



*L'avenir s'annonce meilleur
pour l'industrie que pour la
recherche fondamentale*
Shannon Stewart et Stacy Springs

Une infirmière se sert d'un appareil de luminothérapie pour traiter les effets secondaires de la chimiothérapie et de la radiothérapie chez un patient atteint de cancer, lors d'un essai organisé en 2011 à l'hôpital Birmingham par l'Université d'Alabama. La technologie HEALS (High Emissivity Aluminumiferous Luminescent Substrate ; en français, substrat luminescent aluminifère à émissivité élevée) utilise 288 LED puissantes pour produire un faisceau lumineux intense. La thérapie photodynamique du même nom a été développée à partir d'expériences conduites dans la Station spatiale internationale.

Photo © : Jim West/Science Photo Library

5. États-Unis d'Amérique

Shannon Stewart et Stacy Springs

INTRODUCTION

Une reprise fragile

L'économie américaine s'est relevée de la récession de 2008-2009¹. La bourse a atteint de nouveaux records et le PIB est reparti à la hausse depuis 2010, malgré quelques trimestres hésitants. Le taux de chômage s'établit à 5,5 % en 2015, soit un niveau nettement inférieur à son pic de 2010 (9,6 %).

Après une nette détérioration en 2008, la situation des finances publiques des États-Unis est en train de se rétablir. Grâce à une croissance économique de plus en plus robuste, le déficit budgétaire combiné de l'État fédéral et des États devrait diminuer pour atteindre 4,2 % du PIB en 2015. Il demeurera toutefois l'un des plus élevés des pays du G7 (figure 5.1). Le déficit budgétaire fédéral (2,7 % du PIB) représentera un peu moins des deux tiers du déficit total selon les prévisions² du Bureau du budget du Congrès américain, soit une baisse considérable par rapport au niveau record de 2009, à 9,8 % du PIB.

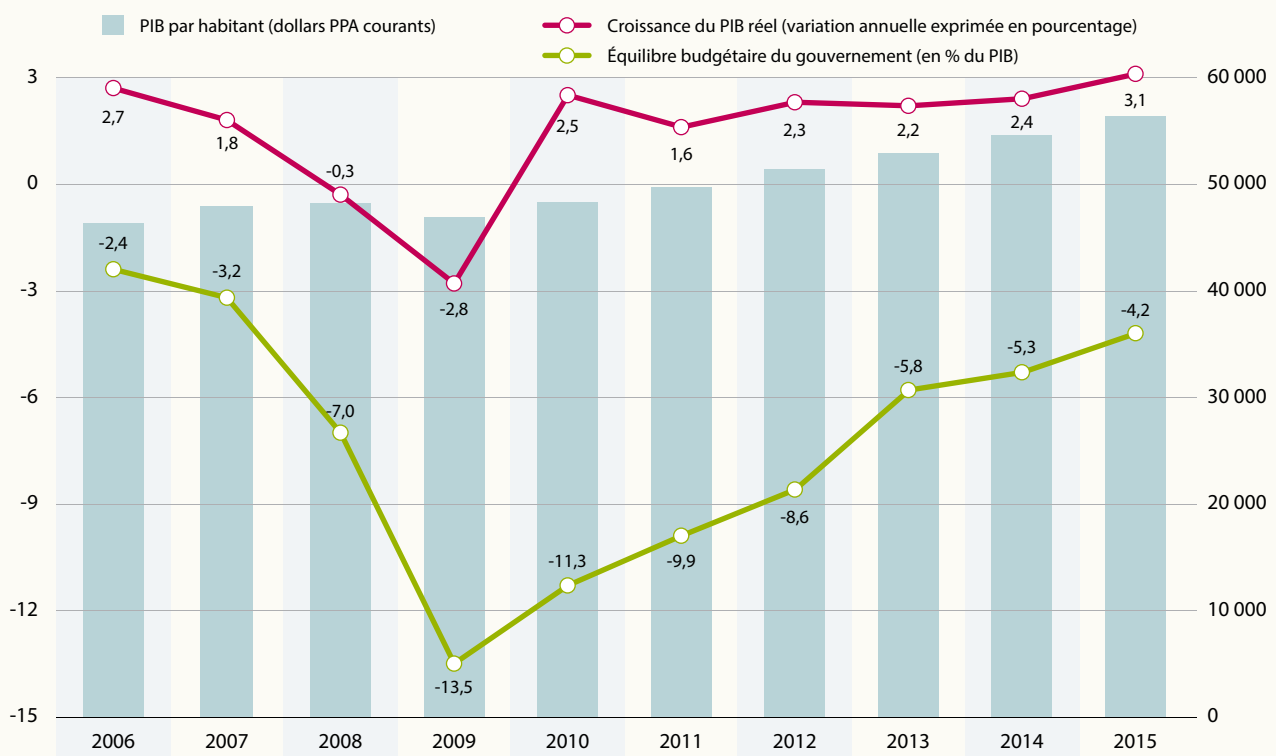
1. Selon le Bureau national américain de recherche économique, les États-Unis ont été en récession de décembre 2007 à fin juin 2009.

2. Voir <https://www.cbo.gov/publication/49973>

Depuis 2010, l'investissement fédéral dans la recherche et développement (R&D) a stagné du fait de la récession. Néanmoins, l'industrie a globalement maintenu son effort de R&D, en particulier dans les secteurs en pleine croissance et bénéficiant d'importants débouchés. De ce fait, la dépense totale de R&D n'a que légèrement fléchi, et la part des sources industrielles est passée de 68,1 % en 2010 à 69,8 %. À l'heure actuelle, les dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD) augmentent à nouveau, tout comme la part revenant au secteur commercial (figures 5.2 et 5.3).

La reprise reste cependant fragile. Malgré la baisse du chômage, le nombre de demandeurs d'emploi s'élève encore à 8,5 millions, dont 2,5 millions sont des chômeurs de longue durée (c'est-à-dire des personnes au chômage depuis au moins 27 semaines). On compte par ailleurs 6,6 millions de personnes employées à temps partiel qui préféreraient travailler à temps plein, ainsi que 756 000 personnes qui ont cessé toute recherche d'emploi. Les salaires stagnent et parmi les personnes qui ont perdu leur emploi pendant la récession, beaucoup ont retrouvé du travail dans les secteurs en croissance mais avec un salaire inférieur. Le salaire horaire moyen n'a augmenté que de 2,2 % au cours des 12 mois précédant avril 2015.

Figure 5.1 : PIB par habitant, croissance du PIB et déficit du secteur public aux États-Unis, 2006-2015



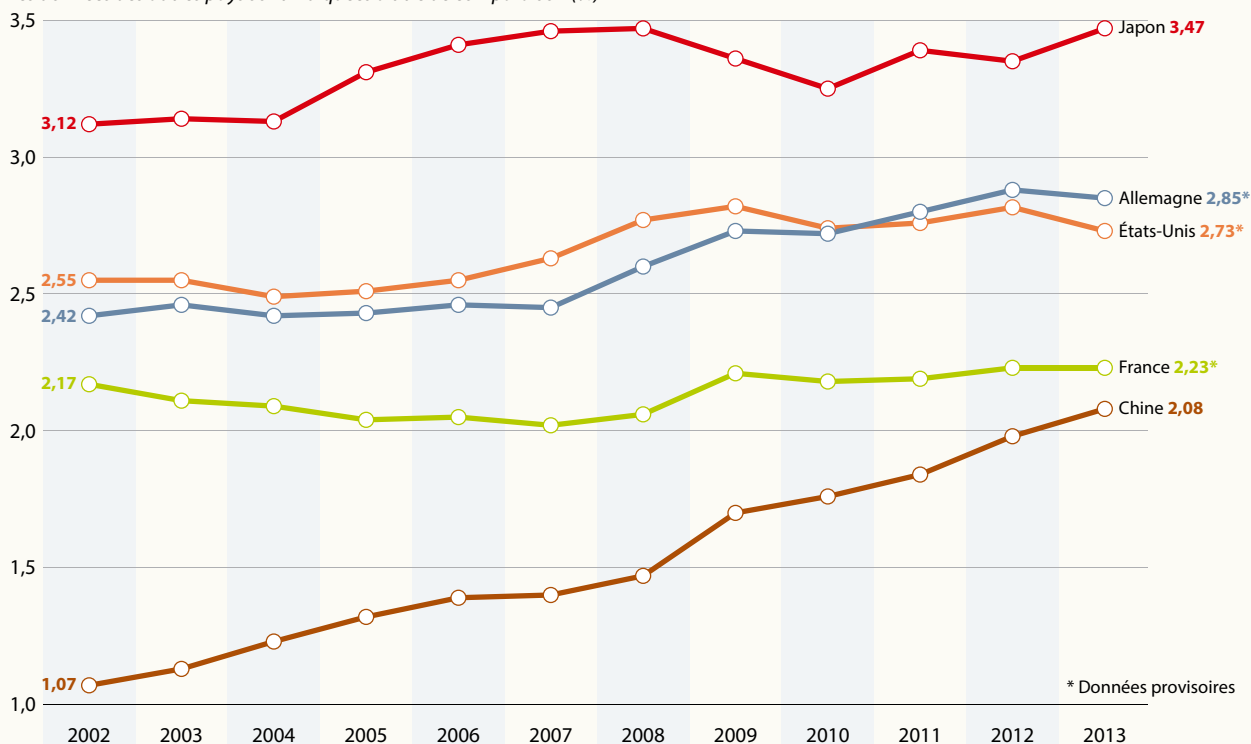
Remarque : Les données sur 2015 sont des estimations. Le solde budgétaire des administrations publiques est aussi appelé ratio capacité/besoin de financement net des administrations publiques. Il inclut l'administration fédérale et celle des États.

Source : FMI, Data Mapper en ligne, août 2015

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Figure 5.2 : Ratio DIRD/PIB aux États-Unis, 2002-2013 (%)

Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison (%)

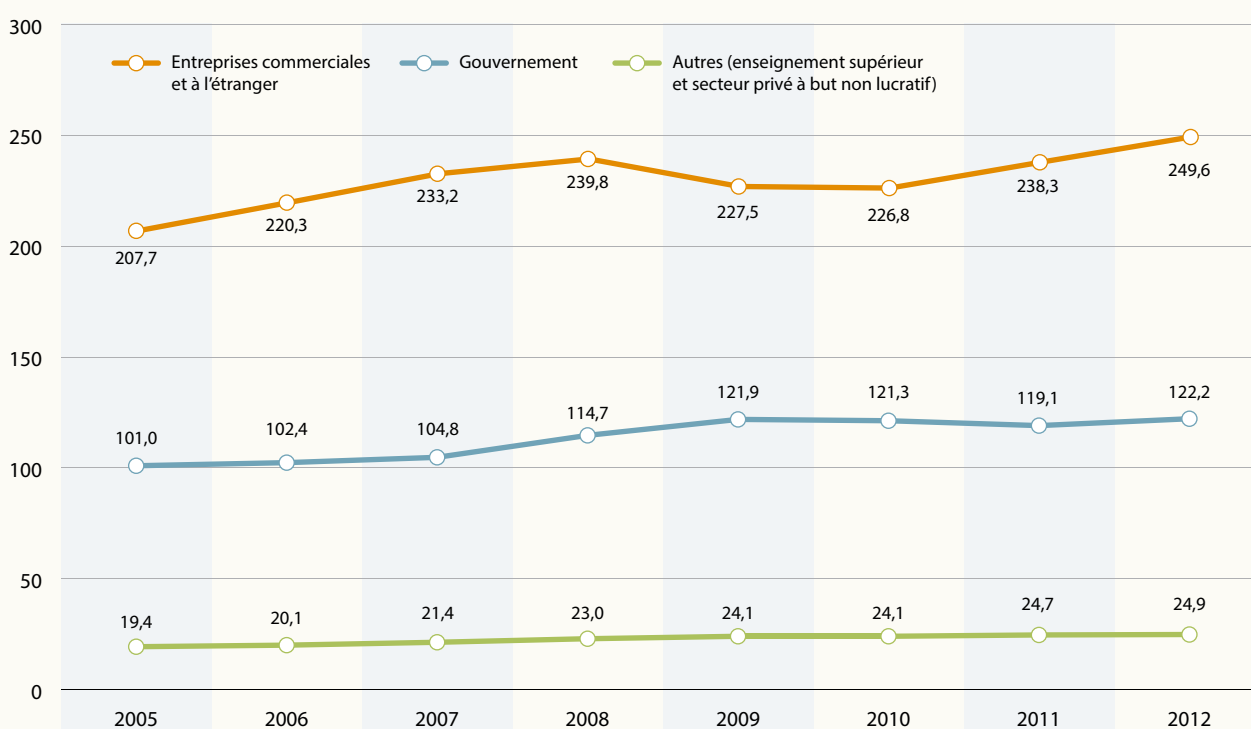


* Données provisoires

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015. Les données sur les États-Unis pour 2013 sont tirées des Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE, août 2015.

Figure 5.3 : Répartition des DIRD aux États-Unis par source de financement, 2005-2012

En milliards de dollars PPA constants de 2005



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, août 2015.

Les fonds engagés au titre du plan de relance adopté en 2009 pour stimuler l'économie (*American Recovery and Reinvestment Act*) ont sans doute atténué les risques de pertes d'emploi à court terme dans le secteur des sciences et de la technologie, du fait qu'une part importante de ces mesures était destinée à soutenir la R&D. Une étude réalisée par Carnivale et Cheah (2005) a montré que les étudiants diplômés en science, technologie, ingénierie ou mathématiques étaient moins touchés par le chômage que la moyenne ; seuls 5 % d'entre eux étaient sans emploi en 2011-2012. Les détenteurs d'un diplôme en sciences physiques écopaient du taux de chômage le plus faible. Les salaires moyens des jeunes diplômés ont toutefois baissé quelle que soit la discipline. Par ailleurs, même si l'Institut de recherche industrielle indique que les entreprises prévoient d'embaucher des personnes chevronnées comme des jeunes diplômés (dans des proportions certes moindres que l'année passée), les coupes annoncées dans le budget fédéral de la R&D en 2015 et 2016 ne laissent rien présager de bon s'agissant du financement public de la recherche.

