



Relever le défi de la compétition technologique mondiale

La mondialisation au service de l'innovation

Table des matières

À propos de l'auteur	2
A propos de l'Institut Sapiens	3
Synthèse de la note	4
Synthèse des propositions	8
Introduction - Les leçons sur la coopération mondiale en R&D à l'heure du COVID	9
Partie I - La chute de la France dans un domaine essentiel	13
A) Le rôle de la R&D dans la compétitivité technologique	13
B) Le décrochage relatif de la France en la matière	14
C) L'importance de la collaboration internationale et du leadership technologique : les exemples d'Israël et de l'Allemagne	20
Partie II – Les raisons du décrochage de la France en R&D	22
A) La faiblesse de la culture scientifique	22
B) Le désengagement de l'Etat dans le financement de l'innovation	24
C) Des restrictions sur les IDE qui pénalisent l'investissement / une logique trop protectrice face aux investissements étrangers	31
Partie III – Les implications économiques et sociales du décrochage en R&D	35
A) Un recul des performances scientifiques	35
B) Une diminution des IDE entrants depuis quelques années	43
C) Un affaiblissement du potentiel de croissance	45
D) La perte de souveraineté induite par le protectionnisme : souveraineté n'est pas autarcie	47
Partie IV – S'ouvrir pour innover, la clé du leadership de demain	50
Conclusion - Le marché mondial comme horizon de l'innovation française	61
Bibliographie	63

À propos de l'auteur



Olivier Babeau

Président fondateur de l'Institut Sapiens

Ancien élève de l'ENS de Cachan, diplômé de l'ESCP, agrégé d'économie et docteur en sciences de gestion, Olivier Babeau est professeur à l'université de Bordeaux. Il est notamment l'auteur du Désordre numérique (Buchet Chastel, 2020) l'Horreur politique (Les Belles Lettres, 2017) et de l'Éloge de l'hypocrisie (Cerf, 2018). Il intervient très régulièrement dans les médias pour décrypter l'actualité économique et politique



A propos de l'Institut Sapiens

L'Institut Sapiens est un laboratoire d'idées (*think tank*) indépendant et non partisan réfléchissant aux nouvelles conditions d'une prospérité partagée à l'ère numérique. L'humanisme est sa valeur fondamentale. Son objectif est d'éclairer le débat économique et social français et européen par la diffusion de ses idées.

Il fédère un large réseau d'experts issus de tous horizons, universitaires, avocats, chefs d'entreprise, entrepreneurs, hauts fonctionnaires, autour d'adhérents intéressés par les grands débats actuels. Sapiens s'attache à relayer les recherches académiques les plus en pointe.

Les travaux de Sapiens sont structurés autour de **sept observatoires thématiques** : développement durable ; IA et éthique ; science et société ; santé et innovation ; travail, formation et compétences ; politiques, territoire et cohésion sociale ; innovation économique et sociale.

Sa vocation est triple :

Décrypter — Sapiens aide à la prise de recul face à l'actualité afin d'aider à la compréhension des grandes questions qu'elle pose. L'institut est un centre de réflexion de pointe sur les grands enjeux économiques contemporains.

Décloisonner et faire dialoguer — Sapiens met en relation des mondes professionnels trop souvent séparés : universitaires, membres de la sphère publique, praticiens de l'entreprise ou simples citoyens. L'institut est un carrefour où ils peuvent se rencontrer pour réfléchir et dialoguer.

Se former — Le XXI^e siècle est celui de l'information ; il doit devenir pour l'individu celui du savoir. Les immenses pouvoirs que donnent les technologies appellent un effort nouveau de prise de recul et d'analyse. Grâce à ses publications, événements et rencontres, Sapiens se veut un lieu de progression personnelle pour ceux qui veulent y prendre part.

Pour en savoir plus, visitez notre site internet : institutsapiens.fr





Synthèse de la note

La crise du COVID 19 a été en grande partie résolue grâce à la coopération accrue de chercheurs américains, chinois et européens. En mettant les fruits de leurs travaux en libre accès pour travailler de manière étroite sur un sujet commun, ils ont su faire émerger une réponse vaccinale efficace contre la pire crise sanitaire vécue par l'humanité depuis un siècle. Cette réussite démontre à elle seule les vertus de la collaboration internationale dans le processus de recherche fondamentale et appliquée.

L'absence de la France dans le panel de nations ayant participé à la création d'un vaccin illustre son décrochage important en matière de recherche et développement. A la base du procédé d'innovation, la R&D est essentielle pour une nation voulant peser dans la compétition technologique mondiale. Or dans ce domaine, la France accuse un retard dont font état nombre d'études et de rapport émanant d'organismes internationaux. Avec un taux d'effort figé à 2,2% de son PIB (loin de l'objectif de 3% fixé par la Commission Européenne) la France stagne depuis des années à la 15^{ème} place des pays de l'OCDE les plus volontaristes en matière de R&D,

dépassée par l'Allemagne, la Finlande, la Suisse, la Corée du Sud, Israël, la Chine, les Etats-Unis et même la Belgique. Ce décrochage, fruit de choix politiques successifs et délétères, va à rebours de la dynamique impulsée par les autres pays. En plus d'amputer la croissance potentielle de la France, cette absence de moyens pour la R&D entraîne un affaiblissement de son écosystème de recherche en provoquant un recul de son rayonnement scientifique international, une baisse des investissements dédiés, une incapacité à exister sur le plan technologique, une chute de la compétitivité des entreprises tournées vers l'international, et entraîne in fine la « fuite des cerveaux » vers l'étranger, les chercheurs les plus talentueux du pays préférant émigrer vers des terres plus favorables à leurs travaux. .

Cette relégation est le résultat de la conjonction de trois phénomènes. Tout d'abord, le désengagement progressif de l'Etat, qui ne finance plus que 33% de la dépense intérieure de R&D, contre 54% il y a 30 ans, laissant aux entreprises privées nationales le soin de supporter la majorité de l'effort. Ensuite, le recul de l'esprit scientifique, incarné par une méfiance de plus en plus importante au sein de la société vis-à-vis de toutes formes de progrès médical ou scientifique, qui trouve ses racines dans la dégradation du niveau des élèves et des adultes en mathématiques et en sciences. Et enfin, l'existence de nombreuses restrictions sur les investissements étrangers. L'OCDE juge que sur ce dernier point, la France a développé une position plus protectionniste que ses voisins et concurrents directs, en mettant en place des restrictions plus dures et coercitives qu'eux sur le contrôle et la validation de l'entrée des capitaux étrangers. La bonne croissance des IDE pour l'année 2021 n'occulte en rien cette dimension. Si les résultats statistiques sont bons en apparence, ils restent encore trop faibles par rapport au potentiel de la France dans ce domaine, contraints par un manque d'ouverture sur l'étranger. Or, les exemples d'Israël à travers le programme MultiNational Companies (MNC), et de l'Allemagne avec les Fraunhofer, démontrent qu'une ouverture accrue sur le reste du monde permet non seulement d'augmenter drastiquement les dépenses nationales en R&D, grâce aux investissements venant de l'étranger, mais aussi de peser dans la compétition technologique mondiale grâce aux différents partenariats avec des entreprises étrangères qui contribuent à enrichir la vision et l'état d'esprit industriel des chercheurs..

La faiblesse de la France dans le domaine de la R&D n'est pas sans conséquence. La perte de l'habitus scientifique fait progresser la risquophobie de la société et ainsi reculer les chances de la France de produire des innovations majeures. Ce recul de l'esprit scientifique est à l'origine d'un processus auto-entretenu affaiblissant la culture de la société et des élites en la matière, ne permettant pas de placer

la recherche comme un élément incontournable de la stratégie nationale. Les restrictions vis-à-vis de l'étranger font quant à elle diminuer l'attractivité française en la matière et lui font perdre de nombreuses sources de financements et de partenariats pouvant être favorables à ses laboratoires, à ses universités. Enfin, cette tentation protectionniste diminue le potentiel de croissance de la France et ampute sa souveraineté en l'empêchant de faire émerger des technologies à forte valeur ajoutée et des grands champions à dimension mondiale.

Comme toute crise, celle du COVID peut être vue comme une opportunité. Une fois le diagnostic de ce décrochage réalisé, il convient de tout faire pour l'inverser. Et pour cela, la France dispose de trois leviers importants. Premièrement, en dynamisant la recherche française. Pour y parvenir, il faut donner aux établissements universitaires les moyens de l'autonomie qui leur a été octroyée il y a 15 ans, notamment en ce qui concerne leurs recrutements, leurs financements et leur politique de recherche. Cela implique concrètement de leur laisser toute latitude sur leur politique de financements et de partenariats. A contrario de leurs homologues et concurrentes étrangères, elles ne sont pas pleinement autonomes, totalement dépendantes du contrôle et de la surveillance des différentes tutelles administratives. Cela les empêche de pouvoir développer les politiques de leurs choix pour mettre en place leur propre stratégie de recherche, retenir leurs meilleurs éléments, recruter des talents étrangers et devenir véritablement attractives au niveau mondial. Parvenir à « dés-administrer » la recherche est essentiel pour aider les établissements universitaires à faire de la France une terre de recherche attractive. Le renforcement des vocations scientifiques des étudiants et la réalisation de nouvelles coopérations entre les agences existantes sont d'autres conditions à réaliser pour accomplir cet objectif.

Deuxièmement en sortant de la logique protectionniste qui nuit à la fois à notre recherche mais aussi à notre économie. Accepter de s'ouvrir à de nouvelles coopérations étrangères est une condition pour opérer un choc de financement pour notre recherche, grâce aux investissements étrangers, et parvenir enfin à tendre vers un effort en R&D de 3% du PIB. La mise en place de partenariats mondiaux dans le domaine de la recherche permettra également d'augmenter sensiblement le nombre de brevets déposés par la France, et ainsi lui offrira l'opportunité de se rapprocher des principaux pays de l'OCDE. Un traitement plus équilibré et équitable des investissements étrangers est essentiel pour l'avenir économique et technologique de notre pays. Pour accompagner cet assouplissement, des mesures de contrôles nouvelles pourront être déployés, pour préserver les intérêts scientifiques et technologiques souverains, que ce soit par

l'évaluation du risque de dépendance envers des pays hors UE, en termes de recherche et de protection intellectuelle par secteur, par la certification automatique des titres de séjours de recherche, par l'exigence d'accès réciproque à la recherche étrangère, ou par la mise en place de processus pour faire remonter d'éventuelles préoccupations quant à des conflits d'intérêts internationaux.

Troisièmement en promouvant la science ouverte au niveau mondiale. Parce que la science n'a pas de frontière, la France doit soutenir la recommandation de l'UNESCO sur le principe de science ouverte pour renforcer la coopération scientifique internationale.

Alors que l'Europe est prise en tenaille entre les GAFAM et les BATHX, il ne faudrait pas que la France soit en plus reléguée dans le domaine de la recherche par rapport à ses voisins et partenaires. Cela ne pourrait que générer une perte de souveraineté dans les années à venir, un déclassement économique qui conduirait in fine à une perte de son influence géostratégique. Il est encore temps d'inverser cette tendance, à condition de déployer rapidement les mesures adéquates, pour que la France retrouve la place que doit être la sienne sur cette dimension.

Réaffirmer la science comme un élément principal de la coopération entre les pays est essentiel, surtout dans le contexte actuel. D'une manière générale, la recherche favorise la confrontation des idées, la controverse et le débat. Il ne faut pas négliger le rôle bénéfique que peut avoir la disputation scientifique dans un monde où les conflits armés ne sont malheureusement pas une option que l'on peut écarter.

Synthèse des propositions

Dynamiser la recherche française

- Mettre en place une politique plus adaptée d'évaluation des activités de recherche favorisant la performance.
- Réaffirmer l'autonomie des établissements universitaires.
- Réaliser de meilleures coopérations entre les agences de financement existantes
- Renforcer les vocations scientifiques et le rôle des sciences comme moteur de l'innovation et de l'entrepreneuriat.

Opérer un choc de financement grâce aux investissements étrangers

- Assouplir les restrictions sur les « Investissement directs à l'étranger » (IDE) tout en déployant de nouvelles protections (sur l'indépendance des chercheurs, sur l'accès réciproque aux travaux de recherche et sur les différents transferts de technologie)
- Profiter des capitaux étrangers entrants pour porter l'effort en R&D de la France de 2,2% à 3% du PIB
- Accentuer les coopérations et les partenariats avec les acteurs de de la recherche étrangers
- Inclure les collaborations scientifiques dans les prochains accords de commerce international

Promouvoir la science ouverte mondiale

- Soutenir la recommandation mondiale de l'UNESCO sur le principe de science ouverte
- Favoriser l'émergence d'initiatives publiques ou privées visant un partage plus élargi des connaissances et résultats issus de la recherche.
- Lever les freins au développement d'une véritable science ouverte pour renforcer la coopération scientifique internationale.

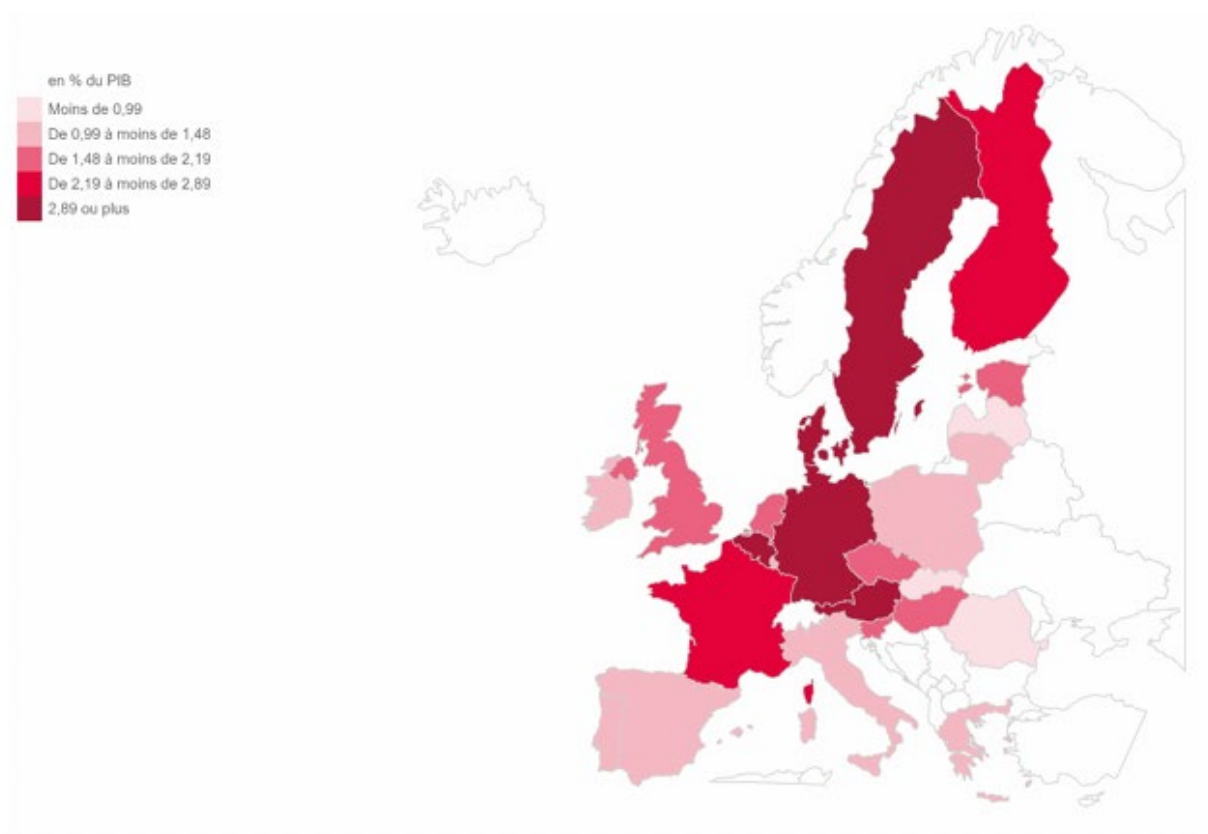


Introduction - Les leçons sur la coopération mondiale en R&D à l'heure du COVID

Dans la compétition technologique mondiale, l'Europe est prise en tenaille entre les Etats-Unis et la Chine, et n'a pas donné naissance à ce jour, à des géants technologiques tels que les GAFAM ou les BATHX.

Plusieurs indices laissent craindre que la France n'accuse un décrochage important, entre faiblesse relative de l'effort de recherche et diminution de sa place dans les différents classements des grandes nations scientifiques. Avec une dépense intérieure de recherche et développement de 53,2 milliards d'euros en 2019 - soit 2,2% de son PIB - la France se situe en dessous de l'objectif de 3% fixé par l'Union Européenne dans le cadre de la « Stratégie Europe 2020 », en deçà de la moyenne des pays de l'OCDE (2,5% du PIB), et en-dessous de l'effort jugé indispensable par les leaders de la communauté scientifique et technologique. A titre de comparaison, une entreprise comme Amazon va allouer 61 milliards de dollars à sa R&D en 2022 (en hausse de 9% en un an).

Graphique 1 – Effort de recherche en Europe, par Pays, en % du PIB, 2020



Source des données : OCDE – Carte : INSEE, tableau de bord de l'économie française.

Note : Donnée non disponible pour la Bulgarie, Chypre, la Croatie et Malte.

L'objet du présent rapport est de colliger et vérifier les faits et données relatifs à cette situation, et de suggérer des remèdes susceptibles d'inverser à court terme ce déclin. Un déclin qui s'est notamment manifesté lors de la crise sanitaire, où la France n'a malheureusement pas été en mesure de proposer une solution vaccinale à temps.

Graphique 2 - Etat des précommandes de vaccin au sein de l'Union Européenne¹

Entreprise	Vaccin	Pays	Disponibilité
Pfizer BioNTech	<i>Tozinaméran</i>	<i>Etats-Unis</i>	<i>Janvier 2021</i>
AstraZeneca Univ. Oxford	<i>Vaxzevria</i>	<i>Royaume-Uni</i>	<i>Janvier 2021</i>
Novavax	<i>NVX-CoV2373</i>	<i>Etats-Unis</i>	<i>Mars 2021</i>
Moderna	<i>mRNA-1273</i>	<i>Etats-Unis</i>	<i>1^{er} trimestre 2021</i>
Johnson & Johnson	<i>Ad26.COV2.S</i>	<i>Etats-Unis</i>	<i>1^{er} trimestre 2021</i>
CureVac	<i>Zorecimeran</i>	<i>Allemagne</i>	<i>2^e trimestre 2021</i>
Sanofi Pasteur	<i>GSK</i>	<i>France</i>	<i>Début 2022</i>

Tous les vaccins utilisés depuis janvier 2021 pour lutter contre l'épidémie de COVID-19 ont été développés industriellement en dehors des frontières de l'UE. Un retard de la part de l'Europe et de la France qui illustre sur ce thème spécifique un décrochage relatif vis-à-vis des autres zones développées. Pourtant, cette situation aurait pu être évitée. Selon les dires d'un responsable de l'INSERM auditionné dans le cadre de ce rapport, il y a eu en France, en mars 2020, plus de 20 laboratoires et start-ups qui avaient développé un projet de vaccin présentant de très bons résultats préliminaires. Ces projets n'ont pas pu être développés au stade supérieur pour la simple et bonne raison qu'ils n'avaient pas trouvé les financements nécessaires. L'absence d'entreprises françaises dans le graphique 2 n'est pas le fait d'une inefficacité de nos chercheurs ou de nos laboratoires, mais bien d'un manque de financement dû à une carence culturelle forte : l'absence de culture du risque qui nuit totalement au secteur de la R&D.

L'autre leçon que nous enseigne la crise COVID est l'importance de la mondialisation de la recherche. Le développement rapide d'un vaccin efficace a été permis grâce au séquençage et au partage du génome par des universitaires chinois, à l'élaboration de tests par des scientifiques allemands et à la découverte, au développement et à la mise en production ultra-rapide par des entreprises américaines. Cet exemple démontre à lui seul l'indispensable rôle de la coopération

¹ Une vaccination « tout au long de l'année 2021 » Le Parisien, 30 novembre 2020

mondiale dans le processus de recherche et développement. C'est cette coopération internationale entre les pays les plus innovants et les plus ouverts qui a permis au monde de sortir de la pandémie.

En plus de ne pas satisfaire aux besoins urgents d'une crise, l'asthénie de la France en R&D explique également l'une des faiblesses structurelles de l'économie française, son déficit commercial, qui a atteint la somme record de 84,7 milliards d'euros² en 2021. La perte en compétitivité de la recherche française nuit à notre capacité d'exporter des technologies et des produits à forte valeur ajoutée qui pourraient être produits sur notre territoire. Sans vision ouverte et ambitieuse de la R&D, il ne saurait y avoir d'innovations de rupture.

