se dégrade pas d'avantage et à redonner une marge de manœuvre minimale, en dessous des standards internationaux, aux équipes de recherche:

Pour les organismes de recherche (programme 172):

- Considérant que la masse salariale, du fait du Glissement Vieillesse Technicité (GVT) et du protocole « parcours professionnels, carrières et rémunérations » (PPCR), augmente d'environ 2% par an et que la masse salariale représente 70% de la subvention pour charges de service des opérateurs de recherche du programme 172, le simple *statu quo*, sans revalorisation du point d'indice, implique par rapport à la LFI 2018 une augmentation des autorisations d'engagement de 1,4% du programme (hors ANR) à 6,067 Md€ (+83M€ par rapport à la proposition du PLF2019 : 5,984 Md€).
- Considérant que les crédits récurrents mis à disposition des équipes de recherche ont fondu au fil des années et que ces montants ne permettent plus aux organismes de conduire de politique scientifique, nous proposons une augmentation de 70 M€ fléchée sur les crédits aux équipes des unités de recherche des EPSTs et EPIC.
- Cette proposition conduit à une augmentation de 153M€ des dépenses budgétaires du programme 172.

Pour l'ANR :

- Considérant que le taux de succès aux appels à projets doit atteindre au moins 20% pour ne pas être guidé par l'arbitraire, et que le taux de succès très bas est une source importante de la très mauvaise image de l'ANR dans la communauté, nous proposons d'amener dès 2019 le taux de succès de l'appel à projet générique national à 18% en 2019 et 22% en 2021.
- Une augmentation de 14% à 18% du taux de succès par rapport à 2018, à nombre de demandes et taille des contrats constants, nécessite une augmentation de 28,5% du budget de l'AAP générique national, soit 146M€, dont 32,7M€ déjà proposés par le PLF2019.

Pour l'ensemble du programme 172, l'augmentation minimale est donc de 266M€.

Cette demande est un minimum absolu pour une action à court terme : un comité d'audit international indépendant d'évaluation du CNRS a chiffré en 2017 à 300M€ l'augmentation minimale du budget annuel de ce seul organisme pour qu'il puisse accomplir ses missions²¹.

Notre proposition ne prend que le côté recherche du programme 172 en considération et ne couvre pas les besoins du programme 150 « formations supérieures et recherche universitaire » (le PLF 2019 propose un accroissement de 0,6% des autorisations d'engagements par rapport à 2018, très inférieure à l'inflation, alors que le seul nombre d'étudiants croitra de plus de 2%).

Cette proposition est finançable. Par exemple, le PLF2019 anticipe une croissance de 3,3%²² à 6,2M€ (+200M€) de la dépense fiscale principale du programme 172, le **Crédit d'Impôt Recherche (CIR)**. L'estimation de la commission des finances est pourtant d'un coût stabilisé annuel autour de 5,7Md€²³, et la PLF2018 estimait ce coût de 5,8Md€ . Un rapport récent de la commission des Finances de l'Assemblée, établi par M. Joël Giraud, estime le coût du CIR en 2017 à 6,2 Md€²⁴. **L'incertitude sur le coût réel du CIR, dont l'efficacité reste controversée, est donc très supérieure à notre demande.** Son meilleur encadrement a été de nombreuses fois proposé, une piste étant d'exclure de l'assiette les dépenses de veille technologique et de maintien de brevet, non incluses dans le Manuel de Frascati des dépenses de R&D au sein de l'OCDE²⁵ et correspondant à une créance d'impôt de l'ordre de 200M€.

Une partie des sommes nécessaires pourraient également provenir d'une réorientation ponctuelle de **crédits extrabudgétaires non utilisés issus du premier Programme d'Investissements d'Avenir**²⁵. En effet sur les 3Md€ prévus sur le programme de valorisation des travaux issus de la recherche publique, seuls 1,4Md€ avaient été décaissés fin juin 2017, en raison d'une surestimation initiale de ces besoins et d'une difficulté de mise en place.

Notre analyse indépendante est en parfait accord avec les constats du Rapport d'Information de D. Hérin, P. Hetzel et A. de Montchalin¹⁹ et les étend. Nous comptons sur vous pour aller jusqu'au bout de la logique de ce rapport et pour préserver sur le très court terme lors du vote du volet recherche du PLF2019, et moyennant des mesures d'urgence de faible ampleur, la capacité globale de recherche publique de notre nation, essentielles à sa sécurité et à sa prospérité. Des mesures de plus grande ampleur devront nécessairement être prises dans les années à venir.

²¹ http://www.cnrs.fr/sites/default/files/download-file/07_comite-consultatif-oct-2016.pdf

²² https://www.performancepublique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/farandole/ressources/2019/pap/html/DBGPGMPRESCREDPGM172.htm

²³ [http://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/15/rapports/r1055-a33/\(index\)/rapports#P249_10523](http://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/15/rapports/r1055-a33/(index)/rapports#P249_10523)

²⁴ http://www.assemblee-nationale.fr/15/rap-info/i1172.asp#P6778_539179

²⁵ <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2018-03/20180326-rapport-outils-PIA-valorisation-recherche.pdf>, page 11