Gel des budgets fédéraux de recherche

Si le président soumet une proposition de budget annuel pour la science aux États-Unis, la décision finale concernant le financement fédéral appartient toutefois au Congrès (parlement bicaméral). De 2011 à 2015, les deux principaux partis politiques contrôlaient chacun l'une des chambres du Congrès : les Républicains disposaient de la majorité à la Chambre des représentants et les Démocrates au Sénat. En janvier 2015, les Républicains ont également pris le contrôle du Sénat. Malgré les efforts du gouvernement pour augmenter le financement de la recherche, les priorités du Congrès ont largement prévalu (Tollefson, 2012). La plupart des budgets fédéraux de recherche ont été gelés ou ont décliné en dollars indexés au cours des cinq dernières années, conséquence des efforts d'austérité du Congrès visant à économiser 4 000 milliards afin de réduire le déficit budgétaire fédéral. Depuis 2013, le Congrès a refusé à plusieurs reprises d'approuver le budget fédéral présenté par le gouvernement. Le Congrès dispose de ce pouvoir de négociation depuis qu'il a voté une loi en 2011 selon laquelle des coupes budgétaires automatiques d'un montant proche de 1 000 milliards de dollars s'appliqueraient globalement dès 2013 si le Congrès et la Maison Blanche ne parvenaient pas à s'accorder sur un plan de réduction du déficit. Le bras de fer budgétaire de 2013 a entraîné une fermeture de l'administration américaine pendant plusieurs semaines, certains fonctionnaires fédéraux se retrouvant de facto en situation de congé sans solde. Les effets de l'austérité et des restrictions budgétaires pèsent sur l'investissement fédéral. Ainsi, comme nous allons le voir, il est difficile pour les jeunes scientifiques de faire carrière.

Cette politique d'austérité peut s'expliquer, en partie, par la perception que le besoin de R&D est moins prégnant qu'auparavant. Avec la fin de deux longues interventions en Afghanistan et en Iraq, les technologies militaires ne constituent plus la priorité en matière de recherche et on constate une diminution des activités de R&D dans le secteur de la défense. Par ailleurs, les dépenses fédérales dans la recherche en sciences de la vie n'ont pas augmenté aussi vite que l'inflation, malgré les nouveaux besoins d'une population vieillissante. L'investissement au niveau fédéral dans la recherche énergétique et climatique a quant à lui été modeste.

Dans son discours sur l'état de l'Union en 2015, le Président Obama a présenté ses priorités stratégiques pour l'avenir, à savoir la poursuite de la lutte contre le changement climatique et une nouvelle initiative pour une médecine de précision. La concrétisation des priorités de l'exécutif doit beaucoup à la collaboration entre le gouvernement, l'industrie et le secteur à but non lucratif. Parmi les actions phares conçues selon ce modèle de collaboration figurent l'Initiative BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), une initiative de recherche sur le cerveau qui cherche à accélérer le développement et l'application des neurotechnologies innovantes ; le Partenariat pour un secteur manufacturier de pointe ; et la loi sur l'engagement des entreprises américaines pour le climat (*American Business Act on Climate Pledge*), qui a récemment permis au gouvernement de recueillir auprès de ses partenaires industriels des promesses de financement d'un montant de 140 milliards de dollars. Nous examinerons ces trois initiatives dans la prochaine section.

Sur le plan international, les États-Unis sont confrontés à la mutation progressive et irréversible du paysage scientifique, caractérisée par le passage d'une structure unipolaire à un environnement plus international et multipolaire. Les effets de cette mutation s'observent à nombre de niveaux du système scientifique américain, depuis l'éducation jusqu'à l'activité en matière de brevets. Par exemple, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) prévoit que les dépenses de R&D de la Chine dépasseront celles des États-Unis aux alentours de 2019 (voir également le chapitre 23). Bien que les États-Unis soient actuellement les leaders mondiaux en termes de R&D, leur avance diminue et devrait continuer à s'amenuiser, voire disparaître complètement, dans un futur proche.

LES PRIORITÉS DU GOUVERNEMENT

Changement climatique : la priorité de la politique scientifique

L'administration Obama a fait du changement climatique la priorité absolue de sa politique scientifique. L'investissement dans les nouvelles énergies pour réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique est l'une des principales stratégies adoptées. Elle se traduit notamment par l'allocation de fonds à la recherche fondamentale dans le domaine de l'énergie au niveau des universités, par des prêts aux entreprises et par d'autres incitations en faveur de la R&D. La Maison Blanche a su tirer profit de la crise économique qui a suivi la crise financière pour investir dans la science et la recherche et développement. Depuis, les difficultés politiques ont toutefois contraint le président à revoir ses ambitions à la baisse.

Devant l'opposition du Congrès, le président a pris des mesures pour lutter contre le changement climatique dans la limite de ce que lui permettent ses pouvoirs exécutifs. En mars 2015, il a par exemple opposé son veto à un projet de loi qui aurait autorisé la construction de l'oléoduc Keystone XL visant à transporter à travers les États-Unis du pétrole issu des sables bitumineux du Canada jusqu'au golfe du Mexique. Il a également supervisé la création de nouvelles normes ambitieuses sur le carburant pour les voitures et les camions. En 2014, son principal conseiller

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

scientifique, John Holdren, directeur du Bureau de la politique scientifique et technologique et vice-président du Conseil du président pour la science et la technologie³, a dirigé et rendu public une *Évaluation nationale du climat*, une étude approfondie et revue par les pairs des effets du changement climatique aux États-Unis. Au nom de la nécessité pour les États-Unis de garantir leur indépendance énergétique, le président a toutefois autorisé la fracturation hydraulique et approuvé, en 2015, le forage du pétrole dans l'océan Arctique.

Le gouvernement a décidé d'utiliser le mandat de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) pour réguler les émissions de gaz à effet de serre. L'EPA s'est fixé comme objectif de réduire de 30 % les émissions de CO₂ des centrales électriques américaines. Certains États contribuent également à cette politique puisqu'ils sont libres de fixer leurs propres objectifs en matière d'émissions. La Californie est l'un des états les plus stricts dans ce domaine. En avril 2015, le gouverneur a fixé un objectif de réduction des émissions de CO₂ de 40 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990. La Californie a connu une grave sécheresse ces dernières années.

Les États-Unis ne pourront atteindre leurs objectifs de réduction des émissions sans l'engagement des acteurs industriels. Le 23 juillet 2015, 13 grandes entreprises américaines se sont engagées à investir 140 milliards de dollars dans des projets de réduction des émissions, dans le cadre de l'*American Business Act on Climate Pledge* annoncé par la Maison Blanche. Six d'entre elles ont pris les engagements suivants :

- Bank of America s'est engagée à augmenter ses investissements en faveur de l'environnement jusqu'à 125 milliards de dollars d'ici 2025, contre 50 milliards actuellement ;
- Coca-Cola s'est engagé à réduire son empreinte carbone d'un quart d'ici 2020 ;
- Google, qui est le premier acheteur mondial d'énergie renouvelable pour alimenter ses centres de données, a annoncé qu'il allait tripler ses achats au cours de la prochaine décennie ;
- La chaîne de supermarchés Walmart, leader mondial de la distribution, s'est engagée à augmenter sa production d'énergies renouvelables de 600 % et à doubler le nombre de ses supermarchés fonctionnant grâce à ces énergies ;
- Berkshire Hathaway Energy (groupe Warren Buffett) va doubler ses investissements en faveur des énergies renouvelables, d'une valeur actuelle de 15 milliards de dollars ;
- Alcoa, le fabricant d'aluminium, vise une réduction de 50 % de ses émissions de CO₂ à l'horizon 2025.

³. Ce groupe de scientifiques reconnus conseille le président en lui remettant des rapports thématiques. Les rapports les plus récents ont notamment examiné le respect de la vie privée à l'heure des mégadonnées, ainsi que des questions liées au rôle de la technologie dans l'éducation, la formation et la prestation des soins de santé. Les travaux du conseil reflètent généralement davantage les priorités présidentielles que les rapports des académies nationales des sciences.

Une Charte des droits des patients pour améliorer les soins de santé

L'amélioration des soins de santé est une priorité de l'administration Obama. La loi sur la protection des patients et l'accessibilité des soins (*Patient Protection and Affordable Care Act*) a été promulguée par le président américain en mars 2010 et confirmée par une décision de la Cour suprême en juin 2012. Présentée comme la « Charte des droits des patients », la loi vise à fournir une couverture de santé à un maximum de citoyens.

La loi sur la concurrence et l'innovation des prix des produits biologiques (*Biologics Price Competition and Innovation Act*) a été adoptée dans le cadre de cette loi. Il s'agit d'un cadre réglementaire permettant de raccourcir la procédure d'autorisation de mise sur le marché des médicaments biologiques qui sont considérés comme « biosimilaires » ou « interchangeable » avec des médicaments biologiques déjà homologués. Cette loi s'est inspirée de la loi de 1984 sur la concurrence des prix et la réactivation des brevets (*Drug Price Competition and Patent Restoration Act*), mieux connue sous le nom de « loi Hatch-Waxman », qui a favorisé la mise en concurrence des médicaments génériques afin de limiter l'inflation du prix des médicaments les plus chers. L'adoption de la loi intervient également alors que les brevets de nombreux médicaments biologiques vont expirer au cours de la prochaine décennie.

Bien que le *Biologics Price Competition and Innovation Act* ait été adopté en 2010, il a fallu attendre 2015 pour voir l'Agence américaine des médicaments et des produits alimentaires (FDA) homologuer le premier médicament biosimilaire, à savoir le Zarxio, produit par Sandoz. Son produit biologique de référence, le Neupogen, est un médicament anticancéreux qui stimule la production de globules blancs pour lutter contre les infections. En septembre 2015, un tribunal américain a débouté Amgen, le fabricant du Neupogen, qui entendait faire interdire la commercialisation du Zarxio aux États-Unis. Le Neupogen coûte environ 3 000 dollars par cycle de chimiothérapie ; le Zarxio, commercialisé depuis le 3 septembre 2015 aux États-Unis, est 15 % moins cher. En Europe, ce biosimilaire a été approuvé dès 2008 et il est commercialisé depuis sans incident. Le retard pris par les États-Unis pour élaborer une procédure d'autorisation a fait l'objet de critiques, d'aucuns soutenant qu'il constitue un obstacle à l'accès aux traitements à base de produits biologiques.

L'économie réelle que représente l'utilisation de biosimilaires est difficile à évaluer. Une étude réalisée en 2014 par l'Institut Rand estime qu'elle pourrait se situer entre 13 et 66 milliards de dollars sur la période 2014-2024, en fonction du degré de concurrence et des cadres d'homologation réglementaire de la FDA. Contrairement aux médicaments génériques, des tests minimaux et bon marché ne peuvent suffire à prouver la biosimilarité et à homologuer les biomédicaments. Les biomédicaments étant des substances complexes et hétérogènes, produites à partir de cellules vivantes, on ne peut les reproduire de façon exacte. Les essais cliniques doivent donc démontrer qu'ils sont fortement semblables à un produit biologique de référence et qu'ils ne présentent pas de différences significatives en termes d'efficacité thérapeutique et d'innocuité par rapport à celui-ci. Les coûts de développement dépendront en grande partie du nombre d'essais cliniques nécessaires.

Le *Patient Protection and Affordable Care Act* inclut des incitations financières pour les prestataires de soins de santé qui adoptent des systèmes de dossiers médicaux électroniques : jusqu'à 63 750 dollars pour un médecin dont la clientèle compte au minimum 30 % de patients couverts par Medicaid, un programme de l'État, financé au niveau fédéral, pour les personnes aux revenus modestes. D'après un rapport annuel remis au Congrès en octobre 2014, plus de 6 hôpitaux sur 10 ont échangé par voie électronique des informations sur la santé des patients avec des prestataires externes, et 7 prestataires de santé sur 10 ont délivré de nouvelles ordonnances par voie électronique. L'un des avantages du système de dossiers médicaux électroniques est de faciliter l'analyse d'un grand nombre de données sur la santé des patients en vue de personnaliser les soins. On doit au président Georges W. Bush d'avoir lancé en 2004 un plan visant à instaurer les dossiers médicaux électroniques à l'horizon 2014, afin de réduire les erreurs médicales, d'optimiser les traitements et de consolider les dossiers médicaux, pour améliorer la qualité et la rentabilité des soins.

Traitements pour le XXI^e siècle

L'objectif du projet de loi sur les traitements pour le XXI^e siècle (21st Century Cures) est de rationaliser la découverte, la fabrication et l'homologation des médicaments en levant les barrières qui entravent le partage d'informations, en renforçant la transparence réglementaire et en modernisant les normes relatives aux essais cliniques. Le projet de loi prévoit la mise en place d'un fonds d'innovation doté de 1,75 milliard de dollars par an sur cinq ans pour les Instituts de santé nationaux (NIH), l'un des principaux organismes scientifiques américains, et de 110 millions de dollars par an sur cinq ans pour la FDA. Soutenu par plusieurs groupes industriels, le projet bénéficie d'un large soutien. Le projet de loi a été adopté par la Chambre des représentants le 10 juillet 2015 à la faveur d'un rare élan de collaboration bipartisane. Au moment de la rédaction de ce rapport, en août 2015, le projet de loi n'avait pas encore été présenté au Sénat.

Si elle était adoptée, cette loi modifierait la réalisation des essais cliniques en autorisant de nouveaux types d'essais adaptatifs prenant en compte des paramètres personnalisés, tels que les biomarqueurs et la génétique. Cette disposition suscite la controverse, certains médecins mettant en garde contre le risque d'accorder trop d'importance aux biomarqueurs en tant qu'indicateurs d'efficacité, dans la mesure où ceux-ci ne reflètent pas forcément l'amélioration de l'état de santé d'un patient. Le projet de loi inclut également des dispositions spécifiques pour favoriser l'élaboration et faciliter l'homologation de médicaments contre des maladies rares et de nouveaux antibiotiques, avec notamment la possibilité de mettre certains médicaments à la disposition de populations spécifiques, ce qui constituerait le premier exemple, d'un point de vue réglementaire, de traitement différencié d'un sous-groupe de population identifié pour une maladie en particulier. (Pour une autre approche de l'accélération du processus d'homologation des médicaments au travers d'une collaboration préconcurrentielle, voir encadré 5.1, « Le Partenariat pour l'accélération des traitements »).

L'Initiative BRAIN : un « grand défi »

En 2009, l'administration Obama a publié sa *Stratégie pour l'innovation américaine*, qui sera actualisée deux ans plus tard. Cette stratégie met en avant la croissance économique axée sur l'innovation, qu'elle voit comme un moyen d'augmenter les

niveaux de revenu, de créer des emplois de meilleure qualité et d'améliorer la qualité de la vie. L'un des éléments de cette stratégie sont les « grands défis » présentés par le président en avril 2013, trois mois après sa réélection, pour accélérer les progrès dans les domaines prioritaires, en unissant les efforts des partenaires publics, privés et philanthropiques.

L'Initiative BRAIN est l'un des « grands défis » annoncés par le président en avril 2013. L'objectif est d'exploiter les technologies dans les domaines de la génétique, de l'optique et de l'imagerie pour visualiser les neurones et les circuits complexes du cerveau, afin de mieux comprendre son fonctionnement et sa structure.