Ce cruel constat doit nous imposer une réflexion de fond, structurante pour l'avenir de notre pays : comment adopter une nouvelle doctrine en R&D suffisamment efficace pour peser dans la compétition technologique mondiale ? Pour y parvenir, nous proposons dans un premier temps d'observer le retard pris par la France dans ce domaine, puis d'évaluer dans un deuxième temps les causes et conséquences de ce décrochage, avant de proposer, dans un troisième temps des changements nécessaires à opérer pour enrayer cette tendance.

2 Chiffres publiés le 8 février 2022 par la Direction générale des douanes



Partie I - La chute de la France dans un domaine essentiel

A) Le rôle de la R&D dans la compétitivité technologique

Le concept de R&D (recherche et développement) apparaît de manière « officielle et standardisée » pour la première fois en 1963, à la suite de la réunion du groupe d'experts nationaux des indicateurs de la science et de la technologie (GENIST) de l'OCDE, à Frascati (Italie). Le rapport éponyme deviendra une référence du genre, et chaque édition de cet opus est depuis attendue avec le plus grand intérêt. S'intéressant à la recherche fondamentale, à la recherche appliquée et au développement expérimental, le manuel de Frascati permet de réaliser de nombreuses comparaisons entre les pays sur l'intensité des efforts en recherche ainsi que sur les différentes formes qu'elle peut prendre.

Néanmoins, contrairement à certains raccourcis de langage, le concept de R&D ne doit pas être confondu avec celui de progrès technique et d'innovation, il n'en est qu'un préalable. L'INSEE définit la R&D comme « les activités créatives et systématiques entreprises en vue d'accroître la somme des connaissances et de concevoir de nouvelles applications à partir des connaissances disponibles. Elle englobe la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement expérimental ».

Le processus de R&D vise ainsi à obtenir des résultats nouveaux, à développer l'inédit et à améliorer le présent. En économie, dans les modèles de Solow-Swan, tout comme dans celui de Ramsey, le progrès technique est défini comme le ressort essentiel de la croissance économique, qui lui-même est obtenu grâce à la R&D.

Vu comme un élément exogène (Romer, 1986), comme le fruit d'un processus aléatoire expliquant l'irrégularité de la croissance (Aghion et Howitt, 1992) ou comme un facteur endogène (Crépon, Duguet et Mairesse, 1998), le progrès technique, fruit de la R&D, est souvent assimilé à un bien public pur, non-rival et non-exclusif, devant ainsi être protégé par des brevets pour sauvegarder les mécanismes incitatifs liés à la recherche. Le progrès technique favorise l'émergence d'inventions (découverte d'un principe ou d'un produit nouveau, fruit de la conjugaison de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée) qui se transformeront peut-être en innovations (mise en application industrielle et commerciale d'une invention). Ces innovations produisent des externalités de trois natures (Romer, 1990) : elles détruisent les rentes de monopoles, elles favorisent les innovations futures et elles améliorent le surplus du consommateur.

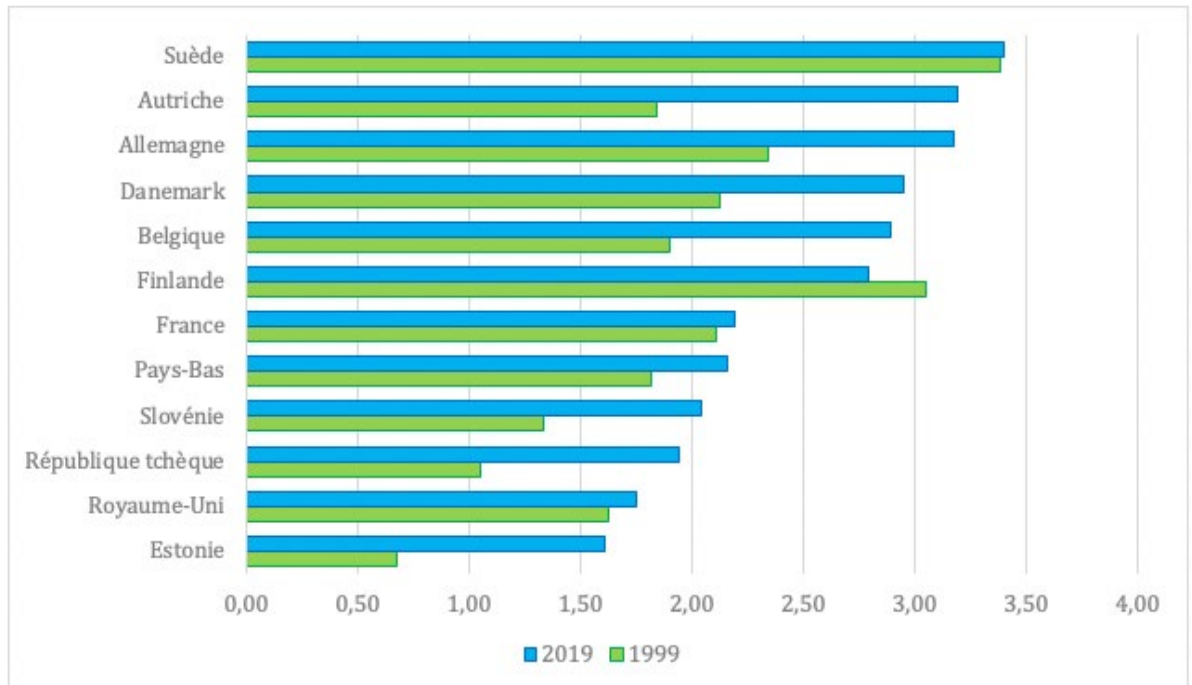
De fortes dépenses en R&D permettent d'augmenter la probabilité d'introduire des innovations de procédé qui sont à même de dynamiser la productivité dans l'entreprise (Parisi, Schiantarelli et Sembenelli, 2006). D'importantes dépenses en R&D constituent ainsi la base de l'amélioration de la compétitivité des entreprises et des Etats, de l'augmentation du bien-être des populations et du développement économique (même si elles n'en sont pas les déterminants exclusifs). La recherche joue ainsi un rôle d'autostimulation des économies riches et développées, elle est à la base de la prospérité des pays du G7 (Coe et Helpman, 1995).

B) Le décrochage relatif de la France en la matière

Malgré les bénéfices directs de la R&D, force est de constater que la France accuse un retard important dans le domaine par rapport à

ses principaux partenaires. Au sein de l'Union européenne, la France n'occupe que la 7^{ème} place des pays réalisant l'effort de recherche le plus important, un recul de deux places par rapport à 1999.

*Graphique 3 – Effort de recherche en % PIB, au sein de l'UE
(Comparaison 1999 - 2019)*



Source : OCDE – graphique : Institut Sapiens

Note : Seuls les 12 premiers pays du classement au sein de l'UE en 2019 ont été conservés ici.

En 20 ans, l'effort français en termes de R&D ne s'est accru que de 0,08 point de PIB. Une stagnation traduisant le manque d'ambition en la matière et provoquant un décrochage par rapport aux pays de tête (écart d'un point en moyenne). Il s'agit là d'un des facteurs de l'absence de la France sur la scène technologique mondiale, marquée par la non-production d'innovations majeures ces dernières années. En parallèle, l'Allemagne a su projeter son effort en recherche au-delà du seuil de 3% de son PIB, en augmentant ses dépenses de 0,8 point, pour être alignée avec les objectifs 3% fixé par l'Union européenne dans le cadre de la « stratégie Europe 2020 ». Sur la même période, l'Allemagne a affiché une performance supérieure à celle France sur de nombreux indicateurs (taux d'emploi, volume des exportations, maîtrise des dépenses publiques, etc). Pour Jean-Lou Chameau Président émérite de CalTech (California Institute of Technology) et membre de l'Académie des technologies,³ « La France est à la traîne sur la R&D. Trop de gens passent leur temps à débattre de l'effort en pourcentage ; c'est un sujet important mais le gros problème est dans l'organisation et la qualité de notre

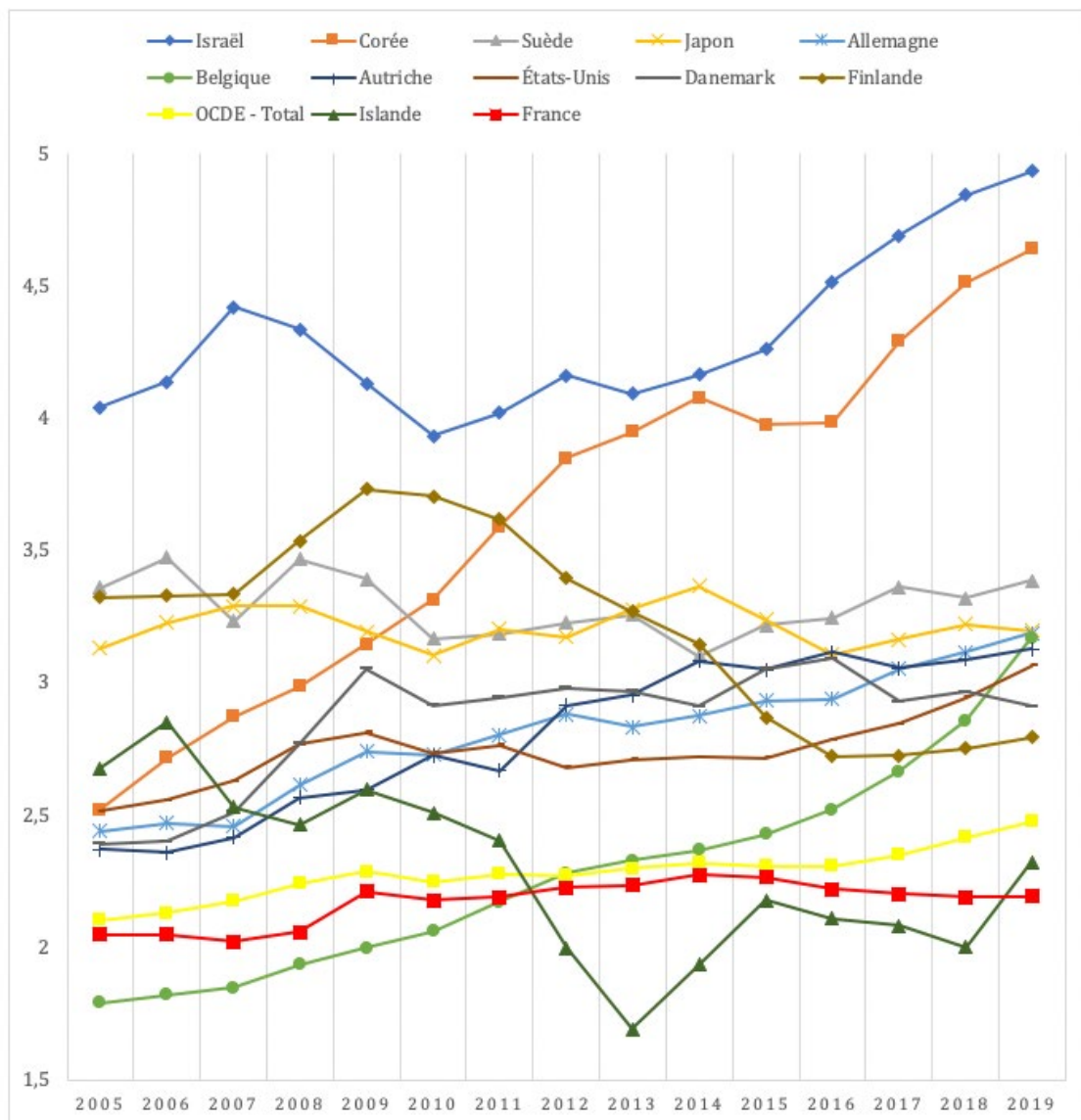
3 Auditionné le 17 janvier 2022

recherche. Bien que nous ayons certains chercheurs de grand talent en France, le positionnement global de la recherche en France n'est pas au niveau de celle des pays les plus compétitifs et je crois que l'écart s'accroît ».

Le recul de la France dans le classement, passant de la 5^{ème} à la 7^{ème} place est dû à une montée en puissance de la Belgique et de l'Autriche, qui, dans une stratégie visant à assurer leur prospérité économique, ont augmenté leurs dépenses inhérentes. Si la France avait adopté le même rythme de croissance que l'Allemagne en matière de R&D depuis 1999, elle y consacrerait aujourd'hui 2,85% de son PIB. Dans le cas où la France aurait suivi le rythme de croissance de la Belgique, son effort serait aujourd'hui de 3,2% de son PIB, la plaçant à la deuxième place du classement européen.

Lorsque l'on élargit le champ d'analyse à l'OCDE, on observe que le classement de la France n'est guère plus favorable. Elle n'apparaît qu'à la 12^{ème} place en termes de dépenses intérieures brutes de R&D, perdant ainsi une place en 15 ans (rappelons que la France affiche dans le même temps les dépenses publiques les plus élevées de l'OCDE).

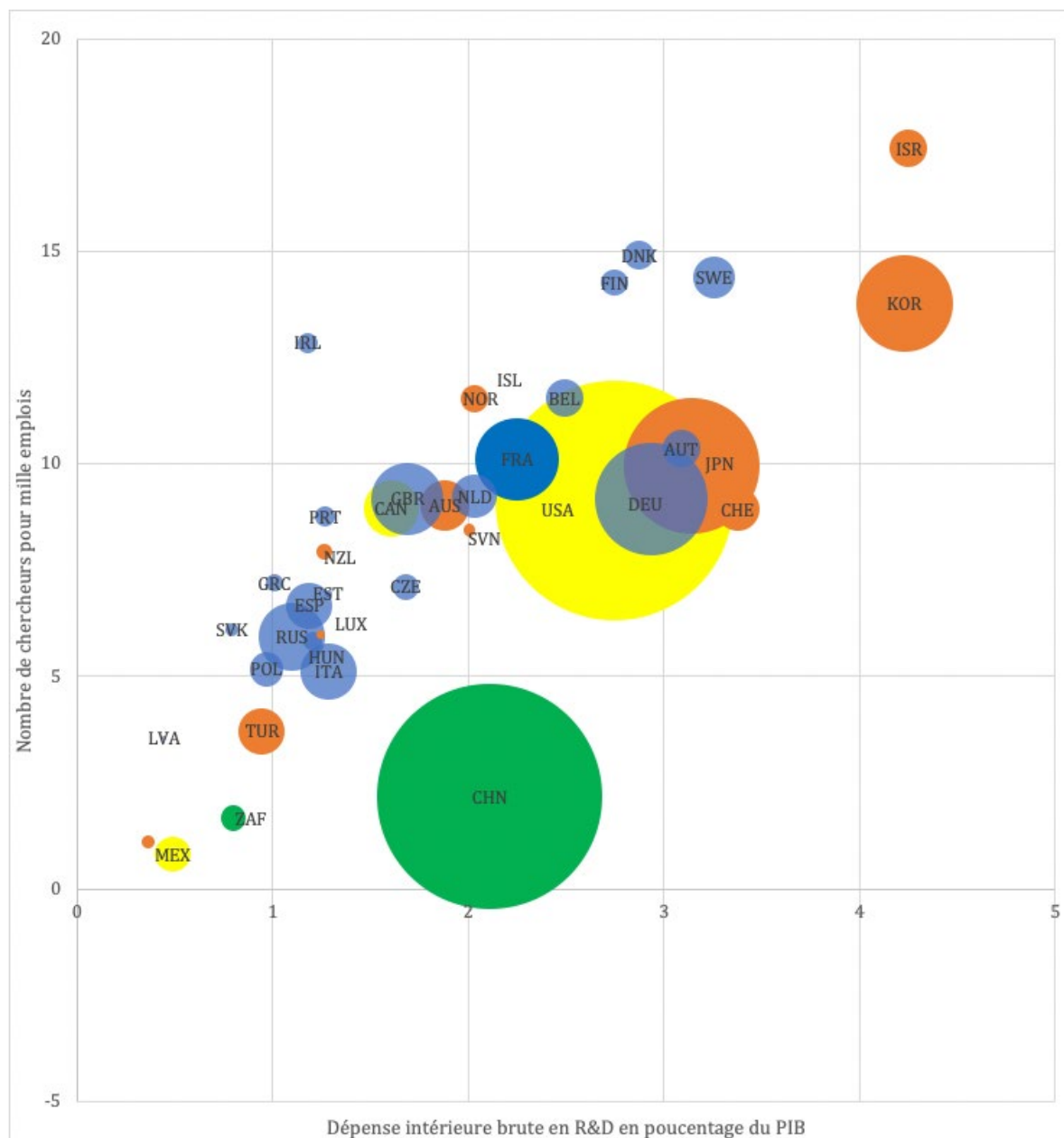
Graphique 4 – Dépenses intérieures brutes de R&D, entre 2005 et 2019
(en % PIB)



Source : Principaux indicateurs de la science et de la technologie, OCDE – Graphique : Institut Sapiens

Alors que la France était proche de la moyenne de l'OCDE en 2005 (2,1% contre 2,05%), elle se situe maintenant à 0,3 point en dessous, et ne cesse de décrocher par rapport aux pays de tête. Elle dépense ainsi (en proportion de PIB), 2,8 points de moins qu'Israël (4,95% PIB), 2,5 points de moins que la Corée du Sud (4,65% PIB) et 1,2 point de moins que la Suède (3,4% PIB). La France, qui ambitionne d'être une nation innovante et tournée vers l'avenir, ne fait ainsi pas partie des pays développés les plus volontaristes sur ce volet. « Il y a de quoi être attristé lorsqu'on observe la position de la France dans ce domaine. Nous semblons accepter ce déclassement sans réagir, ce qui traduit soit une méconnaissance des conséquences de la situation actuelle, soit un déni total quant à cette chute continue » déplore Jean-Lou Chameau.

Graphique 5 - Les ressources allouées à la R&D dans les pays de l'OCDE (2020)



Source des données : OCDE - Statistiques de la recherche et développement. Graphique : Institut Sapiens

Note : La taille des bulles est en fonction de la dépense intérieure brute en R&D millions de dollar US constant de 2010

Note : Sont représentés en vert les BRICS, en jaune les pays d'Amérique du Nord, en bleu clair les pays de l'UE, en orange les autres pays de l'OCDE et en bleu foncé la France.

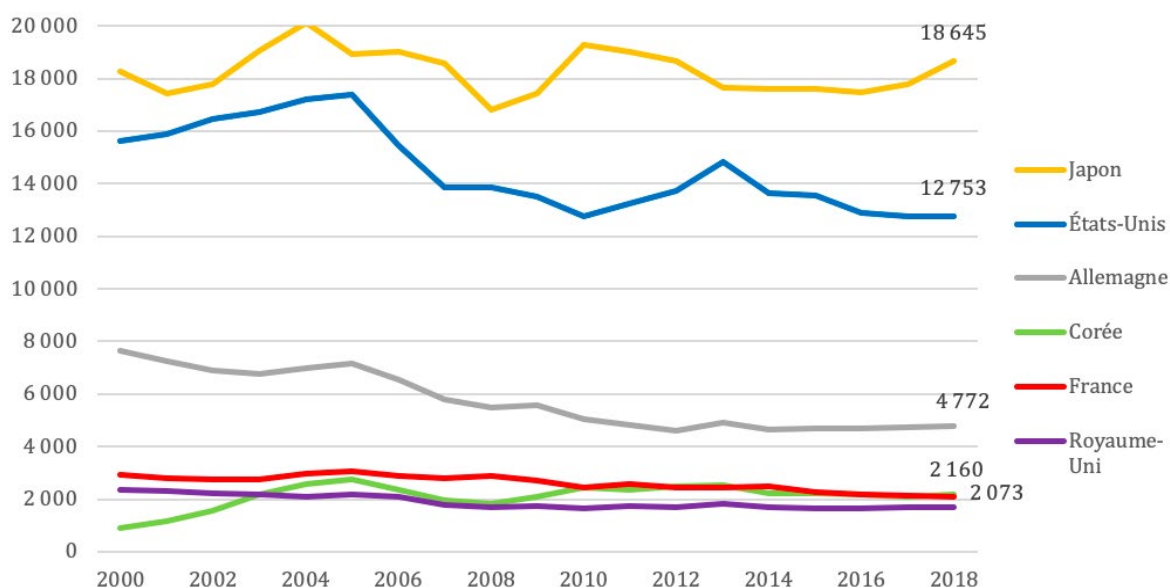
Lecture : La France a dépensé en 2020 2,24% de son PIB en R&D soit 55'750 millions de dollar US de 2010. Elle compte également 10 chercheurs pour 1'000 emplois.