L'Initiative BRAIN a déjà rassemblé des engagements de plus de 300 millions de dollars en ressources d'agences fédérales (NIH, FDA, Fondation nationale pour la science, etc.), du secteur privé (National Photonics Initiative, General Electric, Google, GlaxoSmithKline, etc.) et du secteur philanthropique (fondations et universités).

La première phase est consacrée à l'élaboration d'outils. Les NIH, guidés par la vision scientifique de leurs présidents, les docteurs Cori Bargmann et William Newsome, ont créé 58 prix d'un montant total de 46 millions de dollars. De son côté, l'Agence des projets de recherche de pointe dans la défense s'est consacrée à l'élaboration d'outils visant à créer des interfaces électriques avec le système nerveux pour traiter les troubles de la motricité. De leur côté, les partenaires industriels élaborent des solutions améliorées en termes d'imagerie, de stockage et d'analyse dont le projet aura besoin. Les universités américaines se sont quant à elles engagées à mobiliser leurs centres de neurosciences et leurs équipements de base en vue de la réalisation des objectifs de l'Initiative BRAIN.

L'Initiative pour une médecine de précision

La médecine de précision, définie comme le fait de « donner le bon traitement au bon patient au bon moment », consiste à ajuster le traitement aux caractéristiques physiologiques, biochimiques et génétiques de chaque patient. Dans la proposition budgétaire qu'il a défendue pour 2016, le président a proposé qu'une enveloppe de 215 millions de dollars soit partagée entre les NIH, l'Institut national du cancer et la FDA afin de financer une initiative pour une médecine de précision. En août 2015, le budget n'avait pas encore été soumis au vote. Entre 2005 et 2010, les entreprises pharmaceutiques et biopharmaceutiques ont augmenté leurs investissements dans la médecine de précision de près de 75 %, et une nouvelle augmentation de 53 % est prévue d'ici 2015. Entre 12 et 50 % des médicaments en cours de développement par ces entreprises sont liés à la médecine personnalisée (voir encadré 5.2).

Mettre l'accent sur la fabrication de pointe

L'une des principales priorités du gouvernement fédéral a été de faire de la fabrication de pointe un ressort de l'amélioration de la compétitivité américaine et de la création d'emplois. En 2013, le président a annoncé la création d'un comité de pilotage pour le Partenariat pour un secteur manufacturier de pointe (AMP 2.0). Suivant les recommandations des coprésidents représentant les secteurs de l'industrie, de l'emploi et des universités, il a également appelé à la création d'un réseau national mettant en relation des instituts pour l'innovation dans le secteur de la production afin de « développer les technologies et les processus de fabrication de pointe ». Le Congrès a approuvé cette demande, ce qui a permis

Encadré 5.1 : Le Partenariat pour l'accélération des traitements

Le Partenariat pour l'accélération des traitements a été lancé par les NIH le 4 février 2014 à Washington, D.C. Ce partenariat public-privé rassemble les NIH et la FDA, pour le côté public, 10 grands groupes biopharmaceutiques, ainsi que plusieurs organisations à but non lucratif. Les organismes publics et l'industrie cofinancent le budget d'un montant de 230 millions de dollars (voir tableau 5.1).

Au cours des cinq années à venir, le partenariat développera jusqu'à cinq projets pilotes relatifs au traitement de trois maladies courantes mais difficiles à soigner : la maladie d'Alzheimer, le diabète de type 2 (chez l'adulte) et deux maladies auto-immunes, la polyarthrite rhumatoïde et le lupus. L'objectif à terme est d'augmenter le nombre de diagnostics et de thérapies pour les patients et de réduire la durée et le coût de leur développement.

« À l'heure actuelle, nous investissons trop d'argent et de temps dans l'étude de "voies sans issue", tandis que les patients et leurs familles attendent », a estimé le directeur

des NIH, Francis S. Collins, lors du lancement du partenariat. « Tous les acteurs du secteur biomédical s'accordent sur le fait qu'il s'agit d'un défi hors de la portée des secteurs individuels et qu'il est temps de travailler main dans la main et d'explorer ensemble de nouvelles méthodes afin d'augmenter nos chances collectives de réussite. »

La durée de fabrication d'un nouveau médicament dépasse de loin la décennie et le taux d'échec excède les 95 %. En conséquence, chaque médicament développé avec succès coûte plus d'un milliard de dollars. Les échecs les plus coûteux sont ceux qui se produisent lors des dernières phases d'essai. Il est donc essentiel d'identifier les bonnes cibles biologiques (gènes, protéines et autres molécules) le plus tôt possible au cours du processus de développement, afin de concevoir des médicaments plus rationnels et des traitements mieux adaptés.

Pour chaque projet pilote, les scientifiques des NIH et de l'industrie ont élaboré des plans de recherche visant à définir des

indicateurs moléculaires efficaces de la maladie, appelés biomarqueurs, et à identifier les cibles biologiques les plus susceptibles de réagir à de nouvelles thérapies (connues sous le nom de thérapies ciblées). Ils pourront ainsi se concentrer sur un nombre plus réduit de molécules. Les laboratoires partageront des échantillons (sang, tissus du cerveau prélevés chez des patients décédés) nécessaires pour identifier les biomarqueurs. Ils participeront également aux essais cliniques des NIH.

Le partenariat sera géré par le biais de la Fondation pour les NIH. Point essentiel, les partenaires industriels ont accepté de rendre toutes les données et analyses issues du partenariat accessibles à l'ensemble de la communauté de la recherche biomédicale. Ils se sont engagés à n'utiliser aucune découverte pour développer leurs propres médicaments, tant que les résultats n'auront pas été rendus publics.

Source : www.nih.gov/science/amp/index.htm.

Tableau 5.1 : Paramètres du Partenariat pour l'accélération des traitements, 2014

Partenaires gouvernementaux	Partenaires industriels	Organisations à but non lucratif partenaires	
FDA	AbbVie (É.-U.)	Association Alzheimer	
NIH	Biogen (É.-U.)	Association américaine du diabète	
	Bristol-Myers Squibb (É.-U.)	Fondation américaine du lupus	
	GlaxoSmithKline (R.-U.)	Fondation pour les NIH	
	Johnson & Johnson (É.-U.)	Fondation Geoffrey Beene	
	Lilly (É.-U.)	PhRMA	
	Merck (É.-U.)	Fondation pour la recherche en rhumatologie	
	Pfizer (É.-U.)	USAgainstAlzheimer's	
	Sanofi (France)		
	Takeda (Japon)		

Maladie ciblée	Budget total du projet (en millions de dollars)	Budget total des NIH (en millions de dollars)	Budget total de l'industrie (en millions de dollars)
Maladie d'Alzheimer	129,5	67,6	61,9
Diabète de type 2	58,4	30,4	28,0
Polyarthrite rhumatoïde et lupus	41,6	20,9	20,7
Total	229,5	118,9	110,6

au président de promulguer une loi sur la relance de l'industrie manufacturière américaine (*Revitalize American Manufacturing Act*) en septembre 2014, avec à la clé un investissement de 2,9 milliards de dollars. Ces fonds, auxquels viendront s'ajouter des investissements équivalents de la part de partenaires privés et non fédéraux, serviront à créer un premier réseau de 15 instituts, dont 9 ont d'ores et déjà été identifiés ou établis. Ces instituts travaillent sur les procédés de fabrication additive, comme l'impression tridimensionnelle (3D), la conception et la fabrication numérique, la construction légère, les semi-conducteurs à large bande, les appareils électroniques souples et hybrides, la photonique intégrée, les énergies propres et les textiles et fibres nouvelle génération. L'objectif de ces pôles d'innovation sera de garantir une collaboration pérenne en matière d'innovation entre les parties prenantes de l'administration, du secteur industriel et du monde universitaire, afin de développer et de présenter des technologies de fabrication de pointe qui augmentent la productivité commerciale. L'objectif est aussi de rassembler les meilleurs talents de tous les secteurs pour faire la démonstration de technologies de pointe et de créer un vivier de talents dans ce domaine.

Les navettes spatiales habitées ne sont plus la priorité

Contrairement de réaliser des économies, l'Agence spatiale américaine (NASA) a décidé de renoncer aux vols spatiaux habités ces dernières années. Elle a ainsi mis fin à son programme phare de navette spatiale en 2011, et le programme prévu pour lui succéder a été annulé. Les Américains dépendent désormais des fusées russes Soyouz pour envoyer leurs astronautes vers la Station spatiale internationale. En parallèle, le partenariat entre la NASA et le groupe privé américain SpaceX se renforce, mais SpaceX n'est pas encore en mesure d'assurer des vols habités. En 2012, son vaisseau Dragon est devenu le premier vaisseau spatial commercial à acheminer du fret vers et depuis la Station spatiale internationale.

En 2015, la sonde spatiale américaine New Horizons a réussi à effectuer un survol de la planète naine Pluton dans la ceinture de Kuiper, à 4,8 milliards de kilomètres de la Terre, une prouesse que l'astrophysicien Neil deGrasse Tyson a comparée à « un trou en un coup sur un terrain de golf de plus de 3 kilomètres ». John Holdren, le principal conseiller scientifique du président, a souligné que les États-Unis étaient devenus le premier pays à avoir exploré la totalité du système solaire.

LES PRIORITÉS DU CONGRÈS

Volonté de diminuer le financement de la recherche

La présidence républicaine du Comité pour la science, l'espace et la technologie de la Chambre des représentants a exprimé publiquement son scepticisme concernant le programme relatif au changement climatique de l'administration Obama. Elle a également cherché à réduire le budget consacré à la recherche dans les domaines des géosciences et des nouvelles énergies, tout en resserrant l'étau politique sur les dépenses. Certains membres du Congrès s'en sont pris à des subventions spécifiques, dénonçant un manque de jugement scientifique et un gaspillage, un discours qui trouve un écho auprès des électeurs.

Le Congrès peut fixer directement la politique scientifique en adoptant des législations qui affectent à la fois le cadre juridique et les financements. Les projets de loi du Congrès couvrent des thèmes extrêmement divers, allant de la préparation aux inondations aux nanotechnologies, en passant par l'exploitation

pétrolière offshore et les traitements contre la dépendance. Voici trois exemples de lois qui ont un impact important sur la politique scientifique américaine : la loi pour la promotion de l'excellence dans les sciences, la technologie et l'éducation (*America COMPETES Act*), la loi de séquestre budgétaire et la loi sur la modernisation de la sécurité alimentaire (*Food Safety Modernization Act*).

Un plus grand contrôle du Congrès sur le financement des bourses

L'*America COMPETES Act* a été voté en 2007 puis renouvelé et entièrement financé en 2010. Un nouveau renouvellement sera débattu avant la fin de la législature actuelle en janvier 2017. L'objectif de cette loi est de stimuler la recherche et l'innovation par le biais d'investissements dans l'éducation, la formation des enseignants, et des prêts garantis pour les technologies de fabrication innovantes et l'infrastructure scientifique. La loi prévoit également une évaluation régulière des progrès dans ces trois domaines, ainsi que de la compétitivité globale des États-Unis en matière scientifique et technologique. Le volet prioritaire sur l'éducation de l'*America COMPETES Act* et son impact dans ce domaine sont examinés en détail dans la section sur les tendances en matière d'éducation (voir p. 148).

Au moment de la rédaction de ce rapport, en août 2015, la loi de renouvellement de l'*America COMPETES Act* de 2015 a été votée par la Chambre mais pas par le Sénat. Si elle est adoptée, cette loi permettra au Congrès d'exercer un contrôle sur les dispositifs de bourses financées par la Fondation nationale pour la science (NSF). Elle imposerait également comme condition de financement que toutes les bourses accordées par la NSF correspondent à des recherches qui soient au service de l'intérêt national. La NSF devrait alors accompagner ses décisions de financement d'une justification écrite démontrant comment la bourse s'inscrit dans l'un des sept grands axes d'« intérêt national » tels que définis dans le projet de loi. Ces sept axes ont pour ambition de :

- augmenter la compétitivité économique des États-Unis ;
- améliorer la santé et le bien-être des Américains ;
- développer les compétences en science, technologie, ingénierie et mathématiques chez les actifs et les rendre compétitifs au plan international ;
- augmenter les connaissances scientifiques du grand public et sa participation dans le domaine des sciences et de la technologie ;
- développer les partenariats entre le monde universitaire et l'industrie ;
- soutenir la défense nationale ; ou
- promouvoir le progrès scientifique aux États-Unis.

Le mécanisme du séquestre a pesé sur les budgets de la recherche

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le séquestre désigne un ensemble de coupes budgétaires automatiques visant à réduire le déficit fédéral. Depuis 2013, les budgets des organismes qui financent la R&D ont subi des réductions globales comprises entre 5,1 et 7,3 % et devraient rester gelés jusqu'en 2021. Effectuées en dehors du calendrier régulier des enveloppes budgétaires, ces coupes ont pris beaucoup d'institutions par surprise, en particulier les universités et les laboratoires publics qui dépendent de financements fédéraux.

Encadré 5.2 : Tendances industrielles dans les sciences de la vie aux États-Unis

Hausse de l'investissement industriel

Avec 46 % des dépenses mondiales de R&D dans le domaine des sciences de la vie, les États-Unis sont les leaders mondiaux en la matière. En 2013, les groupes pharmaceutiques américains ont dépensé 40 milliards de dollars en R&D aux États-Unis et près de 11 milliards de dollars à l'étranger. Les industries liées aux sciences de la vie représentent environ 7 % des entreprises du classement 2014 des 100 plus grands innovateurs mondiaux établi par Thomson Reuters, une proportion similaire à celles des entreprises du secteur des produits de consommation et de celui des télécommunications.

Les groupes pharmaceutiques se sont montrés très actifs sur le terrain des fusions et acquisitions en 2014 et 2015. Au cours du premier semestre 2014, les opérations de ce type ont totalisé 317,4 milliards de dollars ; au cours du premier trimestre 2015, l'industrie pharmaceutique a représenté un peu plus de 45 % de l'ensemble des fusions et acquisitions réalisées aux États-Unis.

En 2014, les investissements en capital risque dans les sciences de la vie ont atteint leur niveau le plus élevé depuis 2008, avec 789 opérations d'un montant cumulé de 8,6 milliards de dollars, dont 470 opérations d'un montant total de 6 milliards de dollars dans le seul domaine des biotechnologies. Deux tiers (68 %) des investissements réalisés dans le domaine des biotechnologies ont concerné des entreprises en phase de création/démarrage, et le reste des entreprises en phase de croissance (14 %), d'amorçage (11 %) et de postcréation (7 %).