Le graphique 5 permet de visualiser la faiblesse de la France et de l'Europe (dans une moindre mesure) en termes d'effort. Même si le nombre de chercheurs semble important, elle pâtit d'une grande faiblesse dans l'effort global réalisé en termes de R&D, qui la classe en deuxième division de la recherche mondiale.

Encadré 2 – L'émission de brevets

Malgré des dépenses totales en R&D moindres, que ce soit en volume ou en valeur, la place de la France dans le classement des pays déposant des brevets triadiques⁴, est honorable (cinquième position, loin derrière le Japon et les Etats-Unis). Néanmoins, le nombre de brevets de ce genre déposés par an a diminué de 27% en un peu moins de 20 ans.

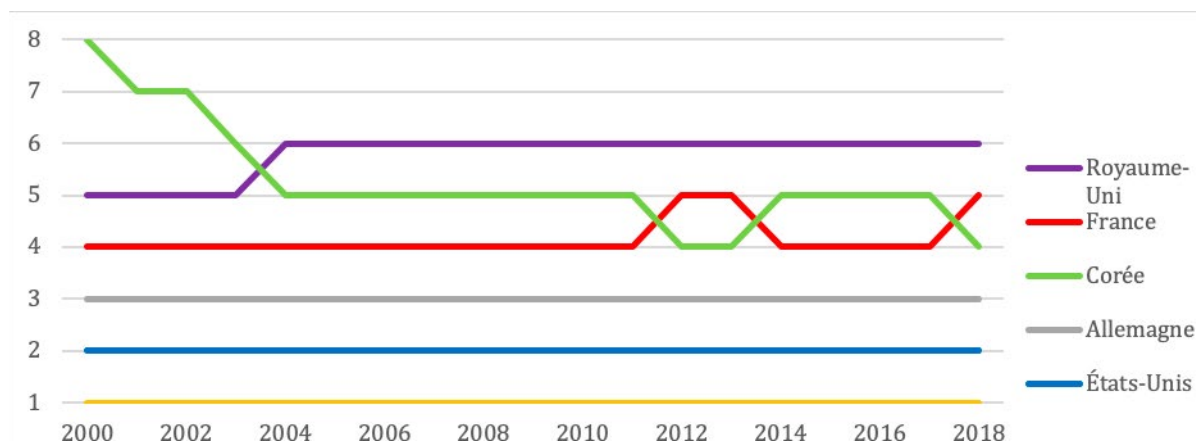
Graphique 6 - Nombre de brevets triadiques annuels entre 2000 et 2018



Source des données : [OCDE](#). Graphique : Institut Sapiens

Lecture : En 2018, la France était le 5^{ème} pays le plus innovant juste derrière la Corée avec 2'070 familles de brevets triadiques.

Graphique 7 - Classement des pays en fonction du nombre de brevet triadiques entre 2000 et 2018



Source des données OCDE. Graphique : Institut Sapiens

Lecture : La France était 4^{ème} en 2017 puis 5^{ème} en 2018 en termes de brevet triadiques

4 Désigne un brevet déposé dans plusieurs pays pour protéger une seule invention. Un brevet est considéré comme triadique s'il est déposé à l'Office européen des brevets (OEB), l'Office japonais des brevets (JPO) et le Patent and Trademark Office des États-Unis (USPTO).

Il n'y a pas qu'en termes de brevets que la France voit son influence reculer. Depuis 2005, le nombre de publications scientifiques auxquelles participe au moins un auteur affilié en France est passé de 59.181 à 85.395 (hausse de 44,3% sur la période), mais la part des publications scientifiques de la France dans le total mondial est passée sur la même période de 4,2% à 2,8%⁵.

C) L'importance de la collaboration internationale et du leadership technologique : les exemples d'Israël et de l'Allemagne

Le graphique 4 nous démontre le leadership d'Israël en termes de R&D. On peut d'ailleurs établir une corrélation entre l'effort de financement le plus important au monde et le nombre total de licornes (start-ups valorisées à plus d'un milliard de dollars) : Israël compte 14 licornes pour 9 millions d'habitants, ce qui en fait le pays où ce ratio est le plus élevé au monde (à titre de comparaison, la France dispose de 24 licornes pour 67 millions d'habitants). Cette volonté d'assumer un leadership sur la technologie mondiale a été motivée par des raisons de sécurité et de stabilité géopolitique : « Israël a compris depuis longtemps, et ce bien avant la création de l'État, qu'au regard de ses difficultés géostratégiques, il lui fallait, pour être puissant, se développer dans des secteurs clés. C'est cette stratégie qui a été mise en place dès le départ et a permis à l'État hébreu d'adopter une stratégie de puissance. Ainsi, en se rendant indispensable dans les secteurs clés de l'innovation tels que la cybersécurité, la sphère médicale, le secteur des IoT et de la défense, Israël a su créer un lien de dépendance avec les États les plus puissants du monde »⁶ écrivaient Éloïse Brasi, Éric Laurençon et Patrick Nouma Anaba en 2019. La première « start-up nation »⁷ au monde, déploie beaucoup d'efforts pour devenir incontournable sur le plan de l'innovation, pour assurer sa sécurité économique. Des efforts qui concernent aussi bien le développement d'entreprises nationales en faisant appel à des capitaux étrangers à travers le programme MultiNational Companies (MNC), que par la cohésion sociale autour de cet objectif. La création en 2019 du nouveau laboratoire de cybersécurité à Beer Sheva (à 100 kilomètres au sud de Tel Aviv) a pour objectif d'éviter de créer une fracture territoriale, où les start-uppeurs seraient uniquement actifs à la capitale et non ailleurs. Une stratégie qui porte ses fruits et qui permet ainsi à Israël de fédérer son économie autour de l'importance de la R&D dans

5 L'état de l'emploi scientifique en France, rapport 2020, MESRI

6 Issu de l'essai « Israël, le 6e Gafam ? Une stratégie de puissance technologique », rédigé par Éloïse Brasi, Éric Laurençon et Patrick Nouma Anaba

7 Selon l'appellation faite par Dan Senior et Saul Singer dans leur essai publié en 2009

l'avenir du pays. Le rapport en 2019 de PwC⁸ rappelait ainsi que l'écosystème israélien (plus de 6000 startups) attirait plus de 500 sociétés multinationales représentant 53 pays, sociétés actives en Israël pour investir dans la R&D et innover conjointement avec les universités, centres de recherche et entreprises israéliennes.

Même en Europe, le cas de l'Allemagne illustre une priorité bien plus grande accordée à l'innovation et à la compétitivité scientifique nationale. Alors que le PIB allemand n'est qu'1,4 fois plus élevé que celui de la France, ses dépenses intérieures en R&D (111,8Md€ en 2019) sont 2 fois plus importantes. Le pays s'appuie depuis 2006 sur sa Stratégie High Tech, qui vise notamment à favoriser le transfert technologique et la coopération internationale, par des accords bilatéraux de partenariat scientifique et technique (avec la France, le Canada, la Chine ou encore le Brésil). Au cœur de cette stratégie, les instituts Fraunhofer⁹. Créés en 1949 et au nombre de 69, répartis sur tout le territoire, ces instituts sont dédiés au développement de la recherche appliquée. Financés à 1/3 par le secteur public et aux 2/3 par des contrats avec des entreprises privées ou publiques, ils ont pour mission d'appliquer la recherche fondamentale produite par les universités et les autres instituts de recherche nationaux pour produire des innovations adaptées au marché. Le réseau Fraunhofer est le plus grand d'Europe dans ce domaine, et représente un soutien de poids pour l'industrie allemande, expliquant en partie ses succès à l'export. Ces instituts développent également de nombreux partenariats avec des entreprises étrangères, dans le but d'augmenter leurs ressources et d'élargir leur surface de recherches¹⁰.

Dans le domaine de la R&D, la France ne cesse de décrocher depuis 15 ans. La dynamique de pays comme la Corée du Sud, Israël, la Chine, l'Allemagne ou même la Belgique, montre que ce phénomène n'est pas irrémédiable. La France pourrait enclencher le mouvement inverse, à condition de comprendre et d'analyser les raisons de ce décrochage.

8 The State of Innovation: Operating model frameworks, findings and resources for multinationals innovating in Israel, April 2019

9 <https://www.fraunhofer.de/en.html>

10 <https://www.imws.fraunhofer.de/en/schnelleinstieg-fuer-kunden/formen-der-zusammenarbeit.html>



Partie II – Les raisons du décrochage de la France en R&D

Le décrochage relatif de la France en matière de R&D n'est pas un phénomène nouveau. Il a comme origine de nombreux facteurs, dont la conjonction progressive, participe à l'affaiblissement de notre pays dans ce domaine.

A) La faiblesse de la culture scientifique

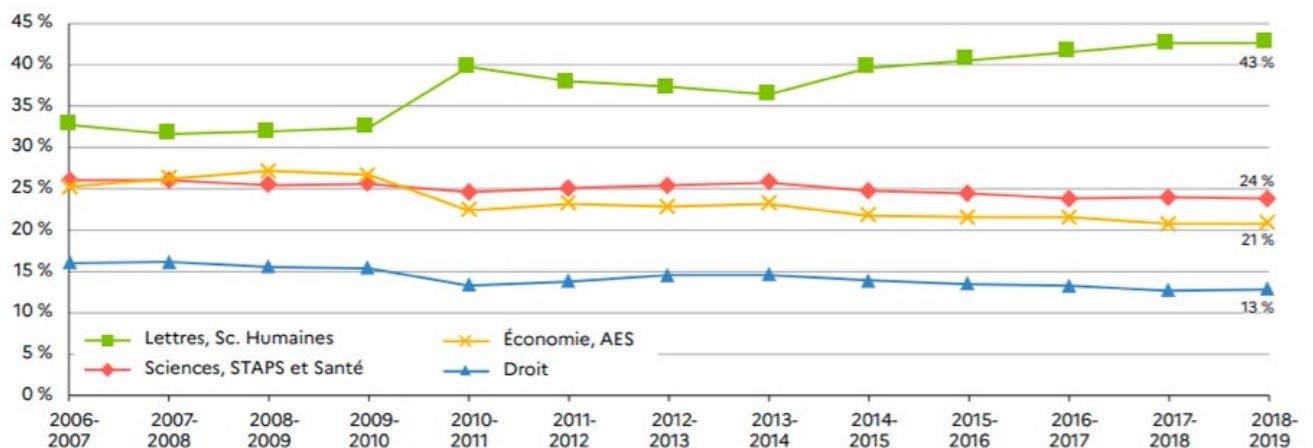
La crise du COVID a montré les carences des Français dans la compréhension de faits scientifiques simples. La méfiance vis-à-vis des vaccins, la mauvaise lecture des données épidémiologiques ou encore la perméabilité à des idées farfelues ou complotistes ont été des éléments révélateurs du recul de l'habitus scientifique, au pays de Descartes, Pascal, Pasteur et Curie. Cette tendance n'est pas nouvelle et ne fait que s'accroître avec le temps. Le premier baromètre Science et Société, réalisé par Ipsos et l'Institut Sapiens¹¹,

11 « Sciences et société, pourquoi une telle défiance ? » décembre 2020, ISPOS – Institut Sapiens

révélaient que seuls 58% des Français comprennent réellement les enjeux des grandes découvertes scientifiques (contre 64% en 2012). Une incompréhension qui génère de la méfiance envers le fait scientifique (Weber, 1919) et qui se traduit dans les sondages d'opinion : 75% des sondés estiment que nous sommes trop dépendants aux nouvelles technologies ; 58% des Français affirment que si les scientifiques ne sont pas d'accord entre eux c'est parce qu'ils défendent avant tout des intérêts privés et seulement 50% pensent que grâce à la technologie et la science, les générations du futur vivront mieux que celles d'aujourd'hui (contre 62% en 2013).

Un recul de l'esprit scientifique qui est à mettre en lumière avec le désintérêt pour les filières scientifiques.

Graphique 8 – Répartition par groupe de disciplines (ou filière) des inscriptions en 2^{ème} année de Master, de 2006 – 2007 à 2018 – 2019¹²



Source : MESRI-SIES (SISE).

Depuis 2006, le nombre d'étudiants en deuxième année de Master scientifique a diminué de 1 point. En parallèle, celui des inscrits dans le cursus lettres et sciences humaines a augmenté de 10 points. La préférence pour les humanités diminue le nombre potentiel de futurs cadres formés aux questions scientifiques, précipitant ainsi un recul du « bagage scientifique » des futurs décideurs politiques et économiques.

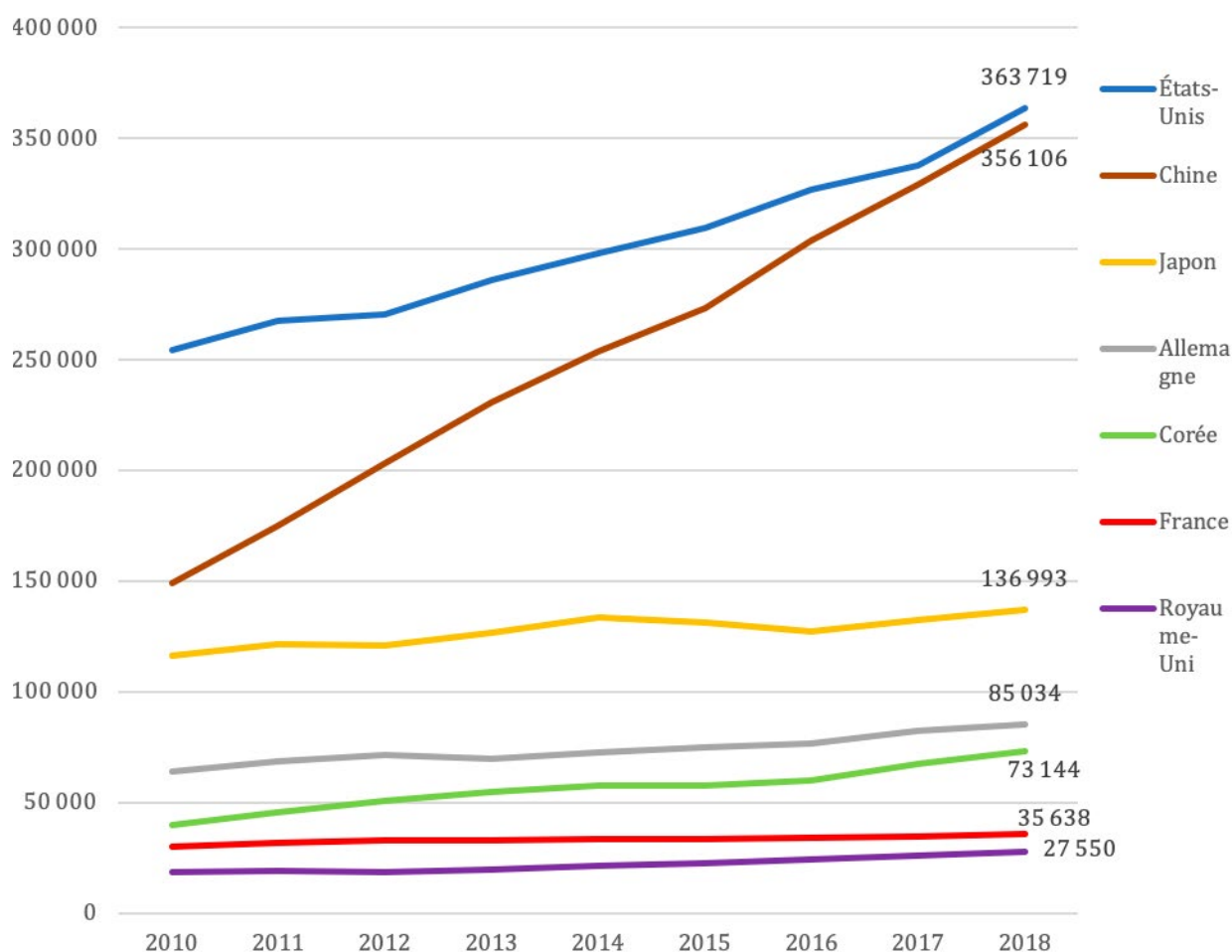
La culture scientifique tombant en désuétude chez nos dirigeants, il devient de plus en plus difficile pour eux de pouvoir impulser les changements nécessaires pour enrayer cette tendance. Il n'est donc pas anodin d'observer un recul généralisé de la compréhension scientifique dans ce contexte. Pire, il apparaît difficilement concevable de porter l'effort de R&D à 3% du PIB dans ces conditions. Comment défendre auprès du Parlement et de Bercy une augmentation de l'effort public en R&D quand la plupart des interlocuteurs n'en saisissent ni l'importance ni la portée économique et scientifique à venir ? C'est peut-être là un début d'explication de la diminution de l'effort relatif de l'Etat en R&D.

12 Graphique issu du rapport « l'état de l'emploi scientifique en France », rapport 2020, MESRI

B) Le désengagement de l'Etat dans le financement de l'innovation

Au sein de l'OCDE, l'effort en R&D est majoritairement réalisé, en valeur, par les entreprises du secteur privé. Russie à part (où l'effort étatique est très important) les dépenses allouées à la recherche et au développement par le secteur privé sont en moyenne trois fois supérieures à celles du secteur public (1,9 fois plus en France).

Graphique 9 - Dépense intérieure brute de R&D par les entreprises (en millions de dollars US)

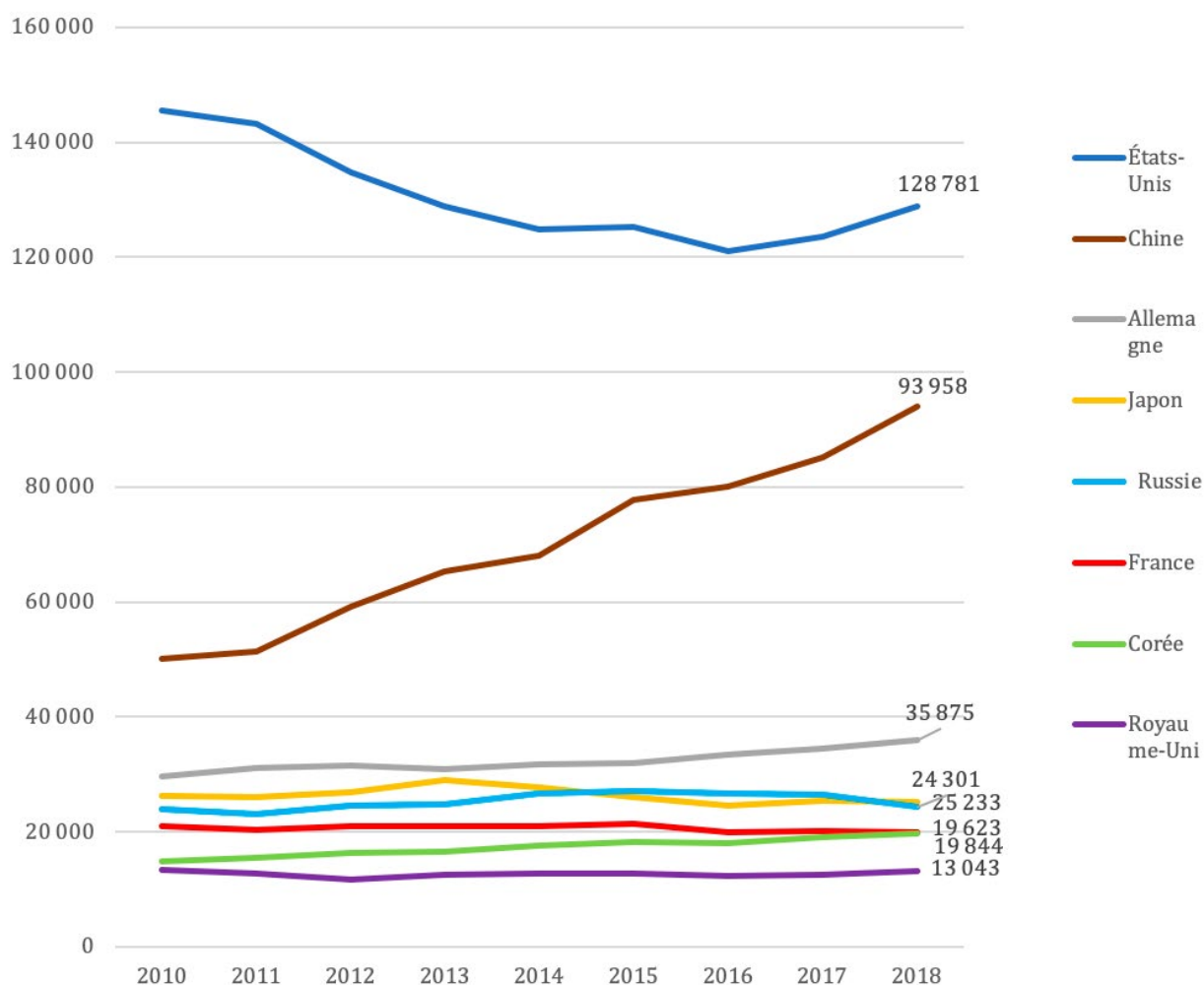


Lecture : en 2018, les entreprises privées des États-Unis ont investi 363 milliards de dollars dans la R&D.

Note : Les mesures sont en dollar US constant de 2015, toutes les sommes sont donc avec la valeur de 2015 du dollar.

Source des données : OCDE. Graphique : Institut Sapiens

Graphique 10 - Dépense intérieur brute de RD par l'Etat (En millions de dollars US de 2015)



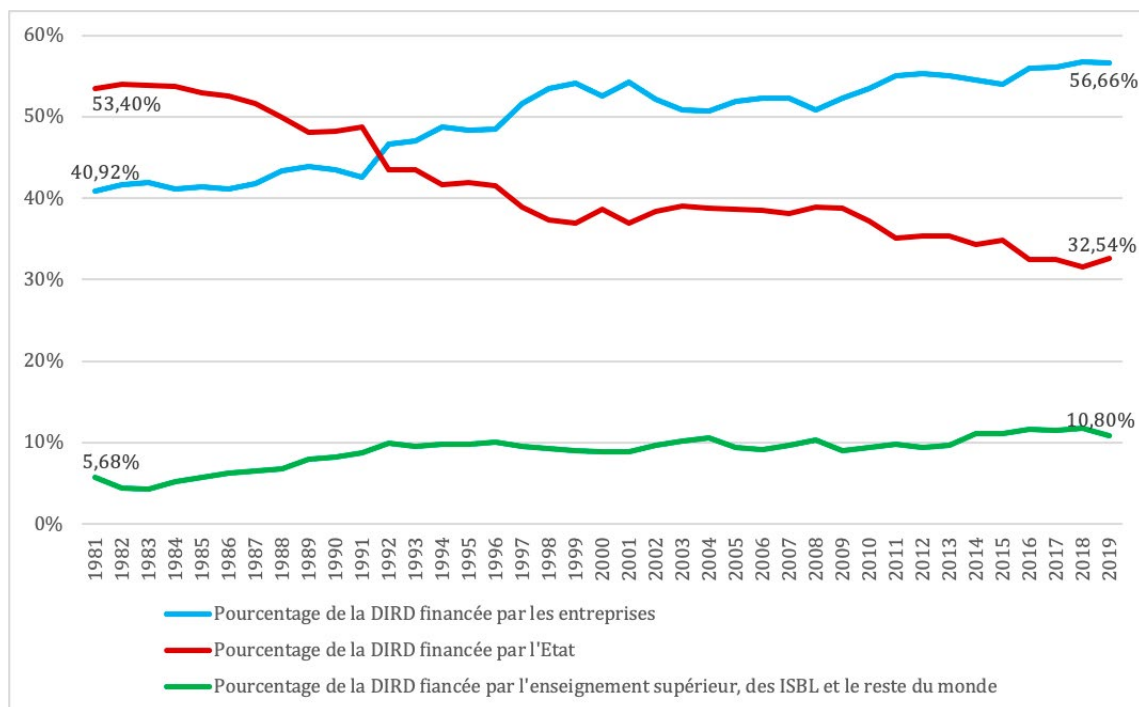
Source des données : OCDE. Graphique : Institut Sapiens

Lecture : en 2018, l'Etat des Etats-Unis a investi 128 milliards de dollars dans la R&D.

Note : Les mesures sont en dollar US constant de 2015, toutes les sommes sont donc avec la valeur de 2015 du dollar.

La dynamique globale de R&D d'un pays est ainsi le fruit d'une combinaison entre financements publics et privés. L'un ne pouvant se substituer totalement à l'autre. Comme l'explique Thierry Coulhon¹³, le Président du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur « lorsque les investissements de l'Etat en matière de R&D sont faibles, cela n'est pas propice à créer une relation de confiance avec le secteur privé. L'investissement de l'Etat apparaît souvent comme une coassurance importante, qui génère de la confiance. Sans cette confiance préalable, l'environnement R&D ne peut pleinement se développer ». Or le désengagement progressif de l'Etat dans ce domaine a participé au décrochage global en R&D.

Graphique 11 - Part de la Dépense Intérieure de R&D en France entre 1981 et 2019 selon les sources



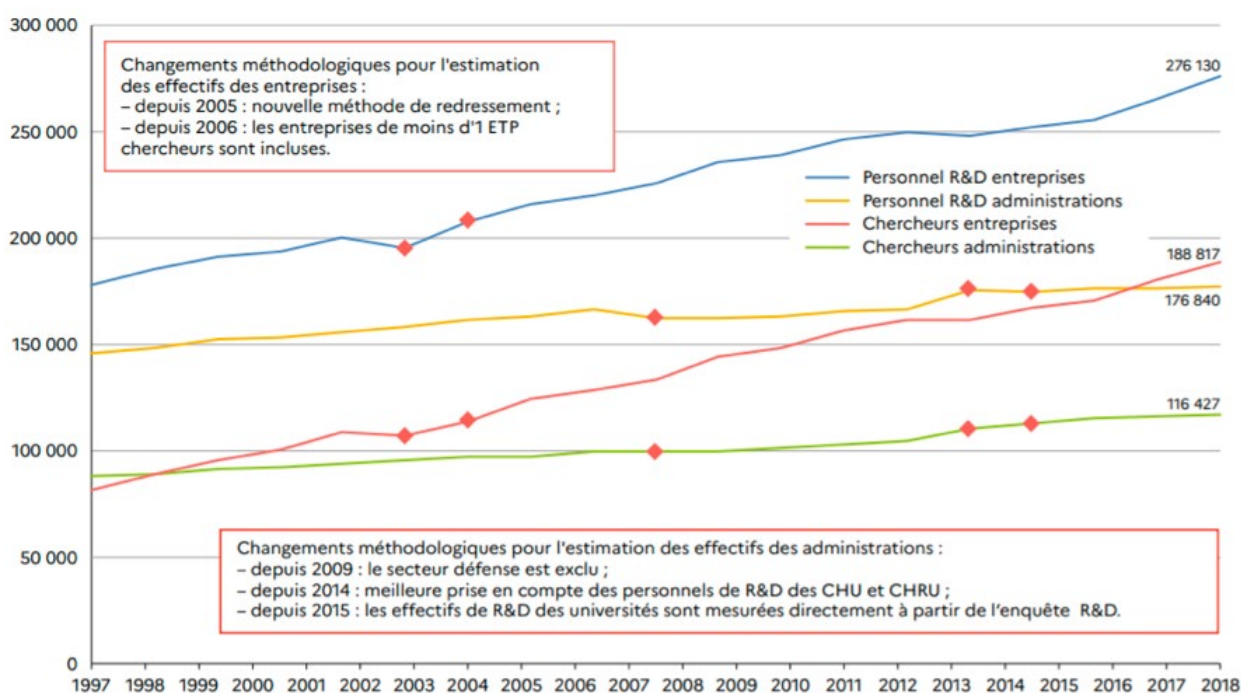
Source : OCDE – base de données. Graphique : Institut Sapiens

En 1980, le principal financeur de la DIRD (Dépense Intérieure de R&D) française était l'Etat, assurant près de 53% de l'effort, contre 41% pour le secteur privé et 5% pour le reste du monde, l'enseignement supérieur et l'ISBL. A partir de 1992, le partage de l'effort s'est inversé, le secteur public transférant le poids de la recherche française au secteur privé et à l'étranger. On observe maintenant que l'effort en 2019 est proportionnellement inverse par rapport à 1980, l'effort de recherche étant assuré à 57% par les entreprises et à 33% par l'Etat. Le financement de la DIRD par l'enseignement supérieur et le reste du monde a doublé ces 30 dernières années, pour venir combler le désengagement progressif de l'Etat, mais cela reste encore insuffisant pour porter l'effort de recherche à 3% du PIB. Les exemples israéliens et allemands cités plus haut nous montrent que l'ouverture vers le reste du monde est un moyen de porter son effort en R&D au niveau de ses ambitions.

Depuis 1995, les dépenses privées de R&D ont été multipliées par 2,4, alors que les dépenses publiques de R&D ont été multipliées par 1,6 selon l'Insee¹⁴. L'effort de R&D est manifestement plus assuré par la sphère privée. Pour que l'effort public rattrape celui du privé, il faudrait que les dépenses publiques allouées augmentent de 10 milliards d'euros par an, faisant ainsi passer l'effort total à 2,7% du PIB, résultat encore en deçà du seuil de 3%.

14 Les tableaux de l'économie française – la recherche et le développement – INSEE, 2020

Graphique 12 – Personnels de R&D des administrations et des entreprises : effectif total de R&D et effectif de chercheurs (en ETP)¹⁵



Sources : MESRI-SIES (enquêtes R&D).

En plus de couvrir la part la plus importante de l'effort, le secteur privé dispose aussi de plus d'effectifs dans la R&D, que ce soit au niveau des personnels (46% d'effectifs en plus) qu'au niveau des chercheurs (51% plus).

Dans la mesure où c'est le secteur privé qui soutient actuellement la majorité de l'effort national en R&D (graphiques 6 et 9), l'Etat se doit de jouer un rôle plus important dans cette dynamique. Pour amorcer un mouvement de rattrapage, l'Etat doit soit augmenter ses propres financements, soit créer les conditions pour favoriser l'apport de capitaux étrangers pouvant participer à cette augmentation.

15 Graphique issu du rapport « l'état de l'emploi scientifique en France », rapport 2020, MESRI

Encadré 2 – Le CIR : un dispositif à perfectionner ?

Lorsque l'on évoque les dispositifs fiscaux dédiés à la R&D, le CIR (Crédit Impôt Recherche) est tout de suite invoqué comme le mécanisme incitatif de référence. Connu dans le monde entier, ce dernier est pourtant très souvent critiqué et cela ne plaide pas en faveur de son renforcement. La première niche fiscale française (6,6 milliards d'euros de crédit en 2020¹⁶) est de plus en plus pointée du doigt pour son impact positif sur la recherche.

Dans une note¹⁷ publiée en juin 2021, la CNEPI (Commission nationale d'évaluation des politiques d'innovation), rattachée à France Stratégie estime qu'« avec un coût budgétaire de plus de 6 milliards d'euros par an, le CIR représente à lui seul les trois cinquièmes de l'ensemble des soutiens publics à l'innovation en France » et que cela n'a pas permis d'avoir des « effets significatifs sur les activités de R&D des ETI et des grandes entreprises » (au contraire des PME et des microentreprises), qui sont pourtant les moteurs de la R&D en France. Pour ce qui est de l'attractivité, le bilan est tout aussi mitigé pour France Stratégie, qui explique que « le CIR n'a guère contrecarré la détérioration de l'attractivité du site France pour la localisation de la R&D des entreprises multinationales étrangères. En effet, l'augmentation de la R&D de ces entreprises en France est relativement plus faible que celle observée pour les entreprises françaises et elle est encore plus faible que celle de la R&D de ces mêmes groupes dans le monde. Des entretiens auprès de responsables d'entreprises attestent que les aides publiques ne constituent pas le facteur déterminant pour la localisation des activités de R&D des firmes multinationales. Les considérations qui priment en général portent sur la présence d'écosystèmes d'innovation dynamiques permettant l'accès à des compétences scientifiques et technologiques spécifiques ». Cet outil, qui est pourtant présenté comme une véritable réussite dans l'attractivité de la France pour les entreprises étrangères, ne peut ainsi constituer le seul volet de notre politique nationale d'incitations à investir dans la R&D. La présence en France et en régions d'écosystèmes de recherche et d'innovation de classe mondiale et leurs conditions d'accès et de collaboration avec des entreprises multinationales constitue l'un des axes majeurs à renforcer en France pour dynamiser l'effort national de recherche et son impact.

16 Source : PLF 2020

17 Évaluation du Crédit d'impôt recherche - Rapport CNEPI 2021

Une concentration sur la recherche fondamentale

Au-delà du partage de l'effort entre les acteurs, il est nécessaire d'analyser la ventilation de cet effort entre la recherche fondamentale (« les travaux de recherche expérimentaux ou théoriques entrepris en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements des phénomènes et des faits observables, sans envisager une application ou une utilisation particulière »¹⁸), la recherche appliquée (« les travaux de recherche originaux entrepris en vue d'acquérir de nouvelles connaissances et dirigés principalement vers un but ou un objectif pratique déterminé »¹⁹) et le développement expérimental (« les travaux systématiques – fondés sur les connaissances tirées de la recherche et l'expérience pratique et produisant de nouvelles connaissances techniques – visant à déboucher sur de nouveaux produits ou procédés ou à améliorer les produits ou procédés existants »²⁰). Cette analyse nous permet alors de comprendre le positionnement de chaque pays en matière de R&D.

18 Définition du Manuel de Frascati, OCDE, 2015

19 idem

20 idem

Graphique 13 – Ventilation de l'effort de recherche par pays, selon la nature

Pays	Recherche fondamentale	Recherche appliquée	Développement expérimental	Non spécifié
Autriche	17,47%	33,27%	47,47%	0%
Belgique	12,81%	50,72%	36,47%	0%
Chili	33,09%	35,45%	23,42%	8,04%
Chine	6,03%	11,28%	82,68%	0%
Corée	14,67%	22,51%	62,83%	0%
Danemark	18,30%	32,53%	49,17%	0%
Espagne	23,36%	43,33%	33,30%	0%
Estonie	23,99%	29,42%	46,59%	0%
États-Unis	16,40%	18,99%	64,39%	0,22%
France	22,67%	41,27%	36,06%	0%
Grèce	32,48%	34,46%	33,06%	0%
Hongrie	20,57%	18,16%	60,55%	0%
Irlande	13,83%	28,49%	43,04%	0%
Islande	18,63%	50,06%	31,32%	0%
Israël	10,00%	10,14%	79,86%	0%
Italie	21,26%	39,95%	38,80%	0%
Japon	12,50%	18,57%	64,79%	4,14%
Lettonie	33,86%	38,32%	27,82%	0%
Lituanie	21,44%	46,58%	31,98%	0%
Luxembourg	38,99%	42,57%	18,43%	0%
Mexique	30,65%	30,08%	39,27%	0%
Norvège	18,46%	37,66%	43,88%	0%
Nouvelle-Zélande	22,36%	38,16%	37,50%	0%
Pays-Bas	25,38%	44,36%	30,26%	0%
Pologne	32,54%	13,24%	54,22%	0%
Portugal	21,24%	39,72%	39,05%	0%
République slovaque	39,93%	23,40%	36,67%	0%
République tchèque	26,21%	41,44%	32,35%	0%
Royaume-Uni	18,28%	42,06%	39,67%	0%
Slovénie	19,73%	38,37%	41,90%	0%
Suisse	42,64%	32,93%	26,70%	0%

Source des données : OCDE, Dépense intérieure brute de R-D par secteur d'exécution et type de R-D

Note : Les pays n'ayant pas détaillé leur type de recherche de figure pas dans le tableau (à l'instar de l'Allemagne)

Les données sont les dernières disponibles entre 2017 et 2020.

La recherche fondamentale polonaise et danoise sont des estimations calculées à l'aides des autres types de recherche.

La France, en allouant 23% de son effort à la recherche fondamentale, se situe 8 points en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE, mais au-dessus des Etats européens dépensant plus qu'elle dans ce domaine. Pour ce qui concerne la recherche appliquée, la France y consacre près de 42% de son effort total, la situant à 7 points au-dessus de la moyenne OCDE et à peu près au même niveau que ses partenaires européens. En revanche, en ce qui concerne le développement expérimental, la France se situe au niveau de la moyenne de l'OCDE, mais légèrement en deçà des performances des autres pays européens comparables. La faiblesse des dépenses de la France la contraint sur le segment « recherche fondamentale ». Toute augmentation de son budget dédié permettrait alors de venir nourrir les autres segments, et ainsi d'augmenter la probabilité de produire des innovations de rupture.

Les pays leaders en matière de R&D au niveau mondial (Israël, Corée du Sud, Etats-Unis, Japon, Chine) se démarquent par une forte allocation de leur effort (plus de 60%) au développement expérimental, quand la recherche fondamentale est reléguée au rang d'investissement marginal (12% en moyenne de l'effort de dépense). Une stratégie visant à se concentrer sur le volet innovation plutôt que sur le volet recherche, pour obtenir des débouchés concrets à leurs travaux et une mise en application directe et rapide. Une stratégie de ventilation qui offre à ces pays un avantage important pour lancer des innovations sur le marché mondial et assoir une position dominante dans les différents domaines ciblés.

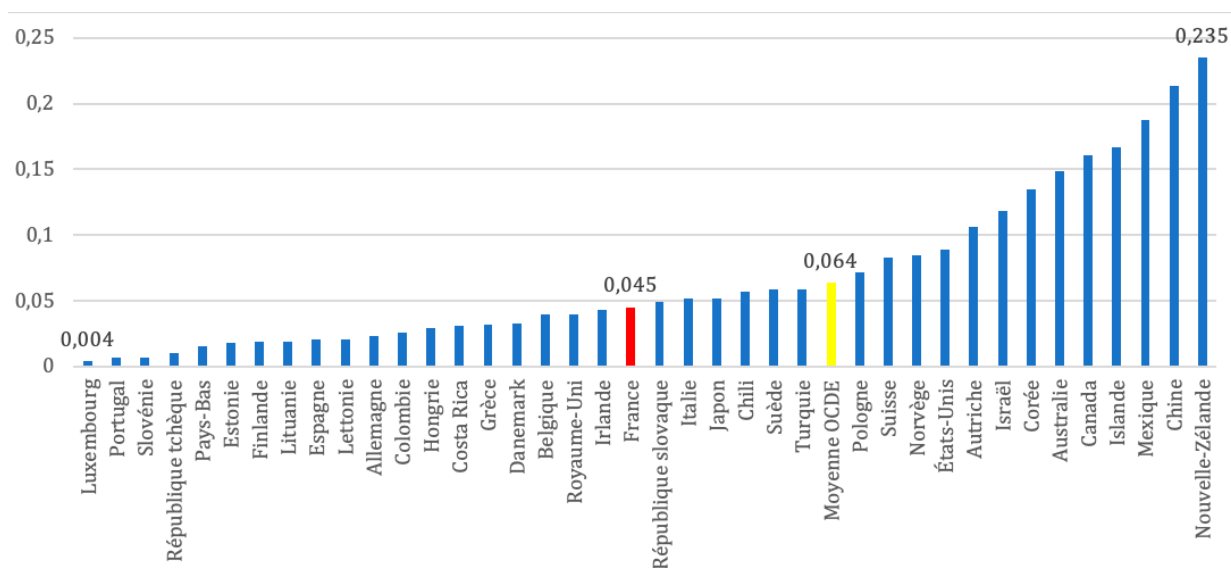
C) Des restrictions sur les IDE qui pénalisent l'investissement / une logique trop protectrice face aux investissements étrangers

Dernière cause du décrochage français et non des moindres, la politique restrictive vis-à-vis des IDE (investissements directs étrangers). L'OCDE mesure régulièrement le caractère restrictif d'un pays en matière d'IDE en fonction des restrictions suivantes²¹ :

- Seuils autorisés pour les participations étrangères ;
- Mécanismes de filtrage ou d'autorisation ;
- Restrictions à l'exploitation ;
- Restrictions à l'emploi d'étrangers à des postes clés.

21 Restrictivité des pays vis-à-vis des IDE entrants, indicateurs et graphiques, OCDE.

Graphique 14 - Restrictions des pays de l'OCDE face aux IDE en 2019



Source des données : [OCDE](#). Graphique : Institut Sapiens

Lecture : En 2019, la France était restrictive aux IDE à 0,045. Soit 4,5% des IDE étaient refusées.