Explosion du prix des médicaments sur ordonnance

En 2014, les dépenses de médicaments sur ordonnance ont atteint 374 milliards de dollars. Contre toute attente, cette soudaine augmentation n'a pas été causée par les millions d'Américains qui doivent au *Patient Protection and Affordable Care Act* de 2010 de bénéficier pour la première fois d'une couverture de santé (et qui ne représentent qu'un milliard de dollars de dépenses supplémentaires), mais par les nouveaux traitements, très coûteux, contre l'hépatite C (11 milliards de dépenses supplémentaires). Environ 31 % des dépenses ont concerné des régimes thérapeutiques spécialisés pour soigner

les maladies inflammatoires, la sclérose en plaques, les cancers, l'hépatite C, le VIH, etc. Les traitements traditionnels contre le diabète, les taux élevés de cholestérol, la douleur, la tension artérielle et les maladies cardiaques, l'asthme, la dépression, etc., ont représenté 6,4 % des dépenses.

De janvier 2008 à décembre 2014, le prix des médicaments génériques couramment prescrits a baissé de près de 63 % alors que celui des médicaments non génériques d'usage courant a augmenté d'un peu plus de 127 %. Cependant, on voit se dessiner une nouvelle tendance aux États-Unis (où le prix de consommation des médicaments est en grande partie non régulé), avec l'acquisition de produits pharmaceutiques par octroi de licence, rachat, fusion ou acquisition, qui entraîne une hausse vertigineuse des prix. Le *Wall Street Journal* a fait état d'augmentations allant jusqu'à 600 % pour certains médicaments non génériques.

Des médicaments orphelins coûteux

Les maladies orphelines touchent moins de 200 000 personnes par an. Depuis 1983, la FDA (2015) a accordé le statut de médicament rare à plus de 400 médicaments et produits biologiques, dont 260 pour la seule année 2013. En 2014, les ventes des 10 principaux médicaments orphelins aux États-Unis se sont élevées à 18,32 milliards de dollars. Selon les estimations, les ventes mondiales de médicaments orphelins devraient totaliser 28,16 milliards de dollars d'ici 2020, soit 19 % des ventes totales de médicaments sur ordonnance (176 milliards de dollars).

Cependant, le coût des médicaments orphelins est 19,1 fois supérieur à celui des autres médicaments (prix de 2014 sur une base annuelle), soit un montant moyen de 137 782 dollars par patient et par an. D'aucuns s'inquiètent que les incitations mises en place par la FDA pour que les groupes pharmaceutiques développent des médicaments orphelins ne les conduisent à négliger le développement de médicaments pouvant soigner une plus grande partie de la population.

Les PME dominent le marché des dispositifs médicaux

Selon le Département américain du commerce, le marché des dispositifs médicaux aux États-Unis devrait atteindre 133 milliards de dollars en 2016. On compte plus de 6 500 entreprises de dispositifs

médicaux aux États-Unis, dont plus de 80 % emploient moins de 50 personnes. Les observateurs du marché des dispositifs médicaux anticipent l'élaboration et l'émergence de nouveaux dispositifs : dispositifs portables de surveillance, diagnostic et suivi à distance, robots, biocapteurs, imprimantes 3-D, nouveaux tests de diagnostic in vitro et nouvelles applications mobiles permettant aux utilisateurs de mieux surveiller leur santé et les comportements qui affectent leur santé.

Pôles de biotechnologie

Les pôles de biotechnologie se caractérisent par la concentration de talents issus des universités les plus prestigieuses et des meilleurs centres de recherche universitaire, d'hôpitaux et de centres d'enseignement et de recherche médicale de premier ordre, ainsi que de start-up ou de grands groupes (bio) pharmaceutiques ; une activité de brevetage ; des bourses de recherche financées par les NIH et des politiques et initiatives publiques. Ces dernières ciblent le développement économique mais aussi la création d'emplois à l'intérieur des États, le soutien à la fabrication de pointe, ainsi que les partenariats public-privé en vue de favoriser l'éducation et la formation des jeunes talents afin de répondre à la demande. Les États investissent également des fonds publics dans la R&D et la commercialisation des produits ou des procédés issus de la recherche, en plus de favoriser les exportations.

Les pôles de biotechnologie des États-Unis peuvent être classés par région : baie de San Francisco ; Californie du Sud ; plusieurs États de la façade atlantique (Delaware, Maryland, Virginie et la capitale, Washington, D.C.) ; le *Midwest* (Illinois, Iowa, Kansas, Michigan, Minnesota, Missouri, Ohio, Nebraska et Wisconsin) ; le Research Triangle Park et l'État de Caroline du Nord ; Idaho ; Montana ; Oregon et État de Washington ; Massachusetts ; Connecticut, New York, New Jersey, Pennsylvanie et Rhode Island ; et Texas.

Ils peuvent aussi être classés par ville ou zone métropolitaine : baie de San Francisco, Boston/Cambridge, Massachusetts, San Diego, Maryland/banlieue de Washington, D.C., New York, Seattle, Philadelphie, Los Angeles et Chicago.

Source : Données compilées par les auteurs.

Dans la plupart des universités, dont les activités de recherche sont largement financées par des fonds fédéraux, le séquestre a entraîné des coupes globales, immédiates et drastiques dans leurs budgets de recherche. Elles ont été contraintes de revoir à la baisse les budgets de projets en cours en réduisant le personnel et le nombre d'étudiants, en retardant l'achat d'équipements et en annulant des missions de terrain. Les bourses fédérales déjà accordées, ainsi que celles en cours d'attribution, ont toutes subi des réductions budgétaires. De manière générale, la crise a eu un effet négatif sur le moral des jeunes chercheurs comme des scientifiques confirmés, et en a incité beaucoup à envisager un changement de carrière. Certains choisissent même d'émigrer dans des pays où la recherche semble bénéficier de budgets plus importants.

Une loi cruciale pour limiter la contamination alimentaire

Le *Food Safety Modernization Act* de 2011 est la loi la plus importante à avoir été promulguée dans le domaine scientifique depuis la publication du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Le texte a introduit une révision majeure du système de sécurité alimentaire et comprend en particulier une section consacrée spécifiquement aux aliments importés. L'objectif global est de passer de la gestion à la prévention de la contamination alimentaire.

Le vote de cette loi a coïncidé avec la prise de conscience croissante des consommateurs des questions de sécurité et de qualité des aliments. Les règlements et la demande des consommateurs poussent l'industrie alimentaire à adopter des réformes pour limiter l'utilisation d'antibiotiques, d'hormones et de certains pesticides.

TENDANCES EN MATIÈRE D'INVESTISSEMENT EN R&D

L'intensité de R&D s'est maintenue

Aux États-Unis, l'investissement en R&D a globalement suivi les tendances de l'économie : il s'est accru au début des années 2000, puis a baissé légèrement pendant la récession économique avant de repartir à la hausse avec le retour de la croissance. Les DIRD s'élevaient à 406 milliards de dollars (2,82 % du PIB) en 2009. Après une légère baisse, l'intensité de R&D a retrouvé son niveau de 2009 en 2012, les DIRD atteignant 2,81 % du PIB cette année-là, avant de diminuer à nouveau en 2013 (figure 5.2).

Le gouvernement fédéral est le principal financeur de la recherche fondamentale (52,6 % en 2012). Les États, les universités et le secteur à but non lucratif représentent 26 % du financement. Le développement technologique est quant à lui financé principalement par l'industrie, qui a assumé 76,4 % des dépenses en 2012, contre 22,1 % pour le gouvernement fédéral.

Si on les compare directement, la phase de développement étant nettement plus coûteuse, la contribution de l'industrie est donc plus importante en termes absolus. En 2012, la part des entreprises dans les DIRD s'est élevée à 59,1 %, contre 69 % en 2000. Le secteur privé à but non lucratif et les sources étrangères ont contribué modestement à la R&D totale, à hauteur de 3,3 % et 3,8 % respectivement. Les chiffres des DIRD sont tirés des données sur la R&D de l'Institut de statistique de l'UNESCO, elles-mêmes extraites des statistiques de l'OCDE.

La figure 5.3 illustre la répartition des DIRD par source de financement entre 2005 et 2012, en dollars constants de 2005. Les

dépenses de R&D du secteur commercial (y compris la R&D exécutée à l'étranger), qui avaient reculé de 1,4 % en 2008-2010, ont rebondi de 6 % entre 2010 et 2012. Dans l'ensemble, les dépenses de R&D du gouvernement sont restées relativement stables depuis 2008, en dépit des financements liés à l'*American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 et d'un certain nombre de déclarations politiques visant à faire de l'innovation le moteur du redressement économique (figure 5.4). La situation globale masque toutefois la baisse drastique des dépenses de R&D dans le domaine de la défense : entre 2010 et 2015 (proposition budgétaire), les dépenses de R&D du Département de la défense ont diminué de 27 % en termes réels.

Chute des dépenses de défense

La plupart des 11 agences qui exécutent la majeure partie de la R&D financée par l'État fédéral ont été confrontées au gel de leur budget ces cinq dernières années. Celui du Département de la défense a même connu une nette diminution. Les dépenses de R&D du Département de la défense, qui avaient atteint la somme record de 88,6 milliards de dollars en 2010, ne devraient pas dépasser 64,6 milliards de dollars en 2015. Cette baisse s'explique par le désengagement progressif des forces d'intervention en Afghanistan et en Iraq et par des besoins moindres en technologies militaires.

Selon Andrew Hunter (2015), du Centre d'études stratégiques et internationales, invité en février 2015 à s'exprimer devant le Comité pour les petites entreprises de la Chambre des représentants, le montant des contrats de R&D sous-traités auprès de l'industrie par le Département de la défense est passé de 36 milliards de dollars en 2012 à 28 milliards de dollars en 2013. M. Hunter a précisé qu'en 2014, selon les informations dont il disposait, les engagements contractuels liés au secteur de la défense étaient en baisse de 9 % par rapport à l'année précédente, ce qui s'expliquait par le retrait progressif des troupes américaines d'Afghanistan jusqu'à leur départ définitif en 2016.

Hors secteur de la défense, le montant des contrats fédéraux de R&D dépassait légèrement la barre des 10 milliards de dollars en 2014, soit une baisse de 6 % par rapport à 2013. D'après M. Hunter, cette tendance serait liée à la fois à la baisse des crédits fédéraux alloués à des programmes de recherche ciblés et aux restrictions budgétaires instituées par le Congrès en 2013 pour réduire le déficit, qui se sont traduites par des coupes automatiques dans le budget fédéral totalisant 1 000 milliards de dollars.

Les nouvelles énergies sont une priorité

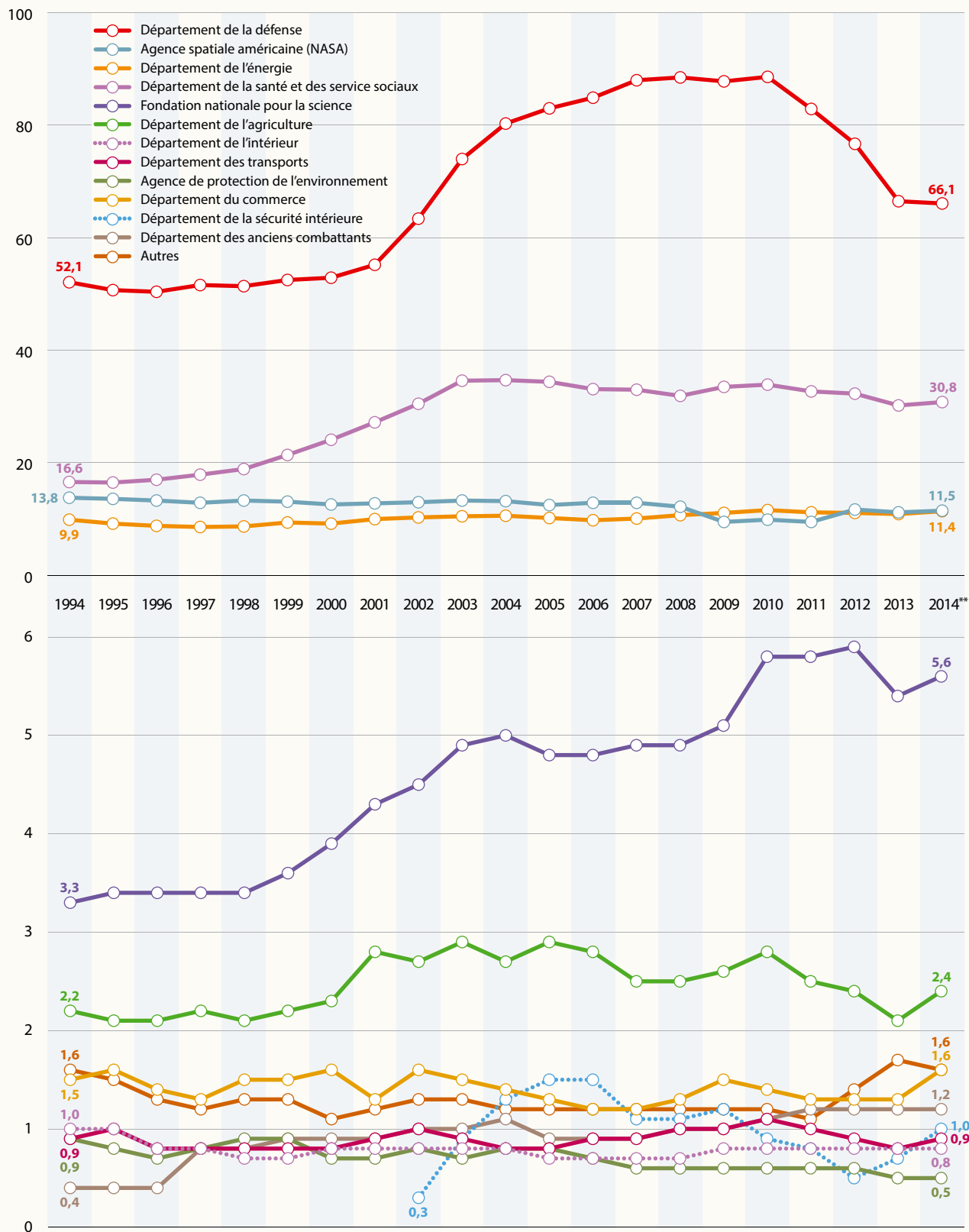
Les principaux domaines concernés par la R&D hors secteur de la défense sont la santé et la sécurité publiques, l'énergie, la recherche fondamentale et l'environnement. Le budget du Département des services sociaux et de santé a connu une importante augmentation du fait du doublement du budget des NIH entre 1998 et 2003. Depuis, le budget du Département n'a pas progressé aussi rapidement que l'inflation, entraînant une réduction progressive des effectifs de chercheurs et de stagiaires, recrutés lors de la phase de croissance budgétaire.

Le gouvernement, qui a fait de la lutte contre le changement climatique l'une de ses priorités, a alloué des financements importants à des initiatives relatives aux nouvelles énergies. L'Agence des projets de recherche de pointe dans l'énergie (ARPA-E) est un nouveau fonds d'investissement qui reprend le modèle du programme de l'Agence des projets de recherche de pointe dans la défense, qui fut une grande réussite. L'ARPA-E a été créée en 2009 et dotée d'un budget initial de 400 millions de dollars dans le

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Figure 5.4 : Budget de R&D des organismes publics aux États-Unis, 1994-2014

En milliards de dollars constants de 2012*



* À l'exclusion du financement de l'*American Recovery and Reinvestment Act* (20,5 milliards de dollars en 2009) ** Les données pour 2014 sont provisoires.

Source : Association américaine pour l'avancement des sciences.

cadre du plan de relance fédéral. Ses enveloppes budgétaires sont fonction des besoins des projets sélectionnés : 180 milliards de dollars en 2011, 280 milliards de dollars en 2015. Les projets sont organisés autour de sept thèmes, dont l'efficacité énergétique, la modernisation des réseaux et les énergies renouvelables.

Le budget du Département de l'énergie est resté relativement stable au cours des sept dernières années. Il a augmenté assez nettement entre 2008 et 2010, passant de 10,7 à 11,6 milliards de dollars, mais il était revenu à 10,9 milliards de dollars en 2013 (figure 5.4).

Passé d'armes en perspective sur le budget de la recherche pour 2016

La proposition budgétaire 2016 du Président pour la science et la technologie prévoit de modestes réductions des dépenses de R&D liées à la défense, mais une augmentation de toutes les autres dépenses de R&D du Département de la défense. Le Président propose également une légère augmentation du budget des NIH, des coupes dans la R&D sur l'énergie nucléaire liée à la défense, une réduction de 37,1 % des dépenses de R&D du Département de la sécurité intérieure, une baisse de 16,2 % de la R&D dans le secteur de l'éducation, ainsi que quelques autres coupes mineures. La Fondation nationale pour la science verrait son budget augmenter de 5,2 %. Le Bureau pour la science du Département de l'énergie recevrait 4,9 milliards de dollars (sur les 12,5 milliards de dollars que compte le budget du Département), en hausse par rapport aux deux années précédentes. Globalement, ce budget conduirait à une augmentation de 6,5 % des dépenses totales de R&D, avec une augmentation de 8,1 % pour la R&D liée à la défense et de 4,7 % pour la R&D hors défense (Sargent, 2015).

Le Congrès a accepté une petite augmentation du budget de la Fondation nationale pour la science, de l'Institut national des normes et technologies et de certains programmes du Département de l'énergie pour 2016, mais préconise un gel budgétaire en 2017 qui se traduirait par une baisse en dollars indexés. Cela ne représenterait qu'une légère baisse des dotations de la Fondation nationale pour la science dans le cadre du budget du Congrès si ce dernier n'envisageait également d'alléger de 44,9 % l'enveloppe de la Direction des sciences sociales de la fondation.

Le Congrès souhaite également tailler dans le budget de la recherche dans les domaines de l'environnement et des géosciences, afin de limiter l'étude du changement climatique. Le Congrès envisage également de réduire les dotations en R&D de projets du Département de l'énergie dans les domaines des énergies renouvelables et des énergies de pointe, mais d'allouer davantage de fonds à la recherche sur les combustibles fossiles. Par ailleurs, à l'avenir, les budgets de R&D ne pourront augmenter plus que le PIB. L'issue des discussions politiques déterminera le budget final mais pour l'heure, les chances d'assister à une augmentation significative des budgets fédéraux de R&D semblent minces, même si les Républicains cherchent à augmenter le budget des NIH. La figure 5.5 illustre la répartition des allocations budgétaires par discipline.

Les montagnes russes du financement fédéral

Dans de nombreuses disciplines scientifiques, le financement de la recherche a évolué de manière imprévisible. Cette tendance finit par avoir un effet négatif sur la formation et la recherche. Lors des périodes fastes, le nombre de stagiaires augmente, mais souvent, une fois leur stage terminé, l'austérité a repris le pas sur la

croissance, les obligeant à se livrer une concurrence acharnée pour obtenir une bourse. Le déclin du soutien fédéral à la R&D affecte tout particulièrement la science pour le bien public, un domaine dans lequel l'industrie est peu encline à investir, faute d'incitation.

Dans un article publié en 2015 dans la revue *Science Translational Medicine*, les doyens de plusieurs facultés de médecine aux États-Unis notaient que « le soutien à l'écosystème de la recherche doit être pérenne et prévisible, aussi bien pour les institutions que pour les chercheurs » (Levine *et al.*, 2015). Ils soulignaient que, faute d'augmentation des dépenses, la recherche biomédicale se contracterait et que la capacité de soigner les patients diminuerait, de même que la contribution de la biomédecine à l'économie nationale.

L'avenir du budget des NIH est incertain

Les NIH sont les organismes phares du gouvernement en matière de financement de la recherche biomédicale. Leur budget n'a pas augmenté depuis 2004, ce qui représente même une baisse en dollars indexés. La seule embellie est venue du plan de relance adopté en 2009 par le gouvernement pour redresser l'économie après la crise des *subprimes*, l'*American Recovery and Reinvestment Act*. Aujourd'hui le budget des NIH est inférieur à son niveau de la période 2003-2005 pendant laquelle il avait atteint environ 35 milliards de dollars par an. Depuis 2006, le taux de réussite des demandes de bourse de recherche tourne autour de 20 %.

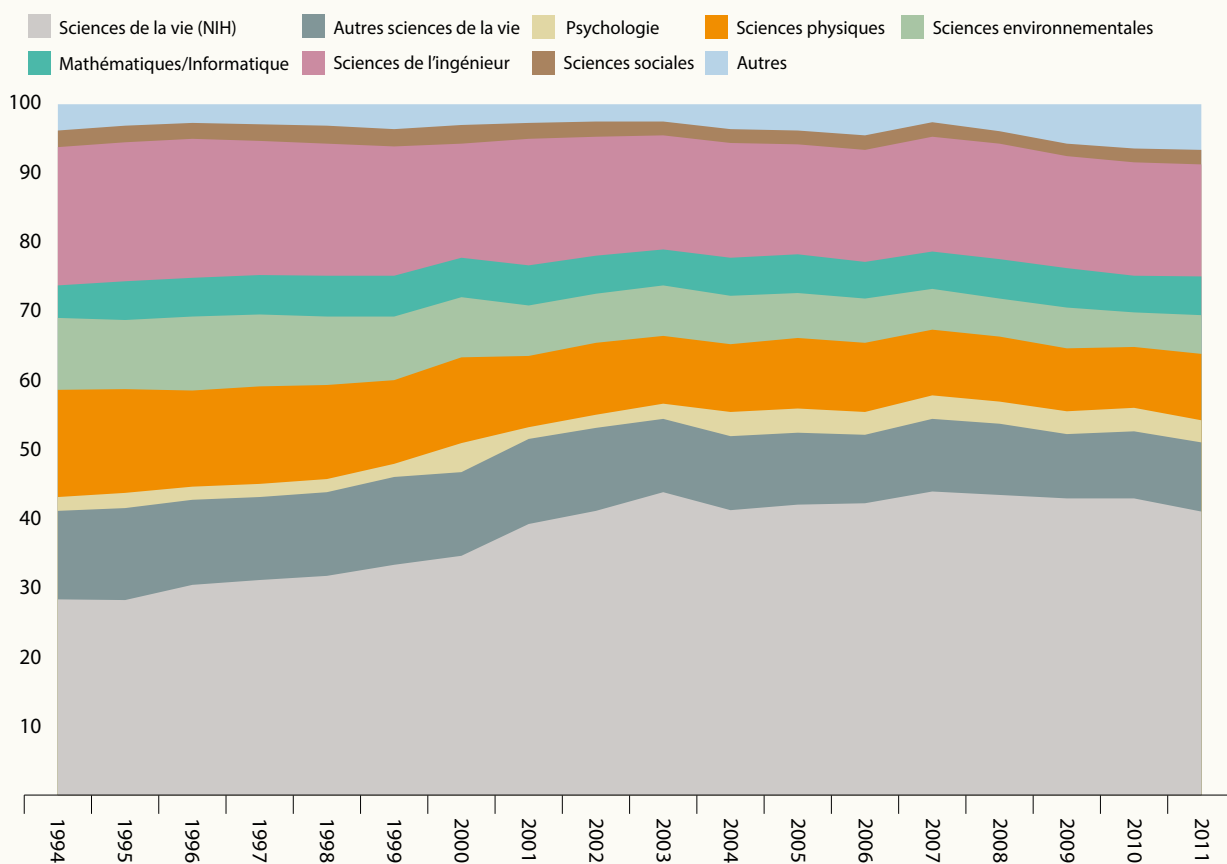
Par ailleurs, l'âge moyen d'obtention d'une première bourse des NIH⁴ est désormais de 42 ans. Cela jette un doute sur la capacité des institutions à promouvoir les jeunes chercheurs ou à les aider à obtenir un poste de titulaire, puisque l'obtention de bourses tend à être un prérequis pour la titularisation. Quatre scientifiques et administrateurs américains de renom qui ont examiné les problèmes auxquels sont confrontés les NIH et les chercheurs en biomédecine ont déclaré que les États-Unis faisaient fausse route en pensant que « rien n'arrêterait le développement des activités de recherche » (Alberts *et al.*, 2014). Ils ont souligné qu'après 2003, « les demandes de financement de la recherche avaient augmenté beaucoup plus rapidement que les fonds disponibles », à l'exception notable de la relance impulsée par l'*American Recovery and Reinvestment Act*. Le recul des financements a été exacerbé par la récession de 2008 et les coupes budgétaires automatiques de 2013. En 2014, les ressources financières des NIH « en dollars indexés étaient inférieures d'au moins 25 % à leur niveau de 2013 » (Alberts *et al.*, 2014).

D'après les prévisions, le budget 2016 des NIH devrait s'élever à 31,3 milliards de dollars, soit une augmentation de 3,3 % par rapport à 2015. Aussi prometteur qu'il soit, ce milliard supplémentaire sera en partie absorbé par l'inflation (1,6 %) et la hausse de 2,4 % de l'Indice des prix de la recherche et développement biomédicale⁵. Il sera intéressant d'observer si le Congrès décide ou non d'augmenter le budget des NIH. À l'heure actuelle, l'Association américaine pour les progrès de la science estime que pour l'exercice 2016, le taux moyen de financement des bourses de recherche devrait avoisiner les 19,3 %, ce qui représente une baisse considérable par rapport au taux moyen de 33,3 % enregistré au cours de la dernière décennie, mais une hausse par rapport à l'exercice 2015 (17,2 %).

4. La majorité de ces bourses sont attribuées dans le cadre de la procédure dite « R01 » qui limite la bourse à 250 000 dollars par an en coûts directs pour une étude d'une durée comprise entre un et cinq ans.

5. Cet indice fournit une estimation de l'inflation pour les biens et les services achetés dans le cadre du budget des NIH.

Figure 5.5 : Répartition proportionnelle des dépenses fédérales de R&D par discipline aux États-Unis, 1994-2011 (%)



Source : Association américaine pour l'avancement des sciences.

Gel probable du budget de la Fondation nationale pour la science

La Fondation nationale pour la science (NSF) est le principal organisme américain d'octroi de bourses de recherche dans le domaine des sciences non médicales. La NSF finance la majeure partie de la recherche biologique non médicale et de la recherche en mathématiques. Au moment de la rédaction de ce rapport en août 2015, les budgets 2016 et 2017 de la NSF n'avaient pas encore été approuvés par le Congrès mais, selon les dernières estimations, ils ne devraient connaître aucune variation. La NSF a présenté au Congrès une requête de 7,723 milliards de dollars pour 2015, soit une augmentation de 5 % par rapport au budget estimé. Cependant, dans la dernière version de la loi de renouvellement de l'America COMPETES Act de 2015, le Comité pour la science, l'espace et la technologie de la Chambre des représentants a recommandé une enveloppe annuelle de 7,597 milliards de dollars en 2016 et en 2017, soit une hausse d'à peine 3,6 % (263 millions de dollars) par rapport au budget actuel.

Si la NSF affiche un taux global d'obtention de bourses de 23 % parmi les candidats, ce taux varie selon les départements. Le montant moyen des bourses de la NSF (y compris les frais généraux de l'établissement) est d'environ 172 200 dollars par an sur une moyenne de 3 ans. Un taux d'obtention de 23 % est considéré comme relativement bas, bien que certains programmes de la NSF aient déjà enregistré des taux bien plus faibles, à 4 ou 5 %.

Les coupes ciblées de 16,2 % du budget du Département des géosciences risquent d'avoir des conséquences imprévues : en effet, outre le changement climatique, ce département finance également des travaux de recherche d'intérêt général essentiels à la prévision et la préparation aux catastrophes telles que tornades, séismes et tsunamis.

À l'exception notable de ceux de la défense et de l'énergie, la plupart des départements disposent de budgets de recherche bien plus réduits que ceux des NIH ou de la NSF (figures 5.4 et 5.5). Le Département de l'agriculture a demandé une augmentation de 4 milliards de dollars de son budget pour 2016 ; toutefois, seule une petite partie des 25 milliards de dollars de fonds discrétionnaires de ce département est allouée à la recherche. Par ailleurs, l'essentiel de la recherche conduite par le Service des forêts devrait être supprimé. L'Agence de protection de l'environnement, quant à elle, est en butte à une forte opposition de nombreux élus républicains du Congrès qui considèrent les réglementations environnementales comme néfastes pour les entreprises.

Six millions d'actifs dans le domaine des sciences et de l'ingénierie

En 2012, près de six millions d'Américains occupaient un poste dans le domaine des sciences ou de l'ingénierie. Sur la période 2005-2012, il y avait en moyenne 3 979 chercheurs en R&D en équivalent temps plein par million d'habitants aux États-Unis.

Il s'agit d'un ratio inférieur à celui de certains pays de l'Union européenne (UE), de l'Australie, du Canada, de l'Islande, d'Israël, du Japon, de la République de Corée et de Singapour, mais il faut tenir compte du fait que les États-Unis sont de loin le pays le plus peuplé.