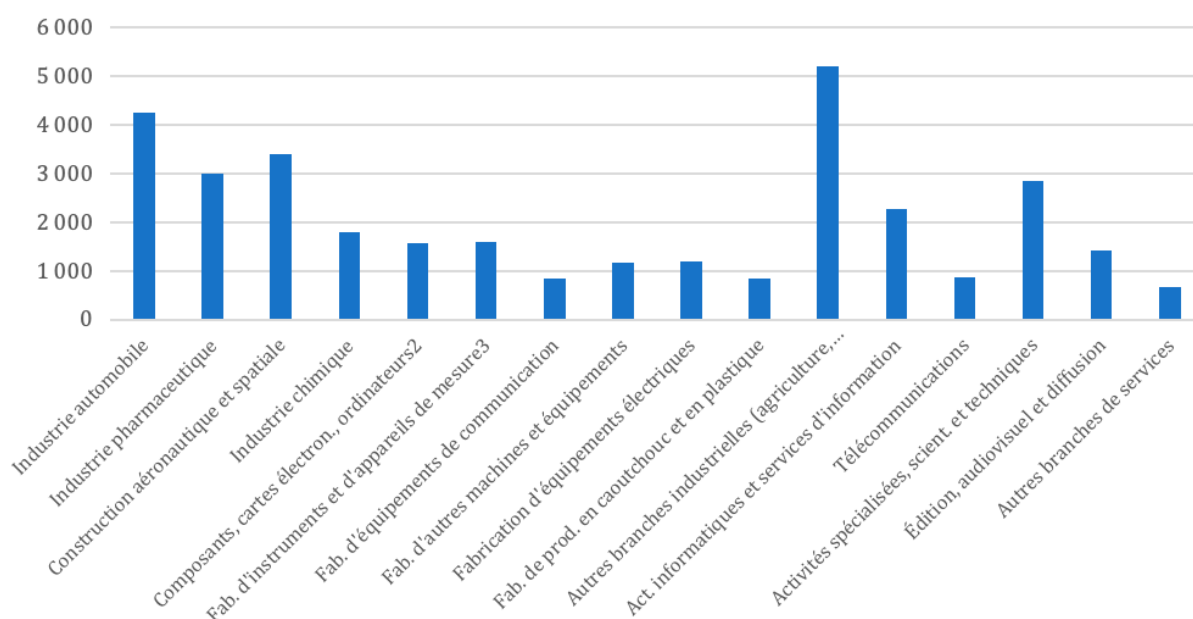
Note : 0 = ouvert ; 1 = fermé

Avec un indice de 0,045, la France se situe en dessous de la moyenne de l'OCDE mais affiche néanmoins des restrictions plus importantes que des pays avec lesquelles elle est en concurrence frontale pour l'accueil des capitaux étrangers, comme l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, les Pays-Bas ou encore la Belgique. Cette vision protectionniste, alors que l'ouverture au reste du monde est nécessaire pour développer une politique ambitieuse en R&D, constitue l'une des pistes d'explication du décrochage français. La restrictivité diminuant les investissements entrants, elle ampute les capacités de recherche et d'innovation. Sortir de cette logique est un préalable essentiel pour revenir dans la compétition technologique mondiale.

Encadré 3 – L'industrie comme un moteur-récepteur de la R&D

Le secteur industriel joue un rôle moteur dans le processus de R&D. En étant à la pointe des processus de recherche, elle entraîne le reste de l'économie dans un mouvement d'innovation auto-entretenu. En l'absence d'industries dans un pays, il ne peut ainsi y avoir ni financeur de la R&D, ni réceptacle pour recevoir les investissements directs étrangers propices à l'augmentation de la R&D.

Graphique 15 – DIRD par branche, en France (en milliards d'euros) ²²



La faiblesse des investissements en R&D en France est ainsi corrélée à la diminution du poids de l'appareil industriel, qui est le premier pourvoyeur de projets de recherche du secteur privé. L'automobile (4,3 milliards d'euros), la construction aéronautique et spatiale (3,4 milliards d'euros) et la pharmacie (3 milliards) sont ainsi les trois branches les plus contributrices à la recherche française et pèsent à elles-seules près d'un quart de l'effort national. La forte dépendance de la R&D à ses pans industriels renforce ainsi la nécessité de développer de nouveaux mécanismes de financement.

La différence de performance en R&D entre la France et l'Allemagne peut de ce fait s'apprécier à la lumière du poids de l'industrie dans chaque économie (27% vs 16%). Il est ainsi moins facile d'être innovant lorsque la structure globale de l'économie repose principalement sur le tourisme et l'agriculture que sur la chimie et

22 Source : Mesri-SIES.

l'industrie automobile. Pour Alexandre Bayen²³, Associate Provost for Moffett Field Program Development; University of California, Berkeley « c'est l'une des différences structurelles et historiques entre les Etats-Unis et France concernant le volet R&D : une volonté par le passé pour l'université de conserver une indépendance par rapport à l'industrie, qui aujourd'hui a progressivement disparu, en partie grâce aux écoles d'ingénieurs (Ecole Polytechnique en particulier), de l'INRIA et par l'influence positive du modèle américain. Du coup il y a encore un retard vis-à-vis de la recherche appliquée pas encore complètement comblé ». C'est à ce titre l'ambition des différents programmes de collaborations dans la recherche en France (Instituts Carnot, programmes ANR Chaires Industrielles, LabCom, ect.) : parvenir à renforcer la collaboration entre les académiques et les industriels, pour insuffler un changement d'état d'esprit et enrayer cette dynamique.

23 Auditionné le 20 janvier 2022



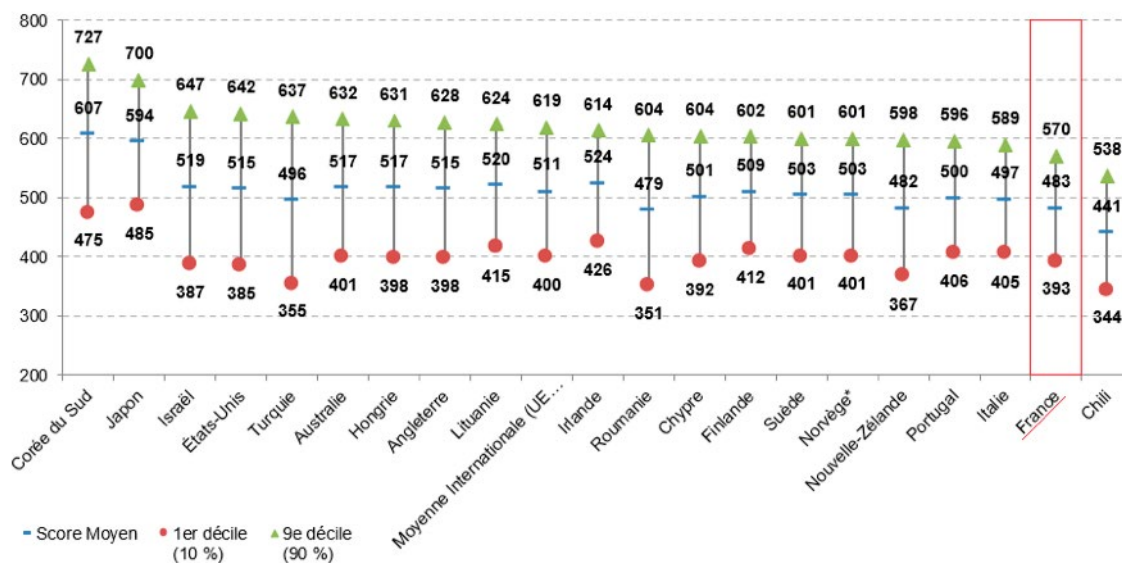
Partie III – Les implications économiques et sociales du décrochage en R&D

L'abandon d'une politique ambitieuse en R&D a de lourdes conséquences économiques et sociales. De la diminution des performances en science, à la disparition de la culture du risque en passant par la perte d'attractivité vis-à-vis du reste du monde, la facture de ce décrochage est assez élevée.

A) Un recul des performances scientifiques

La diminution de la culture scientifique se ressent fortement sur le niveau de performances des adultes et des élèves en science. En mathématiques, les élèves français ne se classent qu'à la 20^{ème} place du classement de l'OCDE, derrière les Italiens et les Portugais. Une anomalie pour un pays considéré comme l'un des meilleurs dans la formation des mathématiciens. La Corée du Sud, le Japon, Israël et les Etats-Unis dominent ce classement, et constituent également les nations réalisant le plus grand effort en R&D.

Graphique 16 – Répartition des performances en mathématiques par pays

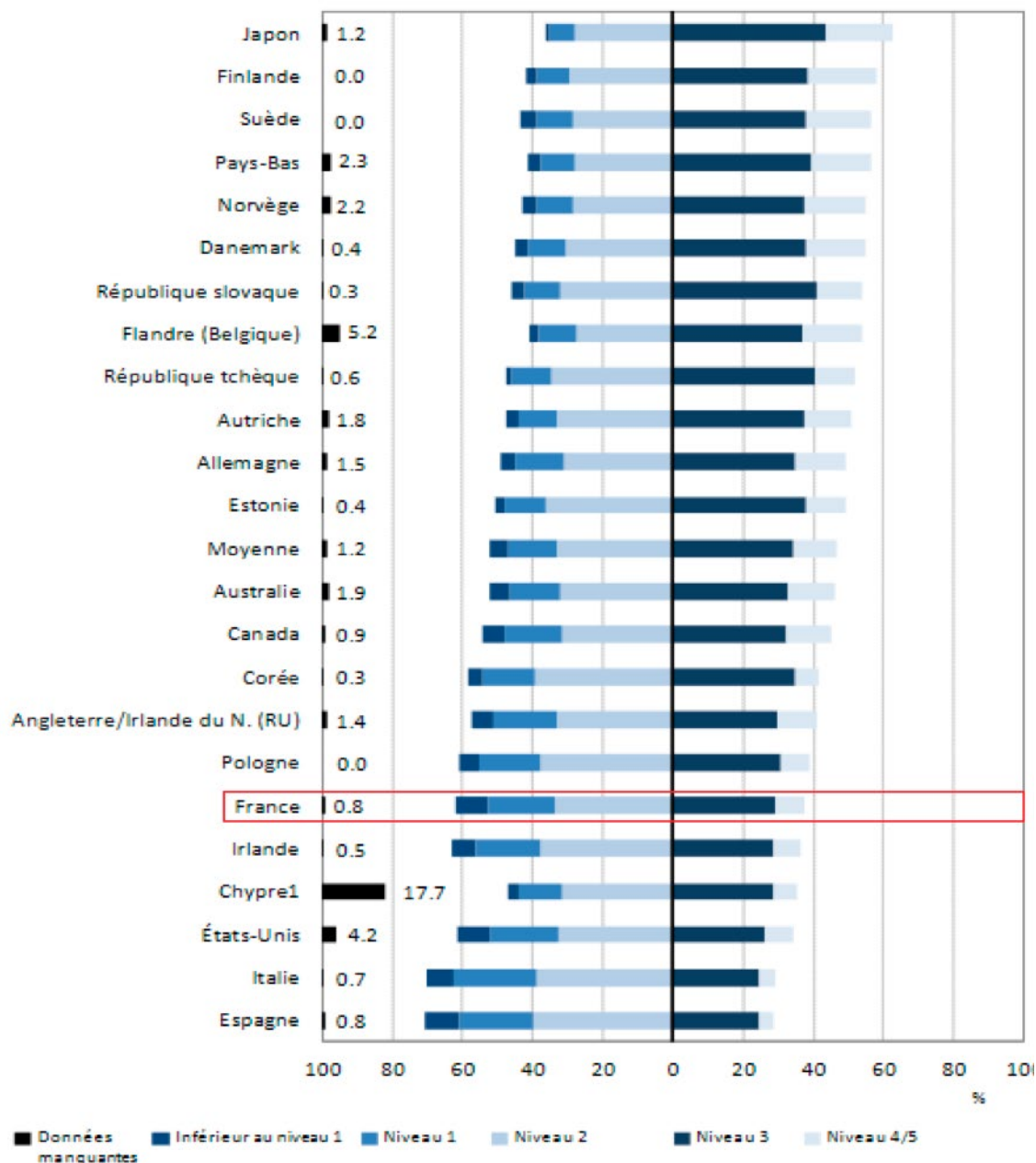


* En Norvège les élèves ont passé le test au grade 9

Lecture : En France, 90 % des élèves ont un score inférieur à 570. 10 % des élèves ont un score inférieur à 393.
 Champ pour la France : élèves de quatrième scolarisés dans des établissements publics et privés sous contrat en France métropolitaine et DROM (hors Mayotte).
 Source : IEA - MENJS-DEPP.
 Réf. : Note d'information, n°20.47 © DEPP

En plus d'être proportionnellement plus faible, le niveau moyen des élèves français est également relativement homogène, ne laissant pas espérer l'existence d'une élite très performante sur le sujet. Il s'agit donc d'un affaiblissement généralisé du niveau de nos jeunes en mathématiques, qui nous relègue à la fin du classement de l'OCDE. Affaiblissement qui ne semble pas émouvoir grand monde : des élites dirigeantes à la classe politique, en passant par l'opinion publique. Un constat partagé par Jean Lou Chameau « tous les ans, la position de la France se dégrade dans les classements PISA et autres, c'est une constante. L'émoi suscité par ces classements ne dure que 24h dans les médias, quelques politiciens en font mention et c'est tout. Ce constat n'est hélas suivi d'aucun changement. On continue à diminuer les sciences dans les classes et à l'école dans l'indifférence la plus générale ».

Graphique 17 – Compétences en numératie chez les adultes (% d'adultes à chaque niveau de compétence en numératie)

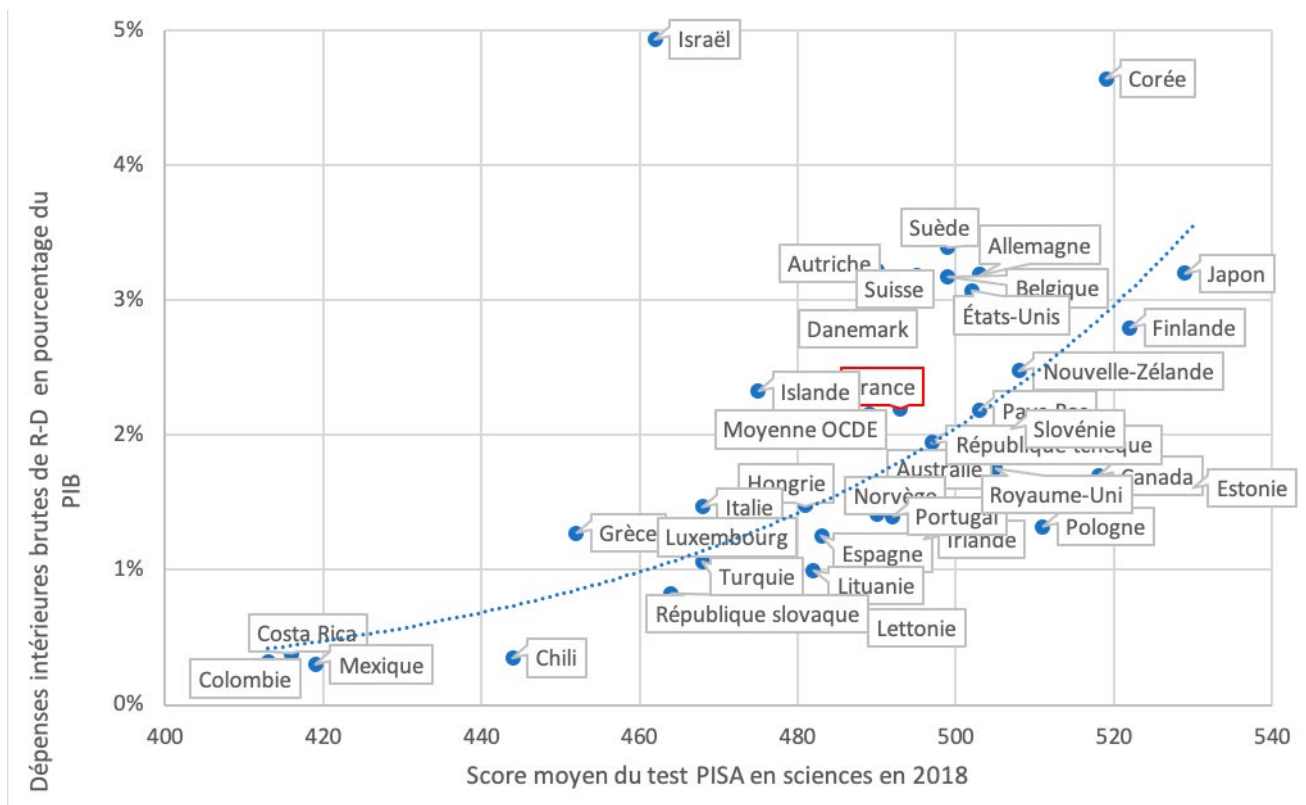


Source : Evaluation des compétences des adultes (PIAAC, 2012)

La plupart des pays (Japon, Finlande, Estonie, Belgique, Pays-Bas, Suède, Danemark) atteignent le niveau 3 en maîtrise médiane des compétences en numératie (capacité à utiliser, à appliquer, à interpréter, à communiquer, à créer et à critiquer des informations et des idées mathématiques de la vie réelle). La France, à l'instar de l'Irlande, de la Pologne, de Chypre, des États-Unis et de l'Espagne a une médiane bloquée au niveau 2 (niveau moyen voire faible). Le niveau des adultes français en numératie est ainsi très bas et place notre pays à la 18^e place du classement de l'OCDE. Dans le détail, seuls 8,3 % des Français (âgés de 16 à 65 ans) se situent aux deux niveaux les plus élevés de compétence en numératie (niveaux

4 et 5) et 29 % au niveau 3, ce qui place également la France assez loin derrière la moyenne (respectivement 12,4 % et 34,4 %). L'OCDE souligne néanmoins qu'il y a matière à (légèrement) se rassurer « Les différences de compétences entre générations sont assez marquées par comparaison avec les autres pays, les mauvaises performances de la France étant en bonne partie imputables aux résultats des 45-65 ans, tandis que les 16-44 ans obtiennent des scores plus proches de la moyenne (bien que toujours inférieurs à cette dernière). Plus l'âge augmente, plus les scores obtenus s'éloignent de la moyenne de l'OCDE. Même si les Français âgés de 16 à 24 ans affichent toujours des compétences inférieures à la moyenne de l'OCDE des jeunes du même groupe d'âge, l'écart est moins important que pour les adultes plus âgés. »²⁴

Graphique 18 : Comparaison des pays de l'OCDE entre la DIRD et le score PISA en sciences



Source : OCDE, Dépenses intérieures brutes de R-D – OCDE, Compétences en mathématiques (PISA)
 Note : Les chiffres utilisés sont les derniers disponibles.
 La courbe de tendance est de type exponentiel.

Le graphique 18 fait apparaître une corrélation positive entre l'effort de R&D et le score moyen PISA en sciences et en mathématiques. Il semblerait donc que les pays allouant le plus de moyens au secteur de la R&D soient également ceux récoltant les meilleurs scores PISA. Il est difficile de définir quelle variable est expliquée et laquelle est explicative, néanmoins la lecture peut se faire dans les deux sens :

- c'est lorsqu'une nation est performante en mathématiques et en science qu'elle investit fortement dans la recherche (pour maintenir sa rente d'innovation),
- c'est lorsqu'une nation investit fortement dans la R&D, qu'elle voit ses élèves performer dans le domaine des sciences et des mathématiques.

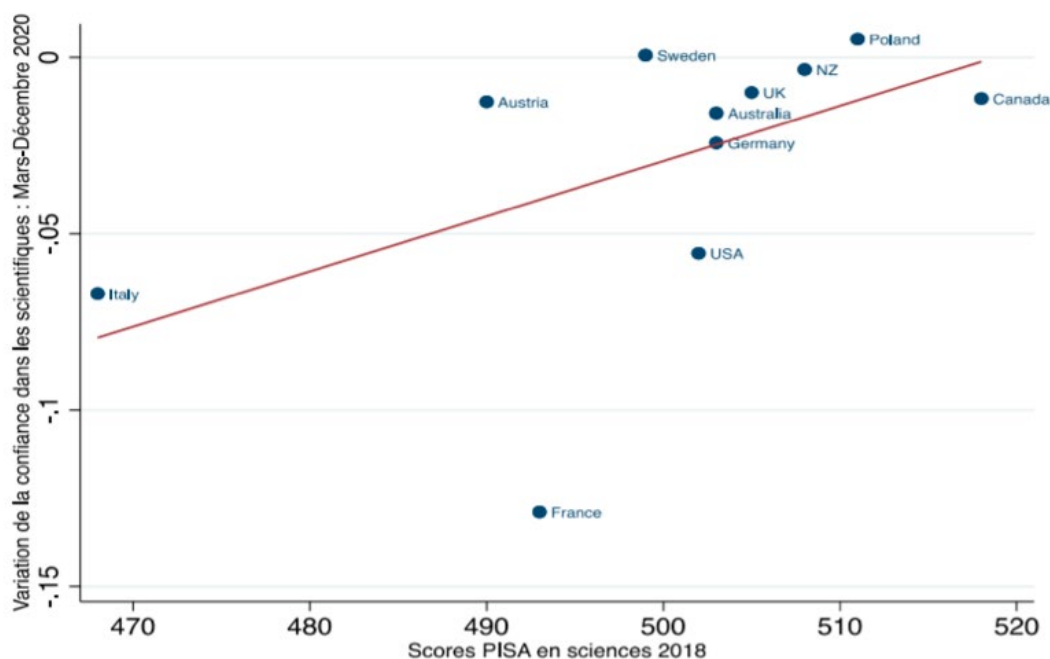
Dans tous les cas, l'habitus scientifique semble plus présent là où les dépenses en R&D sont les plus importantes.