En 2011, les DIRD par chercheur se sont élevées à 342 500 dollars (en dollars courants). En 2010, la proportion des scientifiques dont la recherche et/ou le développement constituait l'activité principale ou secondaire variait selon les disciplines : 75,2 % pour la biologie, l'agriculture et l'environnement ; 70,3 % pour la physique ; 66,5 % pour l'ingénierie ; 49,4 % pour les sciences sociales ; 45,5 % pour l'informatique et les mathématiques.

Le Bureau des statistiques sur l'emploi cartographie la répartition des emplois liés aux sciences et à l'ingénierie dans les 50 États américains (figure 5.6). De manière générale, on note une corrélation entre la proportion de la population employée dans ces domaines et la part de l'État dans les DIRD nationales, sauf quelques exceptions notables. Ces dernières reflètent, selon les cas, une plus forte prévalence des universitaires au sein de la population de certains États, ou une plus grande part accordée par les entreprises à la R&D. Dans certains cas, ces deux réalités se superposent, dans la mesure où les entreprises de haute technologie tendent à se concentrer dans les régions disposant des meilleures universités. L'État de Californie abrite par exemple les prestigieuses Université de Standford et Université de Californie, qui sont situées à proximité de la Silicon Valley où sont concentrées les start-up et les entreprises leaders du secteur des technologies de l'information (Microsoft, Intel, Google, etc.). L'État du Massachusetts, connu pour la Route 128 autour de la ville de Boston, le long de laquelle sont installées de nombreuses entreprises de haute technologie, abrite également l'Université de Harvard et le Massachusetts Institute of Technology. Les différences d'un État à l'autre peuvent également tenir au budget moyen dont dispose chaque chercheur, lequel varie en fonction des spécialisations sectorielles.

Seuls le Maryland, le Massachusetts et l'État de Washington appartiennent au groupe de tête à la fois pour les dépenses de R&D en pourcentage du PIB et pour la proportion d'emplois dans la science et l'ingénierie. Le classement du Maryland s'explique sans doute par la concentration d'organismes fédéraux de recherche. L'État de Washington abrite un réseau très dense d'entreprises de haute technologie comme Microsoft, Amazon et Boeing. Les six États dont le ratio DIRD/PIB est largement au-dessus de la moyenne représentent 42 % de l'ensemble des dépenses de R&D des États-Unis : Nouveau Mexique, Maryland, Massachusetts, Washington, Californie et Michigan. L'État du Nouveau Mexique aurait un niveau relativement faible de DIRD s'il n'abritait pas le Laboratoire national de Los Alamos. S'agissant du Michigan, il accueille les centres d'ingénierie de la plupart des constructeurs automobiles. À l'inverse, l'Arkansas, la Louisiane et le Nevada sont les seuls États classés au bas du tableau aussi bien pour le ratio DIRD/PIB que pour le ratio professions scientifiques/population (figure 5.6).

L'érosion progressive de la suprématie américaine en R&D

Les dépenses de R&D des États-Unis sont supérieures en termes absolus aux dépenses de R&D combinées des autres pays du G7 (17,2 % de plus en 2012). Depuis 2000, les États-Unis ont augmenté leurs DIRD de 31,2 %, et continuent ainsi à se tailler la part du lion au sein du G7 avec 54 % des DIRD totales (contre 54,2 % en 2000).

Pays d'origine de nombreuses entreprises comptant parmi les plus grandes multinationales de haute technologie du monde, les États-Unis continuent de rivaliser avec de grands pays dont le ratio DIRD/PIB est relativement élevé. Ce ratio a augmenté de manière modérée depuis 2010 (année qui marquait un redémarrage après la récession de 2008-2009), mais il faut tenir compte du fait que la croissance du PIB a été plus faible que la moyenne des dernières décennies.

Les États-Unis ont été détrônés par la Chine, désormais première économie mondiale, ou le seront bientôt, selon l'indicateur retenu⁶. La Chine se rapproche également à toute allure des États-Unis en termes d'intensité de R&D (figure 5.5). En 2013, le ratio DIRD/PIB de la Chine a atteint 2,08 % et dépassé le ratio moyen de l'UE, 1,93 %. Bien que l'intensité de la R&D de la Chine reste inférieure à celle des États-Unis (2,73 % selon les données prévisionnelles), le budget chinois de R&D croît rapidement et devrait dépasser celui des États-Unis vers 2022, selon les prévisions de Battelle et *R&D Magazine* en décembre 2013. Mais plusieurs facteurs convergents jettent le doute sur la fiabilité des conclusions de Battelle : le ralentissement du taux de croissance chinois (7,4 % en 2014) [voir chapitre 23], la nette baisse de la production industrielle depuis 2012 et le krach boursier de la mi-2015.

L'intensité de R&D des États-Unis a atteint le niveau record de 2,82 % en 2009. Malgré la récession, elle s'est maintenue à 2,79 % en 2012 et ne baissera que très légèrement en 2013 (2,73 %) selon les prévisions, avant de se stabiliser en 2014.

Bien qu'élevé, l'investissement en R&D reste en deçà de l'objectif de 3 % du PIB que s'est fixé le président d'ici la fin de son mandat en 2016. De ce point de vue-là, la suprématie américaine subit une érosion, même si d'autres pays – la Chine en particulier – atteignent des niveaux sans précédent d'investissements en R&D (chapitre 23).

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D DES ENTREPRISES

Les entreprises se ressaisissent

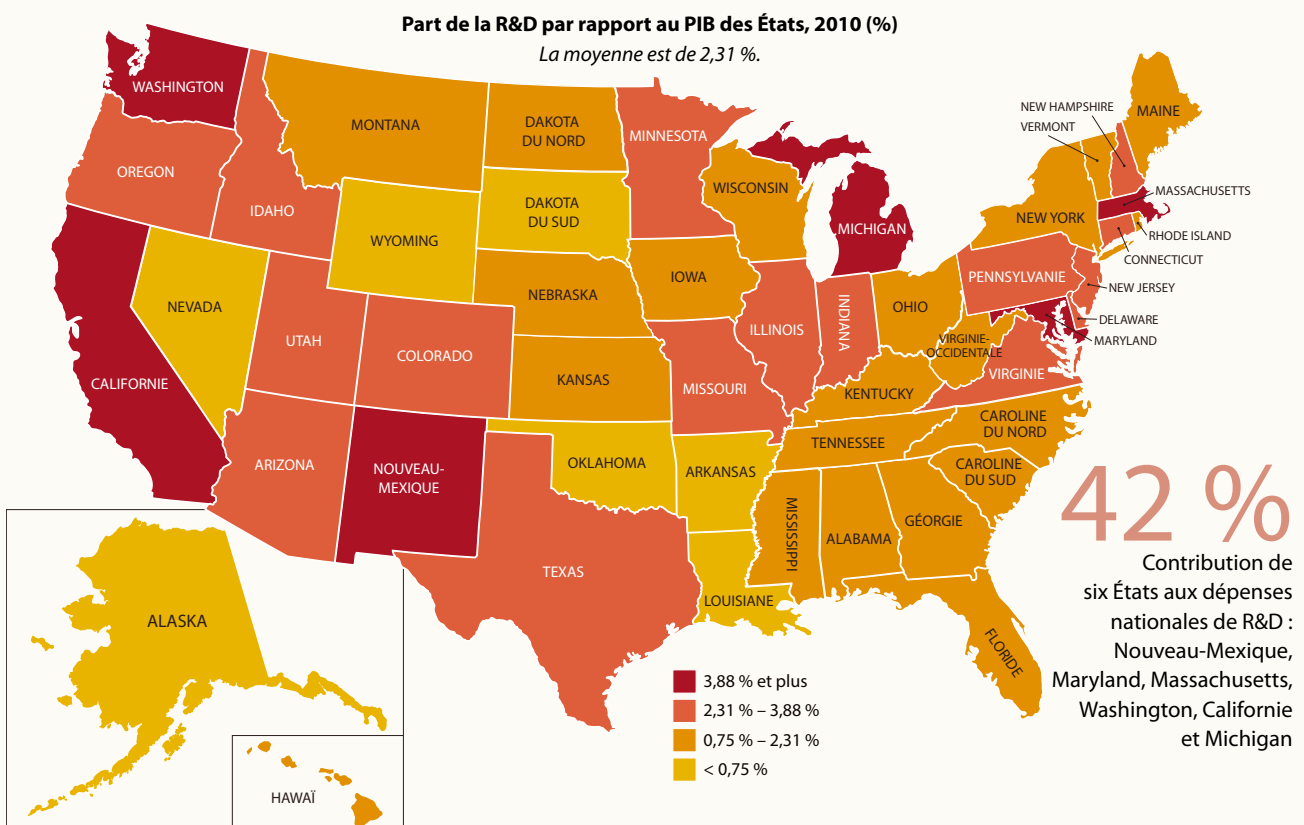
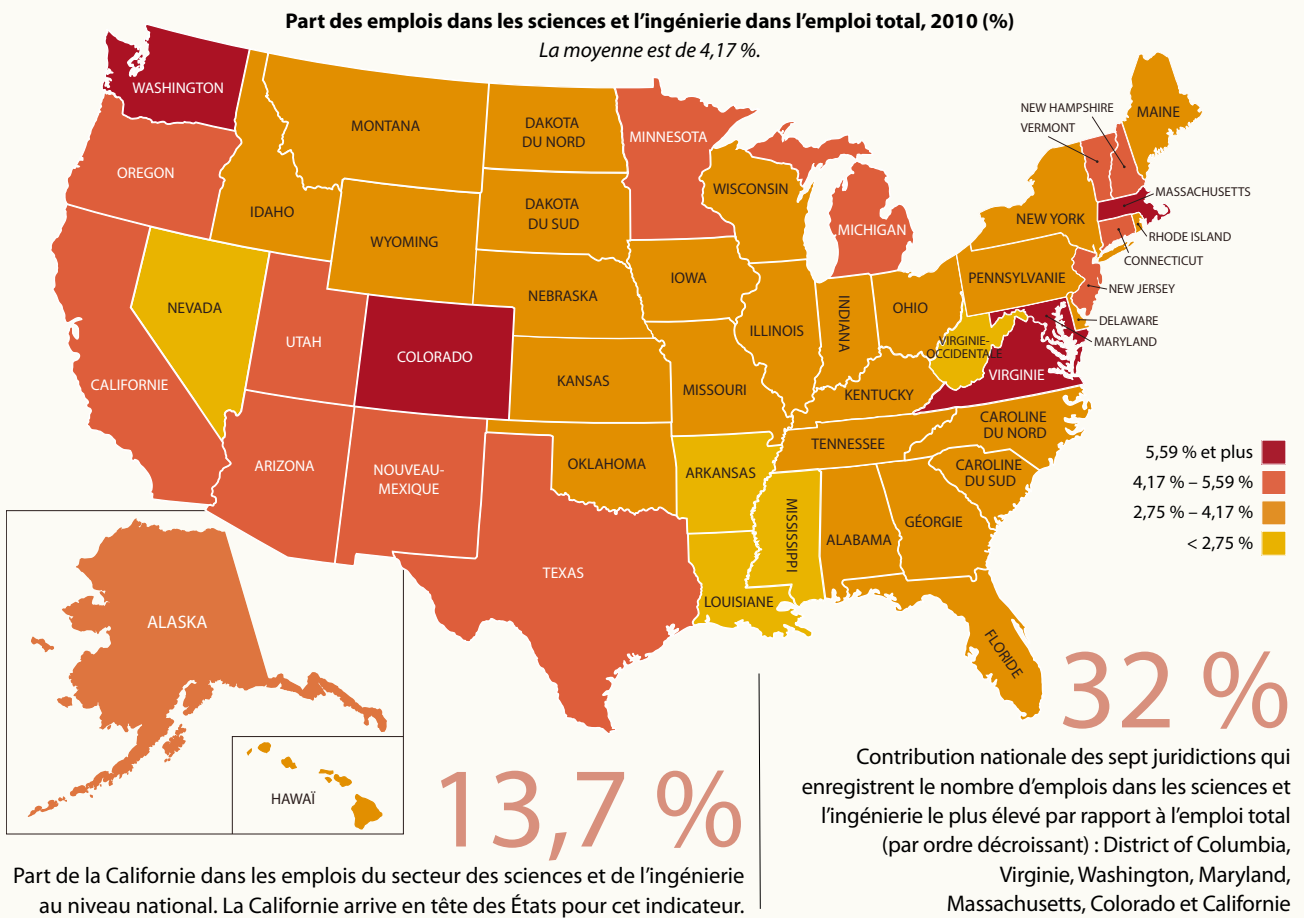
Les États-Unis ont traditionnellement fait figure de leader en ce qui concerne la R&D et l'innovation des entreprises. La récession économique de 2008-2009 a toutefois eu un impact durable. Si les principaux exécutants de la R&D ont largement maintenu leurs engagements, ce sont surtout les petites entreprises et les start-up qui ont subi de plein fouet les conséquences de la récession aux États-Unis. Des données statistiques publiées par le Bureau américain du recensement ont montré qu'en 2008, les faillites d'entreprises ont commencé à dépasser les créations et que cette tendance s'est poursuivie jusqu'en 2012, dernière année pour laquelle le Bureau dispose de statistiques (figure 5.7). Cependant, des données plus récentes rassemblées par la Fondation Kauffman suggèrent que la tendance s'est inversée en 2015.

En 2012, l'investissement des entreprises dans la R&D était principalement concentré dans les États suivants : Californie (28,1 %), Illinois (4,8 %), Massachusetts (5,7 %), New Jersey (5,6 %), État de Washington (5,5 %), Michigan (5,4 %), Texas

6. En 2015, l'économie chinoise avait dépassé l'économie américaine en parité de pouvoir d'achat (PIB en dollars internationaux) ; cela était néanmoins loin d'être le cas s'agissant du PIB aux prix et aux taux de change du marché.

Figure 5.6 : Sciences et ingénierie par État aux États-Unis, 2010

Trois États figurent dans le groupe de tête pour les deux cartes : Maryland, Massachusetts et Washington



Source : Bureau des statistiques sur l'emploi, *Occupational Employment Statistics Survey* (différentes années) ; Fondation nationale pour la science (2014), indicateurs sur les sciences et l'ingénierie.

(5,2 %), New York (3,6 %) et Pennsylvanie (3,5 %). Les emplois dans la science et l'ingénierie se concentrent dans 20 grandes zones métropolitaines qui rassemblent 18 % des emplois de ce secteur. En 2012, les zones métropolitaines dans lesquelles le ratio d'emplois dans la science et l'ingénierie était le plus élevé, étaient toutes situées dans le nord-est du pays, à Washington, D.C., en Virginie, dans le Maryland et en Virginie-Occidentale. Venaient ensuite la zone métropolitaine de Boston dans l'État du Massachusetts, puis celle de Seattle dans l'État de Washington.

Le départ à la retraite des « baby boomers » risque de laisser des emplois vacants

La perspective que le départ à la retraite des « baby boomers⁷ » laisse vacants des postes de R&D est une préoccupation majeure des dirigeants d'entreprise. Le gouvernement fédéral devra donc allouer des fonds suffisants pour former la prochaine génération d'employés qualifiés en science, technologie, ingénierie et mathématiques.

De nombreuses initiatives annoncées par le président font la part belle aux partenariats public-privé, comme le concours pour l'obtention de bourses d'apprentissage American Apprenticeship Grants. Lancé en décembre 2014, ce mécanisme est actuellement mis en œuvre par le Département du travail et dispose d'un budget de 100 millions de dollars. Le concours encourage des partenariats public-privé entre employeurs, associations professionnelles, syndicats, établissements universitaires à cycle court, administrations au niveau local et des États, et ONG, en vue d'élaborer des programmes d'apprentissage de haute qualité dans des domaines stratégiques tels que la fabrication de pointe, les technologies de l'information, les services aux entreprises et les soins de santé.

7. Les personnes nées entre 1946 et 1964, pendant la période du pic de la natalité qui a suivi la Seconde Guerre mondiale.

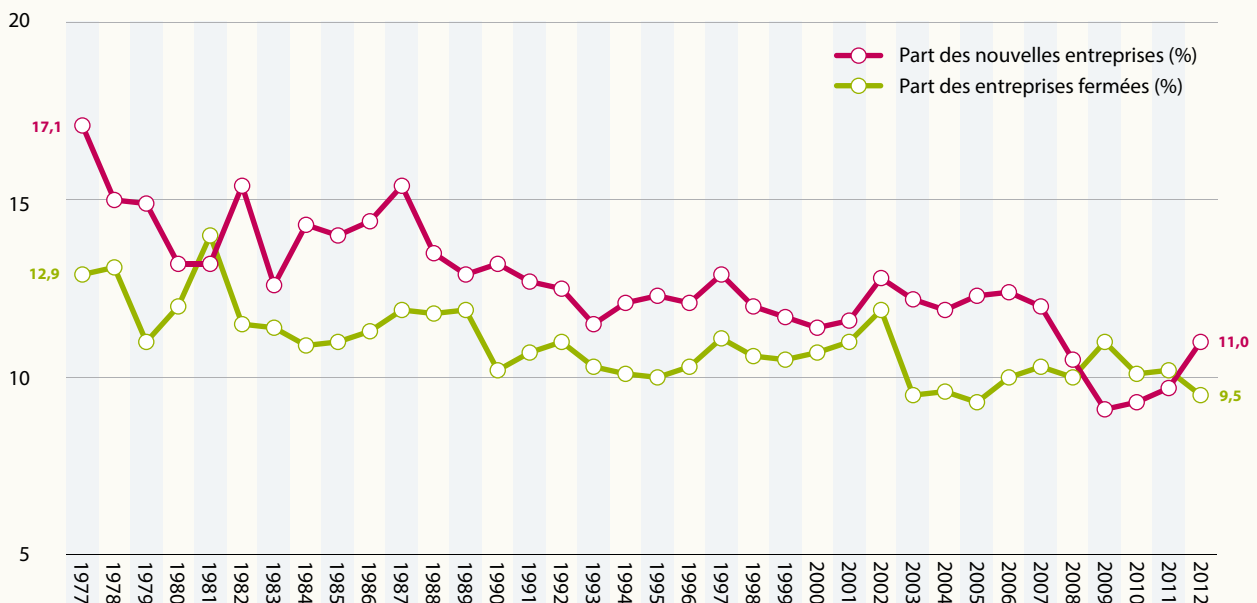
Des signes d'inertie plutôt qu'un retour de la croissance

La récession a eu un impact négatif sur les dépenses de recherche des entreprises américaines. De manière générale, ces dernières avaient augmenté entre 2003 et 2008. En 2009, la tendance s'est inversée et les dépenses ont baissé de 4 % par rapport à 2008, avant de subir une nouvelle baisse, certes limitée à 1-2 %, en 2010. La baisse a été moindre pour les entreprises des secteurs à haut rendement comme les soins de santé que dans les secteurs parvenus à maturité comme celui des combustibles fossiles. La production agricole est le secteur ayant enregistré le recul le plus sévère des dépenses de R&D : -3,5 % par rapport au ratio moyen R&D/chiffre d'affaires net. En revanche, le secteur des produits chimiques et des produits apparentés et celui des équipements électroniques ont affiché des ratios R&D/chiffre d'affaires net respectivement supérieur de 3,8 % et 4,8 % à la moyenne. Bien que les dépenses de R&D aient augmenté en 2011, elles sont restées en deçà de leur niveau de 2008.

Les dépenses de R&D des entreprises ont retrouvé leur taux de croissance d'avant la crise en 2012. La poursuite de cette tendance dépendra de la vigueur du redressement de l'économie et de la croissance, des niveaux du financement fédéral de la recherche et du climat global des affaires. Le rapport 2014 de Battelle *Global R&D Funding Forecast* (publié en 2013) avait prédit une hausse de 4,0 % des dépenses de R&D des entreprises aux États-Unis entre 2013 et 2014, qui porterait leur niveau à 307,5 milliards de dollars, soit environ un cinquième de la R&D totale.

Le cabinet de recherche spécialisé dans l'industrie, IBIS World, anticipe une augmentation des dépenses de R&D des entreprises en 2015, puis un recul en 2017-2018, puis de nouveau une légère augmentation en 2019 (Edwards, 2015). D'après IBIS, cette évolution refléterait le passage d'un modèle dépendant de l'investissement fédéral à un modèle plus autonome. Même si les dépenses de recherche vont continuer à augmenter, leur taux de croissance ne devrait pas dépasser les 2 % par an en moyenne, et compte tenu du recul de ces dépenses certaines années, leur croissance globale risque d'être relativement atone. Selon les

Figure 5.7 : Taux de survie des start-up américaines, 1977-2012



Source : Bureau américain du recensement, *Business Dynamic Statistics*, publiées par Gallup.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

prévisions pour 2015 de l'Institut de recherche industrielle (IRI), basées sur une enquête réalisée auprès de 96 chercheurs éminents, les entreprises n'augmenteront pas leur budget de R&D par rapport à 2014. Le rapport de l'IRI conclut que les « données pour 2015 traduisent une inertie et non un retour de la croissance » (IRI, 2015).

La bonne santé retrouvée du capital-risque

En ce qui concerne la situation financière des entreprises du secteur des technologies, la seule lueur d'espoir provient du marché du capital-risque. Selon l'Association nationale du capital-risque (NVCA), les investissements en capital-risque ont atteint 48,3 milliards de dollars en 2014, pour 4 356 opérations. Selon la NVCA, il s'agit d'« une augmentation de 61 % de la valeur des investissements et de 4 % du nombre des opérations par rapport à l'année précédente... ». L'industrie du logiciel arrive en tête avec 19,8 milliards de dollars investis dans 1 799 opérations. Viennent ensuite les sociétés Internet, qui ont rassemblé 11,9 milliards de dollars d'investissement répartis sur 1 005 opérations. Enfin, les sciences de la vie, dont les biotechnologies et les appareils médicaux, ont donné lieu à 789 opérations pour un total de 8,6 milliards de dollars (voir encadré 5.2). Selon le rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*, l'investissement en capital-risque des États-Unis « a retrouvé son niveau d'avant la crise ».

Fusions, acquisitions et délocalisations

Afin de dénicher de nouveaux talents, d'accéder à de nouveaux marchés ou à des produits uniques, certains acteurs traditionnels de la R&D se sont livrés à de nombreuses fusions et acquisitions. Entre le 30 juin 2014 et le 30 juin 2015, 12 249 opérations ont été conclues aux États-Unis, dont 315 pour plus d'un milliard de dollars. On retiendra notamment la vague d'acquisitions réalisées par les géants du secteur des technologies, Yahoo, Google et Facebook, afin de s'adjuger de nouveaux talents et d'acquérir de nouveaux produits. Par ailleurs, plusieurs groupes pharmaceutiques, dont Medtronic et Endo International, ont réalisé des fusions stratégiques ces dernières années afin de transférer leur siège à l'étranger pour des raisons d'optimisation fiscale. La tentative de Pfizer pour prendre le contrôle du groupe pharmaceutique britannique AstraZeneca a échoué en 2014, après que Pfizer a admis qu'il envisageait de réduire le budget de recherche s'il parvenait à racheter son concurrent britannique (chapitre 9).

Des entreprises américaines profitent de la mondialisation pour transférer leurs activités de R&D à l'étranger. Certaines multinationales spécialisées dans les produits pharmaceutiques, en particulier, pourraient effectuer le transfert à grande échelle d'au moins une partie de leur R&D en Asie. Dans son rapport, l'IRI fait pourtant état d'une diminution du nombre de laboratoires financés par des entreprises étrangères en Chine, mais son enquête ne concerne qu'un échantillon restreint de dirigeants d'entreprise (IRI, 2015).

Plusieurs facteurs peuvent pousser une entreprise à délocaliser ses activités de R&D : optimisation fiscale, possibilité de recruter des talents locaux, accélération du processus de commercialisation ou possibilités d'adapter certains produits au marché local. Cependant, la délocalisation peut avoir un inconvénient : en effet, le surcroît de complexité en termes d'organisation peut nuire à la capacité de l'entreprise à s'adapter et à faire preuve de souplesse. Des experts de la *Harvard Business Review* ont suggéré à plusieurs reprises qu'il existe,

pour une entreprise donnée, une fenêtre optimale en matière de délocalisation, qui dépend du secteur et du marché.

Des dépenses élevées de R&D dopent le chiffre d'affaires

Des dépenses de R&D élevées contribuent-elles à augmenter le chiffre d'affaires net des entreprises ? La réponse est oui. Les avantages financiers semblent être fortement sélectifs et liés au contexte. Bloomberg a estimé en mars 2015 que les dépenses de R&D des entreprises américaines avaient augmenté de 6,7 % en 2014, soit la plus forte hausse depuis 1996. Selon l'analyste, 18 des 500 grandes sociétés de l'Indice Standard & Poor's 500 ont augmenté leurs dépenses de R&D d'au moins 25 % depuis 2013. Elles représentent différents secteurs, allant des produits pharmaceutiques à l'hôtellerie, en passant par les technologies de l'information. Toujours d'après Bloomberg, la progression du titre des 190 sociétés de l'Indice Standard & Poor's 500 qui déclarent des dépenses de R&D a été supérieure à la moyenne de l'indice⁸.

Cependant, Hesseldahl (2014) évoque un rapport de Bernstein Research sur les entreprises du secteur des technologies qui arrive à la conclusion inverse. D'après ce rapport, « les titres des entreprises qui dépensent le plus en R&D ont tendance à progresser moins vite que la moyenne sur le long terme, et relativement moins vite que les titres des entreprises qui dépensent moins en R&D ». Il s'avère que les entreprises dont le ratio dépenses de R&D/chiffre d'affaires est le plus élevé ont vu le cours moyen de leur action baisser de 26 % au bout de cinq ans, sans exclure la possibilité d'une croissance intermédiaire. Les entreprises technologiques qui ont réalisé des investissements moyens en R&D ont également accusé une baisse de 15 % de leurs cours boursiers au bout de cinq ans. Seules certaines des entreprises qui ont le moins investi dans la R&D ont vu leurs cours en bourse s'apprécier à cinq ans, même si de nombreuses entreprises ayant faiblement investi dans la R&D ont elles aussi vu le prix de leur action baisser. John Bussey (2012) du *Wall Street Journal* a remarqué que les entreprises qui investissent le plus dans la R&D ne sont pas nécessairement les meilleures en matière d'innovation, ni celles dont les investissements sont les plus rentables. Nous pouvons donc conclure, sur la base de ces constatations, que l'investissement des entreprises en R&D devrait être avant tout déterminé par un besoin fondamental de recherche et développement ciblée.

L'effet des crédits d'impôt miné par l'incertitude

Le gouvernement fédéral et la plupart des 50 États américains octroient des crédits d'impôt recherche à certaines industries ou à des entreprises dans certains domaines. En général, le Congrès renouvelle un crédit d'impôt recherche fédéral après quelques années. D'après Emily Chasan (2012) du *Wall Street Journal*, dans la mesure où les entreprises ne peuvent être sûres que ces crédits d'impôt seront renouvelés, elles n'en tiennent pas compte dans leurs décisions d'investissement en R&D.

Dans un rapport sur les nombreux crédits d'impôt en vigueur dans l'État de New York, Rubin et Boyd (2013) ont conclu que « rien, dans les études réalisées depuis le milieu des années 1950, ne permet d'affirmer que les incitations fiscales assurent aux États des gains économiques nets supérieurs à ceux qu'ils obtiendraient en l'absence de ces incitations. La recherche n'a pas non plus produit de résultats probants permettant d'affirmer que la fiscalité locale et fédérale a, de manière générale, un impact sur l'implantation géographique des entreprises, ni sur leurs décisions de développement ».

8. Voir www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-26/surge-in-r-d-spending-burnishes-u-s-image-as-innovation-nation.

En effet, ce sont uniquement leurs propres besoins de R&D qui poussent les entreprises à investir dans celle-ci. Les incitations fiscales tendent à récompenser leurs décisions d'investissement après coup. Par ailleurs, beaucoup de petites entreprises ne profitent pas des incitations car elles ignorent qu'elles sont admissibles.

Vers un modèle du « premier déposant »

En 2013, 287 831 demandes de brevet ont été déposées par des citoyens américains, et presque autant (283 781) par des déposants étrangers. En Chine, en revanche, seules 17 % des demandes de brevet ont été déposées par des non-résidents, tandis que le nombre total de demandes déposées par des inventeurs nationaux auprès de l'Office d'État chinois de la propriété intellectuelle a atteint 704 836 (voir figure 23.5). De même, au Japon, les non-résidents ne représentent que 21 % des demandes de brevet. La situation est quelque peu différente si l'on prend en compte le nombre de brevets en vigueur. Même si la Chine rattrape rapidement son retard, elle reste derrière les États-Unis, le Japon et l'UE pour cet indicateur (figures 5.8 et 5.9).