Les carences en mathématiques sont inquiétantes dans une nation se voulant à la pointe du progrès technique et voulant être un acteur prépondérant de l'innovation numérique. La 4^{ème} Révolution Industrielle, caractérisée par l'émergence de la robotique, de l'Intelligence Artificielle et de la data, exige des compétences pointues et une compréhension fine des phénomènes informatiques et mathématiques. En l'absence de l'acquisition de ces compétences dès le plus jeune âge et en présence de leur non-détention par les adultes, il devient difficile de pouvoir se positionner de manière crédible comme un acteur majeur de la compétition technologique mondiale. Comme le souligne Jean-Marc Vittori, « une nation qui accuse une telle faiblesse dans l'utilisation des mathématiques ne peut réussir à relever les défis de l'économie numérique »²⁵. Une telle carence en science alimente également la défiance envers les scientifiques selon les derniers travaux du CAE²⁶.

25 Emission les Experts du 19 novembre – BFM Business

26 Conseil d'analyse économique

Graphique 19 – Test PISA en sciences et variation de la confiance dans les scientifiques²⁷



La France est le pays de l'échantillon où la confiance dans les scientifiques est en plus fort recul depuis la crise sanitaire, mais également celui (devant l'Italie) où le score PISA en science est le plus faible. Ce résultat est assez intuitif : il est en effet difficile d'avoir confiance dans ce que l'on ne comprend pas et dont on ne maîtrise pas les contours. La corrélation positive entre le niveau en sciences et la confiance donnée aux scientifiques est à ce titre éloquent et permet de soulever le fait que cette faiblesse en science peut entraîner des conséquences sociétales négatives (montée du complotisme, diminution de l'adhésion au discours scientifique, absence de rationalité dans les décisions publiques, etc). La puissance du lien entre sciences et société est régulièrement soulevée par les élites scientifiques de notre pays, notamment par Antoine Petit²⁸, le président du CNRS, et doit nous mobiliser collectivement sur sa refondation : des entreprises aux enseignements, en passant par les élus et les leaders d'opinion. Il est essentiel de multiplier les interventions dans les formations, dès le plus jeune âge, à la fois pour sensibiliser à l'importance de la science, mais aussi pour illustrer son impact concret et son utilité quotidienne. Des interventions qui pourraient sans doute permettre de redonner goût à la science et d'inciter les plus jeunes à se tourner vers ses filières, qui accusent d'importantes diminutions ces dernières années.

27 Source : confiance dans les scientifiques par temps de crise, Yann Algan, Daniel Cohen, Eva Davoine, Martial Foucault et Stefanie Stantcheva, focus 068-2021, CAE, octobre 2021

28 "La société a besoin de davantage de science", la Recherche, octobre-décembre 2021

Le corolaire de cette faiblesse en science est l'absence de culture du risque. L'apprentissage du risque est un des fondements de l'enseignement scientifique, où l'on apprend à le mesurer et à composer avec. Essentiel aux procédés d'innovation, son absence augmente le degré de risquophobie de notre société et diminue notre capacité à innover. Selon l'économiste Patrick Artus²⁹ la culture du risque est assez peu présente en Europe : « les états européens, à travers leurs grands laboratoires publics, refusent de perdre de l'argent sur des projets de recherche. Pour le vaccin à ARNm par exemple, la probabilité d'échec des travaux de recherche était de 80%. Les états européens se sont butés sur ce chiffre, alors qu'aux Etats-Unis, les institutions publiques et les investisseurs privés se sont concentrés sur les potentiels 20% de réussite et ont accepté de mettre beaucoup d'argent sur cette probabilité. Cette aversion au risque est l'une des raisons pour lesquelles notre continent ne pourra jamais produire d'innovations de rupture et semble condamné à ne produire que des innovations incrémentales ».

Un discours partagé par Alain Rossmann³⁰, entrepreneur français installé aux Etats-Unis et ancien élève de Polytechnique, qui estime que « l'une des grandes différences entre la France et les Etats-Unis réside dans la peur de l'échec ». Pour lui, les Français sont trop frileux sur leurs pertes, contrairement aux américains : « la risquophilie américaine s'explique par l'importance des récompenses, académique ou fiscale (la matrice fiscale américaine est plus favorable à la prise du risque). Le volet statistique joue aussi un rôle, lorsqu'on voit plus de monde être récompensé, on a envie de tenter sa chance. La valeur de l'exemple est plus importante aux Etats-Unis qu'en France, plus on voit de monde réussir plus on se dit que c'est possible et qu'on peut y aller. Au sein de la Silicon Valley il y a beaucoup de réussites et cela incite les gens à prendre des risques pour faire de même. Le mimétisme est très présent du fait de la culture du monde de la technologie aux Etats-Unis, on tend à penser que c'est facile si vos proches le font aussi ». Il ajoute que « le risque est trop souvent craint en France, parce que l'on cherche à défendre les rentes actuelles. Aux Etats-Unis c'est l'inverse, on trouve toujours des challengers risquophiles qui vont chercher sans cesse à bouleverser l'ordre établi et à créer de nouvelles rentes. Parce qu'il est aléatoire et incertain dans ses résultats, le risque crée des richesses mais également des inégalités, ce qui peut être difficile à accepter en France. Cela se reflète dans l'encadrement des marchés : aux USA on enlève de la friction et on assume 90% de protection pour gagner 5% de rentabilité, en France on veut 100% de protection quitte à n'avoir que 1% de rentabilité ». Cette frilosité accentue la dangerosité

29 Sapiens Sapiens #13 – Peut-on encore sauver le capitalisme ? – novembre 2021

30 Auditionné le 12 janvier 2022

de la traversée de la « Vallée de la mort »³¹, ce moment où l'innovation a besoin de financements nouveaux pour pouvoir émerger, et où les petites entreprises porteuses ne trouvent pas de financeurs. Cette période souvent déterminante pour ces entreprises, trouve souvent sa résolution dans la mise en place de partenariats public-privé, à l'image de ce que fait la BPI³² (mais encore trop marginalement) sur les financements à risque en R&D.

Une culture du risque extrêmement différente entre les deux bords de l'Atlantique et qui explique certaines dynamiques contraires. « Si un entrepreneur crée une entreprise aux Etats-Unis et qu'il échoue, il va en créer d'autres pour éponger ses pertes et rebondir. En France, on jette souvent l'éponge après un premier échec, parce que les banques ne prêtent qu'une fois. Le risque n'existe plus en France. Dans la majorité des écoles par exemple, une fois que l'on est rentré on est sûr d'avoir son diplôme même si l'on ne fait rien ». Il ajoute que « la rente est un problème, il faut ajouter du risque (ne pas mettre de jury de rattrapage, introduire un numerus clausus à l'université, etc.) dans les formations (sauf pour celles liées aux corps de l'Etat, dans laquelle on n'a pas besoin de risques) pour vraiment faire infuser cette culture du risque et la rendre constante jusqu'à l'obtention du diplôme. L'opportunité à la sortie de l'école est incroyable en termes de salaire et de carrière, et doit du coup se mériter et s'accompagner ».

La R&D est majoritairement absente des discours de nos élus et de nos élites. Biais dû à leur formation initiale, éloignée des enseignements scientifiques et à l'incompréhension de l'innovation dans la prospérité économique et sociale d'une nation, il place ce pan dans l'angle mort de nos politiques publiques. Pour Jean-Lou Chameau « certaines élites, dans les grandes écoles françaises, se concentrent et s'attachent à former des hauts fonctionnaires et non des innovateurs et des entrepreneurs. » Il ajoute qu'il « demeure un problème de culture, de lourdeurs immenses. Il y a un manque de confiance, notamment dans l'administration, qui ne laisse pas les gens travailler avec leur propre latitude. Il y a un contrôle technocratique de la science et des scientifiques, qui impose de renforcer l'esprit scientifique et technologique au sein de l'administration. En dépit de cette culture du contrôle, il n'y a pas assez d'évaluations critiques de la recherche et de la performance des chercheurs. Il n'y a pas d'évaluation ni de compétition suffisante entre les chercheurs ».

Au-delà du simple volet financier, il faut également changer la culture inhérente à la R&D en France pour parvenir à enrayer le déclin relatif dans ce domaine. Un changement radical sur le plan

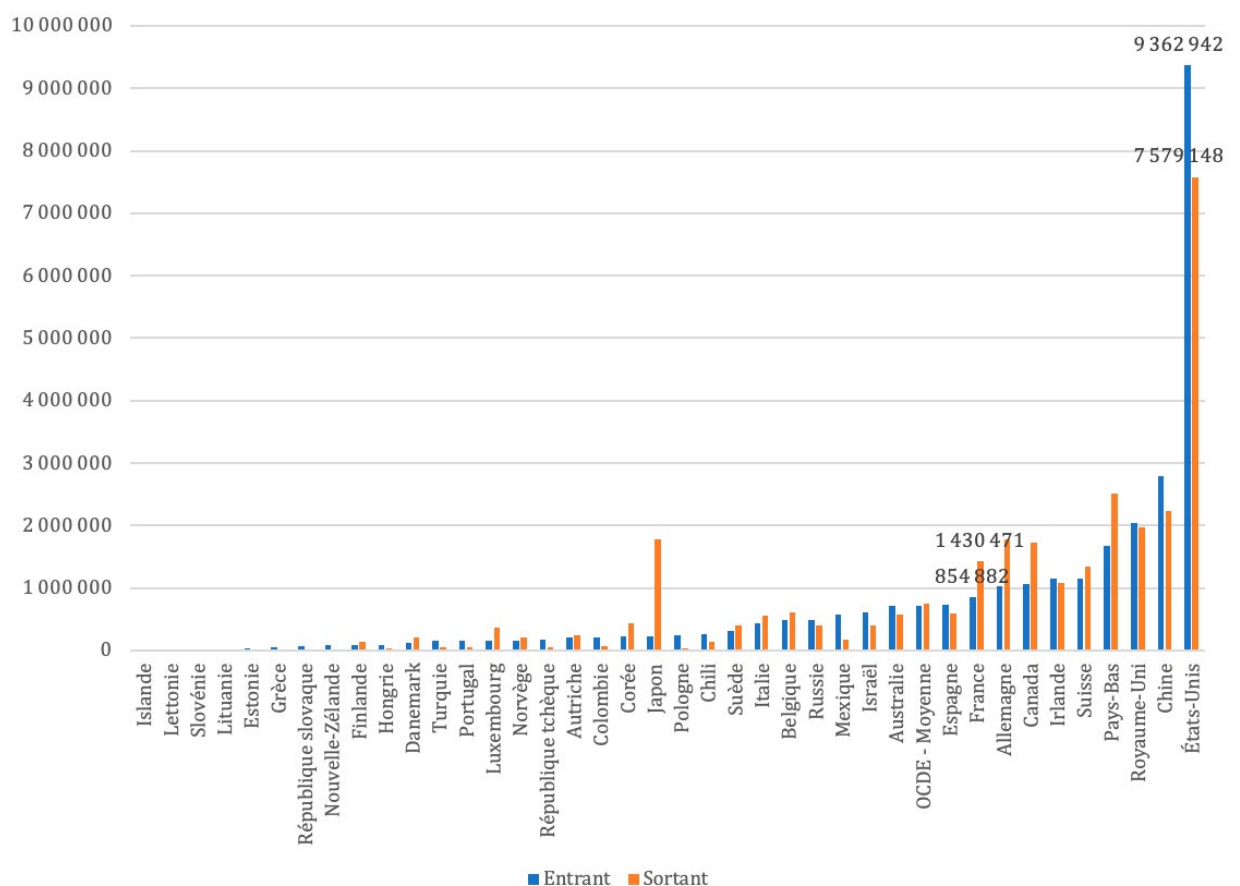
31 Voir le chapitre 3 de l'étude « créer une Europe de la e-santé » Institut Sapiens, février 2022
32 Banque publique d'investissements

culturel et cognitif qui doit également nous pousser à revoir la façon dont nous voyons les investissements étrangers, pour ne plus les percevoir comme des menaces mais bien comme des opportunités.

B) Une diminution des IDE entrants depuis quelques années

Les mesures de restriction sur les IDE participent à la faiblesse des capitaux étrangers dans la recherche française. Que ce soit en stock ou en flux, la France se caractérise par un volume d'IDE moindre que ses principaux partenaires.

Graphique 20 - Stock d'IDE entrant et sortant en 2019 dans l'OCDE et en Chine (en millions de dollars US)

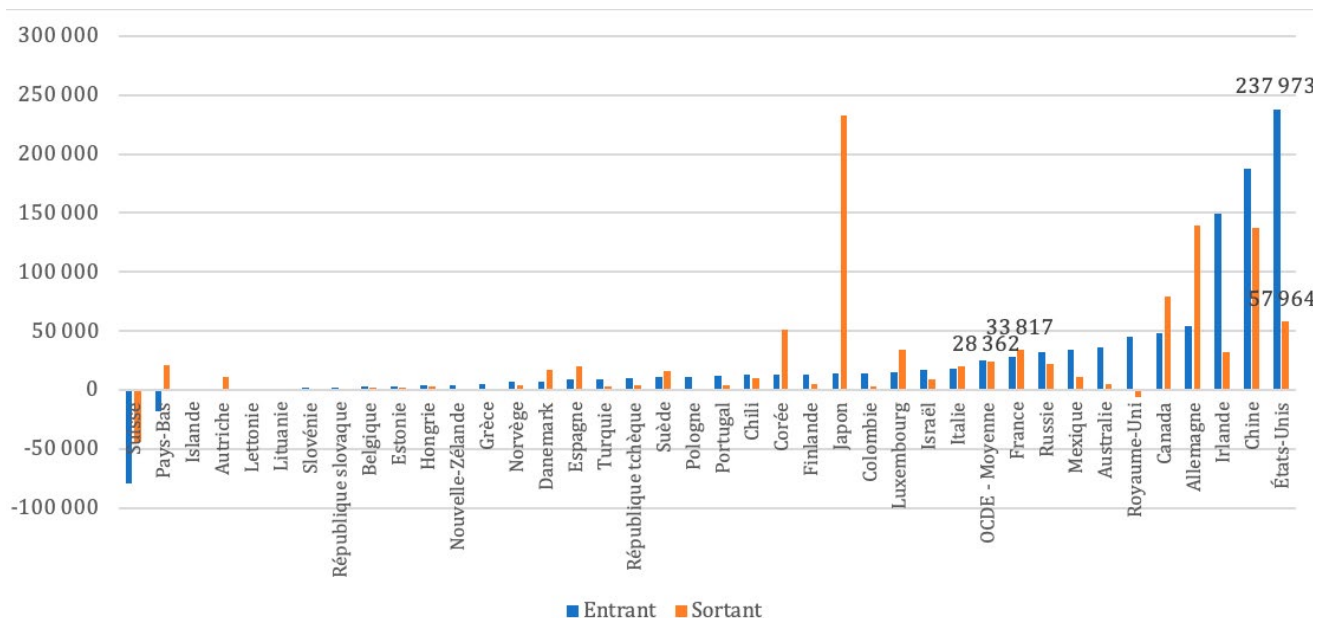


Source des données : OCDE. Graphique : Institut Sapiens
 Lecture : En 2019, les États-Unis avaient un stock d'IDE entrant de 9'362 milliards et sortant de 7'579 milliards de dollars US.
 Note : Le classement est du plus petit stock d'IDE entrant au plus grand

En valeur, les États-Unis sont de loin la première nation au monde en termes de stocks d'IDE entrants et sortants (respectivement 9,4 millions et 7,6 millions). Les Pays-Bas sont la première nation du classement à disposer d'un stock sortant supérieur à l'entrant. De

son côté, la France compte 1,4 million d'IDE sortants contre 854 000 entrants. Elle exporte donc 60% plus de capital qu'elle n'en accepte et reçoit, dénotant une position très favorable au libre-échange vis-à-vis de l'extérieur, mais plus réservée quant aux importations.

Graphique 21 - Flux d'IDE entrant et sortant en 2019 dans l'OCDE et la Chine (en millions de dollars US)



Source des données : [OCDE](#). Graphique : Institut Sapiens
 Lecture : En 2019, les Etats-Unis avaient un flux d'IDE entrant de 237 milliards et sortant de 57 milliards de dollars US.
 Note : Le classement est du plus petit flux d'IDE entrant au plus grand. Un flux négatif indique une réduction du stock.

Lorsqu'on analyse les flux des IDE, on observe que les Etats-Unis et la Chine sont encore en tête des entrées, alors que le Japon se distingue par son nombre important de projets sortants. Pour l'année 2019³³, la France se distingue également par un nombre d'IDE sortant plus important que celui des entrants.

Ces observations appuient l'idée que la France est une nation exportatrice nette de capital. Elle a cependant encore d'importants progrès à réaliser dans l'accueil des capitaux étrangers, pour dynamiser sa croissance potentielle et profiter des externalités positives liées à l'accueil de ces capitaux.

³³ Les années 2020 et 2021 n'étant pas représentatives d'une tendance « normale » à cause de la crise du COVID, nous avons préféré opérer la comparaison sur la dernière année ne comptant aucune anomalie en termes de commerce mondial.

C) Un affaiblissement du potentiel de croissance

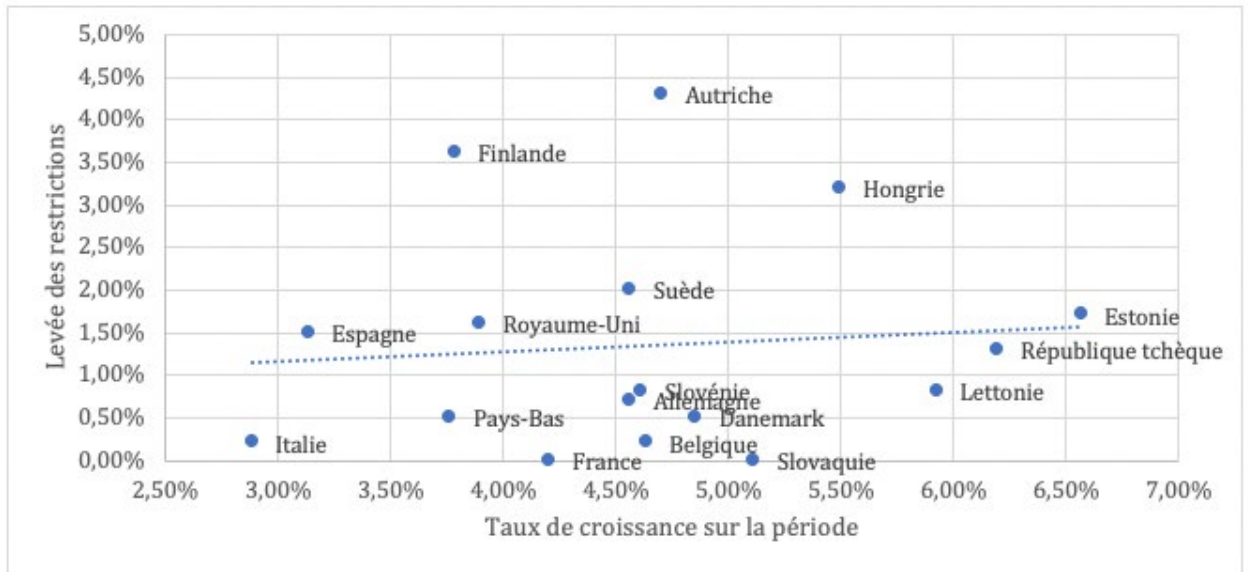
Cette restriction vis-à-vis de l'étranger peut entraîner des conséquences importantes sur le plan économique. Il est ainsi intéressant de relever que les pays ayant augmenté leur effort en R&D et leur nombre de brevets déposés sont aussi ceux ayant levé leurs restrictions dans ce domaine.

Graphique 22 - Variation du PIB et des restrictions des IDE entre 2006 et 2019

Pays	Evolution du PIB	Evolution des restrictions	Evolution de l'effort en R&D	Evolution du nombre de brevets annuels
Allemagne	4,57%	-0,70%	0,70%	-1764,64
Autriche	4,71%	-4,30%	0,83%	72,18
Belgique	4,64%	-0,20%	1,07%	-19,81
Danemark	4,86%	-0,50%	0,55%	18,68
Espagne	3,14%	-1,50%	0,07%	46,5
Estonie	6,57%	-1,70%	0,50%	-2,35
Finlande	3,79%	-3,60%	-0,54%	-29,74
France	4,21%	0,00%	0,14%	-809,64
Grèce	0,25%	-1,90%	0,71%	-8,59
Hongrie	5,5%	-3,20%	0,50%	-13,6
Irlande	9,16%	-0,70%	0,03%	32,82
Italie	2,89%	-0,20%	0,36%	61,9
Lettonie	5,93%	-0,80%	-0,01%	1,07
Lituanie	7,14%	-0,30%	0,20%	3,11
Luxembourg	6,81%	0,00%	-0,47%	1,15
Pays-Bas	3,77%	-0,50%	0,61%	-385,33
Pologne	8,73%	-0,40%	0,77%	77,18
Portugal	3,11%	0,00%	0,45%	20,84
République tchèque	6,2%	-1,30%	0,71%	28,83
Royaume-Uni	3,9%	-1,60%	0,18%	-380,39
Slovaquie	5,12%	0,00%	0,35%	7,14
Slovénie	4,62%	-0,80%	0,51%	0,05
Suède	4,57%	-2,00%	-0,07%	-111,8

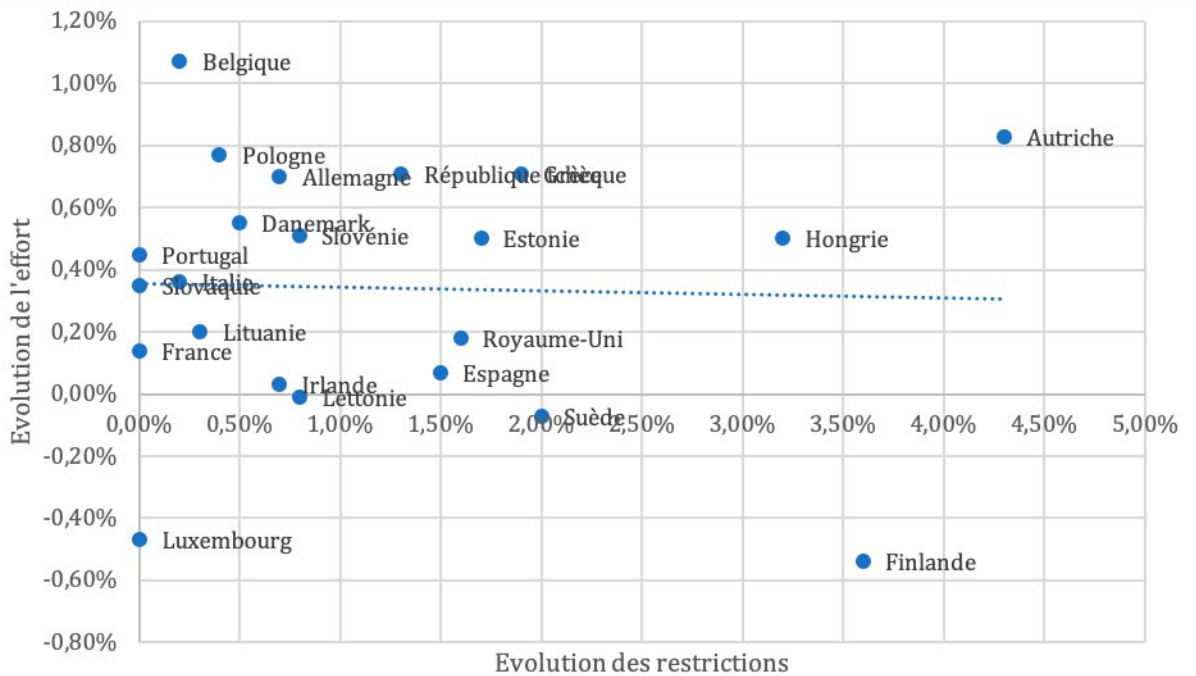
Source des données : OCDE, Eurostat. Graphique : Institut Sapiens

Graphique 23 - Variation du PIB par rapport à la restriction des IDE entre 2006 et 2019



Source des données : OCDE. Graphique : Institut Sapiens

Graphique 24 – Variation de l'effort en R&D par rapport à la levée des restrictions entre 2006 et 2019



Le graphique 23 fait état d'une légère relation entre la diminution des restrictions vis-à-vis des IDE et la hausse du PIB. Le graphique 24 semble illustrer quant à lui l'existence d'un lien entre la levée des restrictions vis-à-vis des IDE étrangers et l'augmentation de l'effort agrégé en R&D. Ainsi, il semblerait qu'un pays desserrant ses restrictions vis-à-vis des investissements étrangers voit sa richesse nationale augmenter sur la même période et son taux d'effort en R&D s'apprécier. A l'inverse, un pays opérant un tour de vis sur ces investissements ne profiterait que d'une variation marginale de son PIB. Un résultat confirmé par la littérature, qui nous enseigne qu'augmenter le capital recherche de 1% entrainerait une hausse du PIB du pays de l'ordre de 0,45% en moyenne (Encaoua, David, et al. 2004).

L'accueil d'investissements étrangers, en dynamisant le potentiel domestique de R&D serait ainsi favorable à la croissance d'un pays. Une nouvelle illustration de l'incompatibilité entre protectionnisme et prospérité économique. Les différents résultats de l'OCDE en la matière semblent corroborer nos estimations : l'organisme estime qu'une augmentation des échanges de cette nature de l'ordre de 10% majore le revenu par habitant de 4%. Un constat partagé par Jean-Lou Chameau « du point de vue de la science et de la recherche, le protectionnisme n'est pas une bonne idée. S'il y a des restrictions, il faut essayer de les lever ».

Ces différents graphiques, analysant l'évolution de la situation économique des pays de l'OCDE depuis 2006, démontrent qu'une politique protectionniste vis-à-vis de l'étranger serait non seulement contre-productive sur le plan de la recherche, mais aussi sur le volet économique. En restreignant les IDE entrants, un pays se prive ainsi de nombreuses découvertes et d'une augmentation importante de son PIB. La tentation protectionniste de certains états dans le domaine est ainsi l'ennemie directe de la prospérité économique d'une nation.

D) La perte de souveraineté induite par le protectionnisme : souveraineté n'est pas autarcie

La volonté de recourir au protectionnisme pour corriger les dysfonctionnements manifestes de notre industrie et pour protéger les fruits de notre recherche est aussi anachronique que contre-productive. L'ouverture est un gage de réussite pour l'innovation. Les différentes formes de proximité (géographique, technologique, organisationnelle et institutionnelle) exercent une influence considérable sur l'émergence des collaborations en R&D (Marek et Titze, 2014).

L'absence de grands champions technologiques en France et en Europe est problématique. Si la véritable souveraineté réside dans la possibilité de choisir ses dépendances, alors la France et l'Europe n'ont pas ce luxe. Prisonnières des solutions développées par les Big Tech américaines, les nations européennes n'ont pas d'autre choix que d'être consommatrices de ces outils, à défaut, pour le moment, d'en être des productrices.

L'industrie de la défense est un bon exemple du lien entre recherche et souveraineté. En allouant 10 à 30% de son chiffre d'affaires à la R&D, elle a réussi à créer et à maintenir des filières technologiques de premier rang mondial (aéronautique, spatial, maritime et terrestre) et assurer ainsi la souveraineté de la France sur cette dimension (Herteman, 2011). Néanmoins, vouloir assurer sa souveraineté technologique signifie paradoxalement avoir aussi recours à des entreprises étrangères pour financer la recherche au plus près des besoins industriels. Lorsque la France a voulu développer son industrie nucléaire dans les années 60, elle a d'abord eu recours à des technologies américaines sous licence, avant de développer ses propres compétences et technologies en la matière. Un procédé qu'elle est en train de reproduire « en 2021 sur données, dans le cadre du cloud souverain avec des licences de technologies américaines au meilleur niveau » souligne à ce titre Bruno Le Maire³⁴, qui illustre la nécessité de conserver d'importantes coopérations en R&D avec les autres pays étrangers et qui démontre que la véritable souveraineté s'obtient à travers les échanges avec les grands leaders technologiques mondiaux.

Les travaux de l'économiste argentin Raul Prebisch montrent que la diversification industrielle, permise par une forte intensité en R&D, favorise la prospérité et le développement d'une nation en assurant une croissance constante de la demande extérieure. La France et l'Europe doivent s'en inspirer en se positionnant au carrefour des technologies à forte valeur ajoutée qui façonneront notre avenir comme l'informatique quantique, la production d'énergie à base d'hydrogène, la robotique médicale, les technologies de stockage et d'utilisation des données, la conduite autonome, etc. Le président de la République l'a lui-même rappelé lors de la présentation de la stratégie nationale sur les technologies quantiques : « avec ce plan [de 1,8 milliard d'euros], nous entendons asseoir durablement la France dans le premier cercle des pays qui maîtrisent les technologies quantiques. Il ne s'agit rien de moins que de conquérir notre souveraineté dans ce domaine technologique qui façonnera le futur³⁵ ».

34 « La France veut construire son cloud souverain avec les technologies américaines » 01net, 18 mai 2021

35 Discours réalisé le 21 janvier 2021 à l'Université Paris-Saclay

En plus d'entraîner des conséquences domestiques, les tentations protectionnistes des états sont aussi négatives au niveau mondial. La théorie des jeux nous enseigne que le commerce mondial est un jeu à réaction, où chaque acteur tente de maximiser ses gains vis-à-vis d'autrui tout en minimisant ses pertes. Or l'histoire économique récente, marquée notamment par les affrontements commerciaux entre les Etats-Unis et la Chine, initiées par l'administration Obama, a démontré que la fermeture progressive d'une nation aux autres pays entraînait des mesures de réciprocités immédiates et finissait par diminuer l'intensité des échanges mondiaux³⁶.

Ces tensions protectionnistes sont en train de marquer un tournant dans l'économie mondiale, en diminuant non seulement les interactions mais aussi les perspectives de coopérations entre les nations. Or, notre époque est profondément marquée par les grands défis qu'elle a à relever. Le réchauffement climatique, la transition démographique ou la révolution numérique sont autant d'obstacles qui doivent être relevés de manière collective, tant leurs conséquences seront globales. La montée protectionnisme en matière de R&D et la volonté de restreindre ainsi les échanges ont comme effet de ralentir le niveau de croissance naturelle des pays concernés, mais également de ralentir la coopération mondiale en matière de recherche et donc d'allonger les délais de découvertes des différentes inventions et innovations nécessaires à l'avenir de l'humanité.

Il ne pourra y avoir de réussites dans ces technologies, et donc de réaffirmation de la souveraineté technologique européenne sans un effort considérable en R&D, lui-même impulsé par une augmentation des dépenses dédiées et un changement de philosophie inhérent. Avoir une politique affirmée en matière de R&D, avec comme objectif de créer un écosystème foisonnant est un enjeu vital de la souveraineté d'un pays (Hoez, 2021).

³⁶ Le protectionnisme américain, les conséquences des mesures protectionnistes fédérales, Ecole de Guerre Economique, novembre 2018



Partie IV – S’ouvrir pour innover, la clé du leadership de demain

« La croissance économique est tributaire de l’innovation, dont le monde aura tant besoin pour résoudre les problèmes colossaux que lui réserve le XXI^e siècle, du vieillissement démographique à la démence, en passant par le changement climatique et les inégalités » a déclaré le Directeur de la Science, de la Technologie et de l’Innovation de l’OCDE, Andrew Wyckoff³⁷. « Le maintien des dépenses publiques de R-D, la science ouverte et la mobilité internationale des chercheurs sont les clés de l’innovation de demain, et de notre avenir en général » ajoute-t-il. Actuellement, on estime que 23,5% des papiers de recherche au monde sont signés par au moins deux chercheurs de nationalité différente³⁸. La coopération dans ce domaine est essentielle pour maintenir la dynamique de l’innovation au niveau mondial.

³⁷ <https://www.oecd.org/innovation/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-25186167.htm>

³⁸ idem

Proposition 1 - Améliorer les performances de la recherche française

Pour accompagner cette croissance exogène, favorisée par l'ouverture vers l'étranger, la recherche française se doit de favoriser son développement endogène. Un regain de dynamisme, basé non pas sur une révolution complète du domaine, mais sur des ajouts permettant de réaliser une mue efficace des process et des cultures en vigueur. Pour y parvenir, nous proposons de poursuivre les quatre objectifs suivants :

Mettre en place de nouvelles formes d'évaluation de la recherche.

L'absence d'évaluations adaptées des procédés des chercheurs et de l'innovation est « une vraie carence du système » selon Jean-Lou Chameau. « Les chercheurs oublient trop fréquemment que c'est la société qui finance leurs travaux, et ils doivent donc avoir une responsabilité envers elle. Pour matérialiser cela, il pourrait y avoir une part variable dans la compensation des chercheurs ou de leur financement qui puisse dépendre de leur performance ». A ce titre « nous pouvons nous inspirer de pays comme la Suisse et de Singapour qui donnent des modèles de financement stables et à tout niveau pour encourager réellement les meilleurs à faire plus et se dépasser, ainsi qu'instaurer une culture de risque. L'évaluation poursuit un objectif d'amélioration et non de sanction. C'est très utile lorsqu'on cherche à créer des succès collectifs » conclut-il. Cette culture de l'évaluation, mise en place sur des critères à discuter entre les établissements, doit permettre non seulement de rationaliser l'effort de recherche, mais aussi d'insuffler une nouvelle culture du risque dans la recherche. Sans vouloir casser les mécanismes favorisant l'indispensable sérendipité, il convient néanmoins d'évaluer régulièrement les fruits de la recherche, pour pouvoir la réaiguiller si nécessaire vers d'autres domaines, selon l'évolution des objectifs définis. Cette politique permettra également de renouer avec une certaine forme d'élitisme, en valorisant les meilleurs profils. « La recherche en France a été très performante pendant des années grâce à son élitisme. La sélection par la méritocratie républicaine a toujours permis de faire émerger les meilleurs. La préservation de ces exigences est clef pour la préservation de la qualité des recherches concernées. Les dérives et le déclin de l'enseignement au lycée et leur inévitable impact sur le niveau en classes préparatoires est un véritable danger pour notre système d'éducation supérieur et la recherche » déplore Alexandre Bayen.

Réaffirmer l'autonomie des établissements d'enseignement supérieur. En 2007, la LRU³⁹ ambitionnait de conférer une plus grande autonomie aux universités, que ce soit dans leur recrutement, leur financement, leur approche pédagogique ou leur politique de recherche. Partant du constat préalable qu'il existe un lien direct dans la littérature académique entre l'autonomie d'un établissement et sa performance, cette loi a conféré aux établissements les instruments pour assurer leur autonomie. La création des fondations allait notamment dans ce sens, leur permettant de capter des financements nouveaux provenant d'entreprises privées, nationales ou étrangères. Or force est de constater que dix-sept ans plus tard, cette autonomie reste toute relative. Les établissements n'ont la main ni sur leurs capacités de sélection des élèves (seul des mesures de contingentement peuvent être mises en place), ni sur le recrutement des enseignements (ils sont encore trop dépendants du CNU⁴⁰), ni sur leurs recettes (ils ne peuvent fixer les montants de leurs frais d'inscription pour les formations initiales). Les laboratoires ne peuvent pas non plus coopérer de manière libre et autonome avec les partenaires de leur choix, ces derniers recevant comme instructions de faire remonter aux différents organes de l'Etat, dans le cadre de la protection du potentiel scientifique et technique de la Nation (PPST), toutes informations relatives à des collaborations potentielles de recherche avec des partenaires étrangers. Les services du haut-fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) peuvent refuser tel ou tel projet de coopération bilatérale, sans avoir à expliquer les motivations de cette décision. L'opacité de cette prise de décision centralisée nuit fortement à l'attractivité de nos établissements, qui ne peuvent développer des politiques semblables à celles des grandes universités américaines, à savoir attirer des capitaux étrangers pour augmenter leurs budgets et développer une politique de recherche ambitieuse. Cette distorsion de concurrence prive nos établissements d'importantes ressources financières pouvant potentiellement les aider à mieux soutenir la recherche française, en finançant les jeunes chercheurs d'excellence qui sont de plus en plus tentés par l'expatriation, mais aussi en attirant de nouveaux talents étrangers. Il faudrait donc, a minima que les établissements puissent faire appel de cette décision arbitraire auprès du Ministère de tutelle pour tenter de l'inverser ou au moins exposer les motivations stratégiques de cette décision et obtenir une explication claire et précise. Le prochain quinquennat doit ainsi être marqué par le vote d'une « LRU 2 » qui confèrera une autonomie réelle des établissements sur les points soulevés plus haut.

39 Loi relative aux libertés et responsabilités des universités

40 Conseil national des universités

Réaliser de meilleures coopérations entre les agences de financement existantes. La France ne souffre pas d'une carence en agences dédiées à la recherche, mais bien en manque de coopérations entre elles. « Nous sommes face à des comportements de chapelle entre les agences dédiées à la recherche, principalement parce qu'il n'y a pas de leadership spécifique » note Thierry Coulhon. « Il existe beaucoup de bonnes volontés et d'énergies, mais il y a trop de dispositifs. Il y a trop d'outils pour créer des ponts entre les recherches fondamentales et appliquées, cela ne va pas dans le sens de la simplification. Le sujet de l'organisation est plus important que celui du financement. Le silotage des agences a fait exploser le phénomène d'hermétisation de la recherche. Sans vouloir démembrer les organisations et les agences existantes, nous pouvons définir de nouvelles coopérations et des synergies plus efficaces » ajoute-t-il. Améliorer la dynamique de recherche en France ne passera pas la création d'une énième nouvelle agence, mais bien par l'harmonisation de celles déjà en place. Avec un objectif clair : parvenir à copier l'unicité en recherche offerte par des pays comme les Etats-Unis à travers leurs dispositifs comme la DARPA⁴¹.

« La DARPA, qui se décline à l'infini selon les domaines et les ministères, trouve un équivalent à petite échelle dans quelques financements passés de la DGA pour les recherches de défense, complétant ainsi la NSF (équivalent de l'ANR aux Etats Unis). Elle finance des projets de recherche phares. C'est l'exemple d'une réussite de l'Etat Fédéral qui permet de développer de grands projets paraissant impossible à mener. Le DARPA Grand Challenge a révolutionné l'écosystème d'innovation de la voiture automatique, conduisant à la naissance de Waymo, Tesla et bien d'autres compagnies du même type » relate Alexandre Bayen. « La présence de la DARPA aide énormément à développer des projets de recherche innovants. Elle a une caractéristique exceptionnelle : elle n'accepte de ne prendre que des missions impossibles, des projets qui ont été rejetés par le privé. Les projets sélectionnés doivent être du niveau DARPA, c'est-à-dire là où les experts jugent que le projet est impossible à mener. On ne fait jamais avec des gros budgets, on fait des choses très difficiles, au niveau fondamental, avec des budgets sur-mesure. Pour y parvenir, DARPA recrute des chefs de projets « risquophiles », des têtes brûlées de la science. Ils ont ainsi un très gros impact sur l'écosystème R&D américain, tout en gardant un œil sur l'applicabilité au niveau mondial des différents projets imaginés et soulevés. Les processus DARPA ne sont pas très lourds, ce n'est pas un monde très bureaucratique, ce qui facilite beaucoup la vie des innovateurs » souligne aussi Alain Rossmann.

41 <https://www.darpa.mil/>

Vouloir une unicité des agences est utopique pour un pays comme la France. En revanche, favoriser la coopération des agences existantes est un préalable essentiel. Pour y parvenir, nous préconisons d'instaurer plus de perméabilité et de transparence dans leurs administrations, pour multiplier les ponts et décloisonner les actions, dans le but de réellement dynamiser la recherche française en s'assurant qu'elle « va dans le bon sens ».

A terme, ces dialogues réguliers pourront évoluer vers la création d'un comité commun, chargé d'observer et d'évaluer la politique extérieure de la France en la matière. A l'image de ce qui se fait en Angleterre avec l'Academic Technology Approval Scheme⁴² (ATAS), ce comité pourrait aider au pilotage de la politique de recherche vis-à-vis de l'étranger, en s'occupant par exemple :

- De la certification des titres de séjours de recherche accordés à des étudiants et chercheurs étrangers dans certains domaines sensibles liés à la souveraineté nationale.
- De la publication d'un rapport annuel évaluant le risque de dépendance envers des pays hors UE en termes de recherche et de protection intellectuelle.
- Du suivi régulier des sujets principaux évoqués dans les partenariats de recherche interétatiques.
- Des échanges constants avec les organisations privées domestiques et étrangères contribuant à la R&D intérieure.

Renforcer les vocations scientifiques et le rôle des sciences comme moteur de l'innovation et l'entrepreneuriat. « La grosse différence entre la France et les autres pays du monde c'est qu'il y a un grand dualisme entre le CNRS et les universités et laboratoires de recherche. Il y a un trop grand gap entre l'enseignement et la recherche. Au MIT, à 18 ans les jeunes peuvent déjà suivre des projets de recherche pour baigner dans ce milieu. Le manque d'interactions entre étudiants et recherche et l'une des raisons pour laquelle la France a moins de chercheurs que les autres. Aux Etats-Unis, le processus de création de startups découle directement de cette synergie entre étudiants et chercheurs » rapporte Jean Lou Chameau. Un cloisonnement entre la recherche et l'enseignement qui nuit aussi bien qu'à l'autre. « La dualité entre les deux accentue le phénomène de non-participation des jeunes à la recherche et engendre une inefficacité de l'utilisation de ces talents. Cette dualité reflète une vision passée de la recherche, où elle serait segmentée entre fondamentale et appliquée. Il y a maintenant une vision plus horizontale de la recherche, avec un spectre continu plus

42 <https://www.gov.uk/guidance/academic-technology-approval-scheme>

large. Robert Samuel Langer, le patron de Moderna, est à la fois le scientifique le plus cité au monde et le fondateur d'une vingtaine de start-ups. Le manque de continuité entre la curiosité et l'application, entre l'université et l'industrie explique le déclassement de la France » ajoute-t-il. Augmenter les ponts entre les deux, en faisant baigner les étudiants dans des processus de recherche dès leur première année d'étude par exemple, est un bon moyen de démystifier le travail en laboratoire tout en créant de nouvelles vocations chez les jeunes.

Proposition 2 – Opérer un choc de financement grâce aux investissements étrangers

Les parties I et II ont démontré que le véritable problème de la recherche française n'était pas sa qualité mais son financement et sa perception par la société. Pour que la France puisse respecter ses engagements européens dans ce domaine, elle se doit de passer son effort total de R&D à un minimum de 3% de son PIB ce qui nécessiterait un investissement supplémentaire de 20 milliards d'euros par an. Dans un contexte budgétaire restreint pour l'Etat, où la dette publique atteint des sommets, et dans un moment où les entreprises sont fragilisées économiquement par la crise du COVID, il est essentiel de définir de nouveaux financements pour parvenir à dynamiser notre recherche.

Nous l'avons vu plus haut, la recherche française est principalement financée par les entreprises privées. Parmi ces entreprises, on retrouve un grand nombre d'entreprises issues des branches industrielles (voir encadré 3). Si la recherche française ne peut bénéficier d'apports du secteur public et du secteur privé domestique, alors elle doit s'ouvrir aux financements extérieurs étrangers. C'est le choix qu'a notamment opéré Israël pour financer ses grands projets de recherche : 53% de la recherche nationale y est financée par des fonds étrangers, et plus de 300 multinationales étrangères ont pu y établir des centres de recherche et développement⁴³. En France, les apports étrangers ne représentent que 8% du total de la recherche⁴⁴. « L'esprit de Ligne Maginot qui prime en France, qui affirme que l'on peut se priver de fonds privés et étrangers pour financer la recherche est à côté de la plaque. Bien entendu que nous avons besoin de ces fonds, mais cela ne nous oblige pas à être naïfs. Il faut trouver un juste équilibre entre le pragmatisme dans l'accueil des capitaux étrangers et la vigilance quant aux exigences bipartites » souligne Thierry Coulhon.

43 Innovation Authority – Strategy and Policy, <https://innovationisrael.org.il/en/contentpage/strategy-and-policy>

44 Direction générale du Trésor - 2019

Le gouvernement français cultive à ce titre un étrange paradoxe. D'une part il se félicite lorsque le baromètre EY le place comme la première destination européenne des investissements internationaux en 2019⁴⁵, mais d'autre part il continue à durcir les contrôles sur les investissements étrangers, au nom de la souveraineté nationale. Le ministre de l'Economie, Bruno Le Maire, a annoncé il y a quelques semaines⁴⁶ le prolongement pour une année (jusqu'au 31 décembre 2022) du seuil participation dans des sociétés sensibles nécessitant l'autorisation de l'Etat pour les investisseurs non européens, à 10% (contre 25% auparavant).

Le caractère restrictif de la position française vis-à-vis des investissements étrangers empêche ainsi de pleinement profiter de ce potentiel pour réaliser les investissements nécessaires dans la R&D. Les investissements étrangers en R&D doivent être vus comme une force pour soutenir et développer l'innovation française, à l'instar de ce qu'il se passe en Israël. Vouloir opposer attractivité et souveraineté est improductif.

La coopération avec des groupes étrangers est un atout pour l'écosystème en R&D français. Plus de 42.000 chercheurs présents en France sont employés par une entreprise étrangère, soit près d'un quart des effectifs totaux. La présence de ces entreprises est fondamentale pour soutenir les talents français, et contribuer au développement des pôles académiques d'excellence. Facebook par exemple, a fait don de serveurs super calculateurs dotés de 8 GPU (évalués à 40 000€/pièce) au Centre Inria Grenoble - Rhône-Alpes, l'École normale supérieure et l'université Pierre-et-Marie-Curie. Cela illustre l'importance de telles collaborations pour soutenir la formation des futurs scientifiques français, et réduire la « fuite des cerveaux ». Cet investissement étranger privé a permis de compenser le manque de ressources publiques allouées à la recherche sur l'intelligence artificielle en France, tout en nouant des relations de long terme entre l'entreprise et les pôles académiques. Ainsi, Facebook a assuré un suivi de ces dons, en envoyant des chercheurs du groupe collaborer avec les étudiants et leur fournir de l'aide en cas d'absence de moyens matériels pour la recherche, notamment de logiciels. Le financement de certaines chaires s'inscrit aussi dans cette démarche collaborative positive, à l'image de la chaire créée par Google France et l'École Polytechnique sur l'intelligence artificielle (2018), ou celle de l'école MINES ParisTech financée par Microsoft sur le thème de la propriété intellectuelle et de la technologie (2013). L'apport financier étranger de ces acteurs a favorisé la création d'un poste d'enseignant-chercheur, la mise en place d'un programme de bourses et l'invitation de professeurs

45 La compétition de la relance, Baromètre de l'Attractivité de la France, EY, Mai 2020 -

46 Emission les 4 vérités, France 2 - lundi 29 novembre 2021

renommés. Ces investissements ont ainsi soutenu la compétitivité scientifique française, nourrissant des innovations et permettant de conserver les talents numériques nationaux. Des partenariats bénéfiques même s'il faut « veiller à instaurer des garde-fous » souligne Thierry Coulhon. « Lorsqu'un chercheur français se met à travailler exclusivement au service d'une entité privée, on prend le risque qu'il ne dispose plus d'assez de temps pour mener à bien ses travaux de recherche, et prend alors le risque d'assécher la recherche universitaire en la matière ».

Les mesures de compétitivité déployées à partir de juillet 2017 ont permis d'augmenter l'attractivité de la France vis-à-vis de l'étranger, en rassurant les investisseurs sur la fiscalité liée aux investissements. La levée des restrictions sur les IDE pourrait lui permettre de pleinement exploiter son potentiel d'attractivité en provoquant un choc de financement pouvant porter l'effort de la France en matière de dépenses en R&D à des niveaux supérieurs à ceux de nos principaux partenaires et concurrents. Le prochain quinquennat pourrait poursuivre cet objectif en continuant le travail réalisé sur l'attractivité de la France vis-à-vis de l'étranger en resserrant les contraintes pesant sur les IDE entrants. Une limitation des restrictions ne signifiant pas un abandon total de la surveillance, des nouvelles mesures de contrôle pourraient être déployées pour accompagner ce mouvement d'assouplissement, et éviter une fuite des compétences qui créerait de nouvelles dépendances technologiques. Cet assouplissement doit s'accompagner de l'inclusion des collaborations scientifiques dans les prochains accords de commerce international. Allant de la reconnaissance mutuelle des qualifications académiques au niveau international à la définition de standards de qualité communs dans la recherche, ces échanges serviront à faciliter la mobilité des étudiants et des chercheurs et ainsi participer à estomper au fur et à mesure la vision protectionniste latente en vigueur dans certains pays.

Proposition 3 – Renouveler les engagements de l'Etat en faveur de la science ouverte

L'élaboration rapide du vaccin contre le COVID 19 a été favorisée par le partage d'informations et la collaboration entre différents pays et laboratoires. Le partage du génome du Covid-19 par des scientifiques chinois, a par exemple conduit des chercheurs allemands à élaborer un test de dépistage utilisé dans le monde entier. L'accès libre et gratuit aux publications scientifiques du monde est un combat ancien. Au XVIIIe siècle, la controverse Newton-Leibnitz, discutant de la paternité des bases du calcul intégral, fut emblématique des limites de la recherche secrète et la nuisibilité de la non-publicité des

différents fruits de la recherche scientifique. C'est l'une des raisons qui a notamment amené à la création des premières académies, comme la Royal Society en 1660 et l'Académie des Sciences en 1666. Chaque académie a alors édité sa propre revue dans laquelle seront consignées les dernières découvertes scientifiques ainsi que le nom de leurs auteurs. L'accès aux résultats publiés de la recherche (publications scientifiques en accès libre), constitue le premier pilier de la science ouverte⁴⁷.

Le mouvement a pris une nouvelle ampleur au détour des années 2000, avec l'avènement d'internet. La Conférence de Budapest en 2001, et la déclaration de Berlin en 2003 a permis de faire émerger ce débat dans le champ politique en affirmant la nécessité mondiale de disposer d'un libre accès à la recherche. La déclaration finale est la suivante :

Nous remplissons trop imparfaitement notre mission de diffusion de la connaissance si l'information n'est pas mise rapidement et largement à la disposition de la société. De nouveaux modes de diffusion de la connaissance, non seulement sous des formes classiques, mais aussi, et de plus en plus, en s'appuyant sur le paradigme du libre accès via l'Internet, doivent être mises en place. Nous définissons le libre accès comme une source universelle de la connaissance humaine et du patrimoine culturel ayant recueilli l'approbation de la communauté scientifique.

En 2007, l'OCDE se prononce⁴⁸ pour « l'accès aux données issues de la recherche financée sur fonds publics » dans le but « d'augmenter le rendement des investissements publics dans la recherche scientifique ». Cette nouvelle norme de partage des données ouvertes (open data) constitue le second pilier de la science ouverte.

Néanmoins, face aux difficultés de reproductibilité de certains résultats, qui bloquent le processus de diffusion du savoir lié à la recherche⁴⁹, l'ouverture des codes et protocoles pour produire ces données (open source), voulue par l'OCDE, commence à se diffuser et constitue le troisième et dernier pilier de la science ouverte.

La mise en place de réseaux et projets de recherche collaborative, massivement distribués grâce notamment au soutien des programmes européens (programme-cadre de recherche et d'innovation de l'Union européenne Horizon 2020 puis Horizon Europe), favorise la transdisciplinarité et l'association de compétences entre nations, tout en favorisant la transparence dans la recherche et la diminution

47 Source : Bibliothèque de l'université de Paris

48 Principes et lignes directrices de l'OCDE pour l'accès aux données de la recherche financée sur fonds publics, OCDE, 2017

49 Reproducibility of scientific results in the EU, OCDE, 2020

des coûts inhérents. La science ouverte est un outil puissant pour relever les défis globaux auxquels le monde est confronté. La mise en réseau des chercheurs les plus brillants dans leur domaine permettra d'augmenter l'utilité de tous les pays participants, selon la loi de Metcalfe⁵⁰. Dans ce contexte, les mesures de fermeture, de coercition ou tout simplement de sortie du réseau seraient ainsi préjudiciables pour les pays adeptes de la science ouverte, mais également pour le pays en question.

Le partage de la recherche fondamentale non classée sécurité défense, financée sur fonds publics et sur fonds privés (Fondations de recherche), entre les scientifiques du monde entier est une condition pour favoriser la croissance mondiale et le développement économique et social, dans les années à venir. Les approches ouvertes sont essentielles pour traiter de problèmes globaux, s'appliquant à de grandes échelles comme l'énergie, l'environnement, l'épidémiologie ou encore l'économie. La France et l'Union Européenne doivent ainsi non seulement renouveler leur engagement envers les principes de science ouverte, mais également inciter un maximum de nations à rejoindre ce processus. La France doit favoriser l'émergence d'initiatives publiques ou privées visant un partage plus élargi des articles scientifiques en accès libre, mais aussi des logiciels et des données de recherche.

⁵⁰ Énoncée en 1980 par Robert Metcalfe, inventeur du protocole Ethernet, cette loi dispose que la puissance d'un réseau est égale au carré du nombre de ses utilisateurs, donc plus le nombre de chercheurs adoptant les process de science ouverte en réseau sera important, plus la science ouverte pourra porter ses fruits.

Graphique 25 – Les composantes de la science ouverte⁵¹



La recommandation mondiale sur la science ouverte, en cours d'élaboration par l'UNESCO semble ainsi être un outil à défendre et à appuyer pour y parvenir. Cette dernière, élaborée pendant la crise du COVID, doit normalement « *fournir le cadre nécessaire aux acteurs du monde entier pour transformer et démocratiser la science. De cette façon, nous pouvons garantir que la science répond vraiment aux besoins les plus urgents des personnes et de la planète, pour le bien de tous* » selon sa directrice générale, Audrey Azoulay.

La France, en plus de voter et d'enrichir cette recommandation, pourrait ainsi aller plus loin en appliquant des mesures plus volontaristes. Elle pourrait par exemple exiger un accès réciproque aux fruits de la recherche de ses pays partenaires, dans le cadre des programmes bilatéraux de recherche avec des pays situés en dehors de l'UE, tout en favorisant des visites régulières dans les laboratoires et établissements d'enseignement supérieurs de ces mêmes pays. Cela permettrait non seulement de miser de manière plus accrue sur la recherche internationale, mais également de favoriser les échanges scientifiques avec des pays avec lesquels nous avons déjà des attaches économiques.

51 Source du graphique : UNESCO



Conclusion - Le marché mondial comme horizon de l'innovation française

« Des chercheurs qui cherchent, on en trouve ; des chercheurs qui trouvent, on en cherche ». Cette citation apocryphe du Général de Gaulle⁵² résonne dans l'opinion publique pour une double raison : nous nous sommes collectivement désintéressés de la science et du progrès technique, tout en nous habituant à subir un déclassement technologique de manière irrémédiable.

Dans la révolution technologique qui se joue sous nos yeux, nous avons fait le choix de rester spectateurs, à rebours du rôle que notre pays a tenu ces derniers siècles dans le développement d'innovations majeures et fondamentales. Dans le pays où la dépense publique est la plus élevée du monde occidental, l'arbitrage entre les dépenses de court terme (les dépenses de fonctionnement) et celles de long terme (les dépenses d'investissements et de R&D) a été fait, et il ne va pas dans la préparation de l'avenir. Dans la nation qui a vu naître et s'élever les plus grands scientifiques du monde, la science est

⁵² « Des chercheurs qui cherchent, on en trouve ; des chercheurs qui trouvent, on en cherche » : la phrase que de Gaulle n'aurait jamais dite, Nouvel Obs, Janvier 2017

maintenant méfiée, écrasée par l'importance prise par les opinions.

Néanmoins cette tendance n'est pas irréversible. Certains soubresauts ressentis depuis 2017, laissent présager que l'innovation peut (re)devenir un horizon commun. Si cette ambition retrouvée se confirmait, alors il serait possible de replacer la France dans la course mondiale. La science n'ayant pas de frontière, vouloir lui en imposer revient à se priver de son potentiel de découverte.

Cela demande néanmoins certains ajustements : en finir avec les totems protectionnistes qui amputent notre capacité à innover, redéfinir une ambition nationale en matière de recherche impliquant les acteurs privés et publics et fortement désiloter la recherche, pour ne plus en faire un élément à part de nos politiques publiques. C'est en s'ouvrant un maximum vers l'extérieur que la France pourra alors retrouver sa place de grande puissance innovante et s'inviter à la table des décideurs économiques de demain.



Bibliographie

- ◇ Aghion P. et Howitt P. « A Model of Growth Through Creative Destruction », *Econometrica*, vol. 60, no. 2, [Wiley, Econometric Society], 1992
- ◇ Algan Y., Cohen D., Davoine E., Foucault M., Stancheva S., « Confiance dans les scientifiques par temps de crise », focus 068-2021, CAE, 2021
- ◇ Barro, R.J. et Sala-i-Martin, X. « La Croissance Économique », Ediscience international et McGraw-Hill Book Co. Europe 1996
- ◇ Barro, « Government spending in a simple model of endogenous growth », *Journal of Political Economy*, 98(5), pp.S103-S125, 1990
- ◇ Berthoumieu J., et Bouët A., « Les politiques « à la frontière » et « derrière la frontière » : quel impact sur la R&D réductrice de coût ? », *Revue économique*, vol. 68, no. 4, 2017,
- ◇ Brasi E., Laurençon E., Nouma Anaba P., « Israël, le 6e Gafam ? Une stratégie de puissance technologique », VA Press, 2019
- ◇ Coe, D. et E. Helpman, « International R&D Spillovers », *European Economic Review*, 1995
- ◇ Crepon B., Duguet E., and Mairesse J., « Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. » *Economics of Innovation and New Technology* 7, 1998
- ◇ Encaoua D., Foray D., Hatchuel A., Mairesse Jacques, « Les enjeux économiques de l'innovation : Bilan du programme CNRS », *Revue d'économie politique* 114(2), 2004
- ◇ Hanel P., « L'effet des dépenses en R&D sur la productivité de travail au Québec », *L'Actualité économique* 64(3), 1988
- ◇ Hairault, J.-O., « La Croissance : Théories et Régularités Empiriques », *Economica*, 2004
- ◇ Herteman J.-P., « Enjeux et perspectives des industries de défense françaises », *Géoéconomie*, 2011
- ◇ Hoes C., « Innovations de rupture : enjeux et défis pour la souveraineté française », *Revue Défense Nationale*, 2021

- ◇ Jones, C.I. « Introduction to Economic Growth », New York : W.W.Norton, 1998
- ◇ Jongduk K. and Moonhee Cho. "How Does Protectionist Trade Policy Interact with FDI?", Working Paper
- ◇ Marek P., Titze M., Fuhrmeister C. et Blum U., «R&D collaborations and the role of proximity », *Regional Studies*, 51:12, 1761-1773, 2017
- ◇ Mongo M., « Les déterminants de l'innovation : une analyse comparative service/industrie à partir des formes d'innovation développées », *Revue d'économie industrielle* 143, 2013
- ◇ OCDE « Manuel de Frascati 2015 : Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental, Mesurer les activités scientifiques, technologiques et d'innovation », Éditions OCDE, Paris, 2016
- ◇ Pianta M., et Vivarelli M., « The employment Impact of Innovation : Evidence and Policy », 2000
- ◇ Robert M. Solow, « A Contribution to the Theory of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, p. 65-94,1956,
- ◇ Romer, Paul M. « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, no. 5, University of Chicago Press, 1990
- ◇ Romer P., « The Origins of Endogenous Growth, *Journal of Economic Perspectives* » —Volume 8, Number, 1994
- ◇ Romer P.M, « Increasing return and long-run growth », *Journal of Political Economy*, 94(5), pp.1002-103, 1986
- ◇ Sicsic M., Dortet-Bernadet V. « L'effet des aides à la R&D sur l'emploi : une évaluation pour les petites entreprises en France », *Economie et Statistique*, 2019
- ◇ Trevor W. Swan, « *Economic Growth and Capital Accumulation* », *Economic Record*, John Wiley & Sons, vol. 32, n° 2, novembre, 1956,
- ◇ Parisi, M., Schiantarelli, F. et Sembenelli, A. « Productivity, Innovation and R&D: Micro Evidence for Italy », *European Economic Review*. 50, 2006
- ◇ Weil D., « *Economic Growth* », Pearson International Edition 2009