Avec la loi sur les brevets (*America Invents Act*) de 2011, les États-Unis sont passés d'un modèle du « premier inventeur » à un modèle du « premier déposant ». Il s'agit de la plus importante réforme dans le domaine des brevets depuis 1952. La loi limite ou élimine les longues procédures de recours légal et bureaucratique qui accompagnaient souvent les dépôts de brevet en cas de litige. Cependant, l'incitation à déposer les demandes de brevet le plus tôt possible risque de limiter la possibilité pour l'inventeur de profiter pleinement du délai de grâce. Cela risque également de désavantager les très petites entités, pour lesquelles les frais juridiques liés à la préparation du dépôt de la demande constituent le principal obstacle. Cette législation a également favorisé l'essor de ce que l'on appelle familièrement les « chasseurs de brevets » (encadré 5.3).

Une économie postindustrielle

La balance commerciale des États-Unis affiche un déficit depuis (au moins) 1992. Le solde du commerce extérieur de biens est invariablement négatif. Le déficit a atteint le niveau record de 708,7 milliards de dollars en 2008, avant de chuter brusquement et de s'établir à 383,8 milliards de dollars l'année suivante. En 2014, la balance commerciale a affiché un déficit de 504,7 milliards de dollars, et devrait rester déficitaire en 2015. Les importations de produits de haute technologie sont inférieures en valeur aux exportations et constituées principalement d'ordinateurs et de matériel de bureautique, de produits électroniques et de télécommunications (figure 5.10).

Les États-Unis ont, depuis quelque temps déjà, cédé à la Chine leur première place mondiale pour le volume des exportations de haute technologie. Jusqu'en 2008, ils restaient toutefois le premier exportateur de produits de haute technologie hors équipement informatique et de communication. La plupart de ces équipements sont devenus standards et sont désormais assemblés en Chine et dans d'autres pays émergents, les composants de haute technologie à forte valeur ajoutée étant produits ailleurs. En 2013, les États-Unis ont importé des ordinateurs et du matériel de bureautique pour un montant de 105,8 milliards de dollars, alors que leurs exportations de ces mêmes biens se sont limitées à 17,1 milliards de dollars.

Depuis la crise de 2008-2009, les États-Unis ont également été dépassés par l'Allemagne pour les exportations de produits de haute technologie (figure 5.10). La balance commerciale des

États-Unis pour les technologies aérospatiales n'a plus été excédentaire depuis 2008. Cette année-là, l'industrie aérospatiale avait exporté pour 70 milliards de dollars de produits. En 2009, les importations de ces produits ont dépassé les exportations en valeur, et cette tendance s'est maintenue jusqu'en 2013. Les États-Unis sont parvenus à conserver une balance commerciale légèrement positive entre 2008 et 2013 pour ce qui est de l'armement. Dans le domaine des produits chimiques, les importations et les exportations américaines s'équilibrent, même si les importations ont été plus importantes en valeur en 2008 et en 2011-2013. Le commerce des machines électriques est relativement constant, les importations représentant près du double des exportations en valeur. Les États-Unis sont également largement distancés par leurs concurrents dans le domaine des produits électroniques et des télécommunications : en 2013, les importations se sont élevées à 161,8 milliards de dollars et les exportations à 50,5 milliards de dollars seulement. Jusqu'en 2010, les États-Unis étaient exportateurs nets de produits pharmaceutiques, mais ils sont importateurs nets depuis 2011. Les États-Unis conservent un solde commercial positif dans le domaine des instruments scientifiques, quoique l'écart entre la valeur des exportations et celle des importations soit faible.

Dans le domaine des échanges en matière de propriété intellectuelle, les États-Unis conservent toutefois leur suprématie. Les recettes des redevances et des droits de licence ont atteint la somme de 129,2 milliards de dollars en 2013, ce qui fait des États-Unis le leader mondial incontesté en la matière. Avec des recettes d'un montant de 31,6 milliards de dollars en 2013, le Japon se classe au second rang mais arrive loin derrière. Les paiements des États-Unis pour l'utilisation de droits de propriété intellectuelle ont atteint 39 milliards de dollars en 2013, ce qui les place au second rang mondial derrière l'Irlande (46,4 milliards de dollars).

Les États-Unis sont une économie post-industrielle. Leurs importations de produits de haute technologie dépassent largement leurs exportations. Les téléphones portables, tablettes et montres intelligentes dernière génération ne sont pas fabriqués aux États-Unis. Les instruments scientifiques sont de plus en plus fabriqués à l'étranger, et non plus aux États-Unis comme c'était le cas auparavant. Néanmoins, les États-Unis peuvent compter sur une main-d'œuvre nombreuse et compétente en matière de technologies (ils ne sont devancés que par la Chine en termes d'effectifs) qui continue de produire un volume appréciable de brevets ; le pays continue donc de tirer profit des droits de licence ou de la vente de ces brevets. Au sein des industries de R&D scientifique des États-Unis, 9,1 % des produits et des services sont concernés par l'octroi de licences d'exploitation des droits de propriété intellectuelle.

Les États-Unis demeurent, avec le Japon, le pays qui dépose le plus grand nombre de brevets triadiques. Ces brevets reflètent l'ambition économique d'un pays et ses efforts pour améliorer son niveau de compétitivité technologique sur les marchés des principaux pays avancés. La deuxième moitié des années 2000 a été marquée par une diminution du nombre de brevets triadiques déposés par les États-Unis et d'autres grandes puissances. Depuis 2010, les brevets triadiques déposés par les États-Unis sont à nouveau en hausse (figure 5.8).

Cinq entreprises américaines dans le top 20 des investisseurs de R&D

Les 11 multinationales implantées aux États-Unis qui ont le plus investi dans la R&D en 2014 représentent une dépense totale de R&D de 83,7 milliards (voir tableau 9.3). Les cinq premières d'entre

Encadré 5.3 : Essor (et déclin ?) des chasseurs de brevets

« Chasseur de brevets » (« patent assertion entities » en anglais) est un terme courant pour désigner des sociétés qui ne fabriquent pas de produits, mais rachètent des brevets non exploités à d'autres sociétés, souvent à bas prix. Dans l'idéal, ces brevets sont larges et vagues. Les « chasseurs » menacent ensuite les entreprises de haute technologie de les poursuivre pour violation des droits de leurs brevets si elles ne s'acquittent pas d'une redevance de licence qui peut atteindre plusieurs centaines de milliers de dollars. Même si l'entreprise attaquée sait pertinemment qu'elle n'a pas violé les droits du brevet, elle préférera souvent payer la redevance plutôt que de risquer un litige, car les procédures risquent de durer des années et les frais juridiques peuvent être exorbitants.

Les chasseurs de brevets sont devenus un véritable cauchemar pour les entreprises, en particulier celles de la Silicon Valley, au rang desquelles des multinationales telles que Google et Apple. Mais les chasseurs s'en prennent également à de petites start-up, dont certaines sont parfois obligées de mettre la clé sous la porte.

Ce commerce est si juteux que le nombre de chasseurs de brevets a considérablement augmenté aux États-Unis : en 2012, 62 % des litiges portant sur des brevets ont été introduits par des chasseurs de brevets.

L'*America Invents Act* de 2011 a tenté de limiter le pouvoir des chasseurs de brevets en empêchant les plaignants d'attaquer plusieurs entreprises à la fois par le biais d'un seul procès. En réalité, cela a eu l'effet inverse, en multipliant le nombre de procédures.

En décembre 2013, la Chambre des représentants a voté un texte de loi exigeant des juges qu'ils statuent rapidement sur la validité des brevets en cas de contentieux. Cependant, le texte n'a pas été soumis au vote du Sénat, le Comité judiciaire du Sénat l'ayant écarté en mai 2014, après un intense lobbying des groupes pharmaceutiques, des sociétés de biotechnologie et des universités, qui craignaient que la nouvelle loi ne rende plus difficile la défense de leurs propres brevets.

Finalement, la réforme ne viendra peut-être pas d'un vote du Congrès, mais d'une décision du pouvoir judiciaire. En effet, une décision de la Cour suprême des États-Unis du 29 avril 2014 devrait inciter

les chasseurs de brevets à réfléchir à deux fois à l'avenir avant d'entamer des procès spécieux. La décision va à l'encontre du droit américain, qui prévoit de manière générale que chaque partie à un litige règle ses propres frais juridiques. Elle est plus proche du principe du « perdant payeur » en vigueur dans le droit britannique, qui impose au perdant le paiement des frais de justice des deux parties, ce qui explique peut-être pourquoi les chasseurs de brevets sont bien moins répandus au Royaume-Uni.

En août 2014, des juges américains ont fait référence à l'arrêt de la Cour suprême dans leur décision concernant l'appel de Google contre le chasseur de brevets Vringo, qui réclamait des centaines de millions de dollars. Les juges ont donné tort à Vringo en estimant qu'aucun de ses deux brevets n'était valide.

Source : Fisher, D. (2014) Patent trolls face high risks as Supreme Court loosens fee-shifting rule. *Forbes.com*, 29 avril ; Wyatt, E. (2014) Legislation to protect against 'patent trolls' is shelved. *The New York Times* en ligne, 21 mai ; Chien, C. (2013) *Patent Trolls by the Numbers*. Santa Clara Law Digital Commons. Informations compilées par Susan Schneegans, UNESCO.

elles se classent dans le top 20 mondial depuis plus de dix ans : Intel, Microsoft, Johnson & Johnson, Pfizer et IBM. En 2014, la première multinationale en termes de dépenses de R&D était le groupe allemand Volkswagen, suivi de près par le groupe coréen Samsung (voir tableau 9.3).

Google a intégré pour la première fois ce classement en 2013, rejoint l'année suivante par Amazon, ce qui explique que le géant du commerce en ligne n'apparaisse pas dans le tableau 9.3, malgré des dépenses de R&D de 6,6 milliards de dollars en 2014. L'investissement en R&D d'Intel a plus que doublé au cours des 10 dernières années, tandis que Pfizer a réduit ses dépenses de R&D par rapport au niveau de 2012 (9,1 milliards de dollars).

De manière générale, l'ambition des nouveaux géants des technologies de l'information et de la communication (TIC) est d'intégrer davantage les technologies numériques et le monde physique. Amazon a ainsi optimisé l'expérience du consommateur en développant des services comme Prime et Pantry qui permettent de satisfaire ses besoins pratiquement en temps réel. Amazon a récemment lancé une offre limitée pour un produit pilote, le « Dash Button », une extension de l'Amazon Pantry qui permet de commander des biens de consommation courante en appuyant sur un simple bouton. Google a acquis plusieurs de ces produits à mi-chemin entre monde informatique et monde physique, tels que des thermostats autonomes, et développé le premier système d'exploitation spécifiquement conçu pour ce type d'appareils

à basse consommation. Le projet le plus ambitieux est sans doute la voiture sans conducteur de Google, qui devrait être commercialisée d'ici cinq ans. À l'inverse, Facebook se lance dans le développement des technologies de réalité virtuelle grâce à son acquisition d'Oculus Rift, une technologie qui permettra d'intégrer le monde physique dans l'environnement numérique.

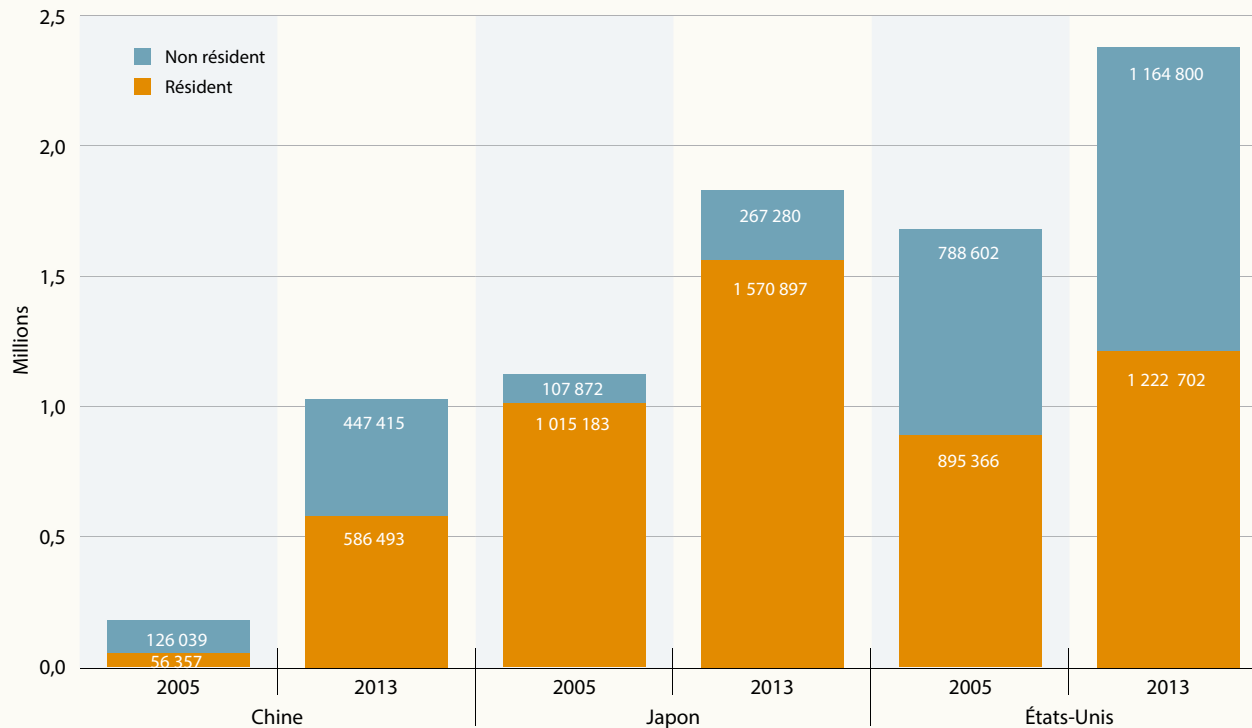
Les mini-capteurs qui facilitent la connectivité trouvent également des applications dans l'industrie et les soins de santé. General Electric, dont une grande partie des revenus dépend de contrats de service, investit actuellement dans la technologie des capteurs pour recueillir davantage d'informations sur la performance en vol de ses moteurs d'avion. Dans le domaine des soins de santé, quelques nouvelles entreprises s'essaient à l'utilisation de capteurs d'activité individuels pour la prise en charge de maladies chroniques comme le diabète.

Le Massachusetts : haut lieu de la R&D à but non lucratif

Les organisations privées à but non lucratif représentent environ 3 % des DIRD aux États-Unis. Au titre de l'exercice 2013, elles ont perçu des obligations fédérales d'un montant de 6,6 milliards de dollars pour financer des activités de R&D. Les organisations à but non lucratif de l'État du Massachusetts, notamment le pôle des hôpitaux de recherche situé à proximité de Boston, sont celles qui ont reçu la part la plus importante du financement fédéral, avec 29 % des fonds alloués en 2013.

Figure 5.8 : Brevets en vigueur aux États-Unis, 2005 et 2013

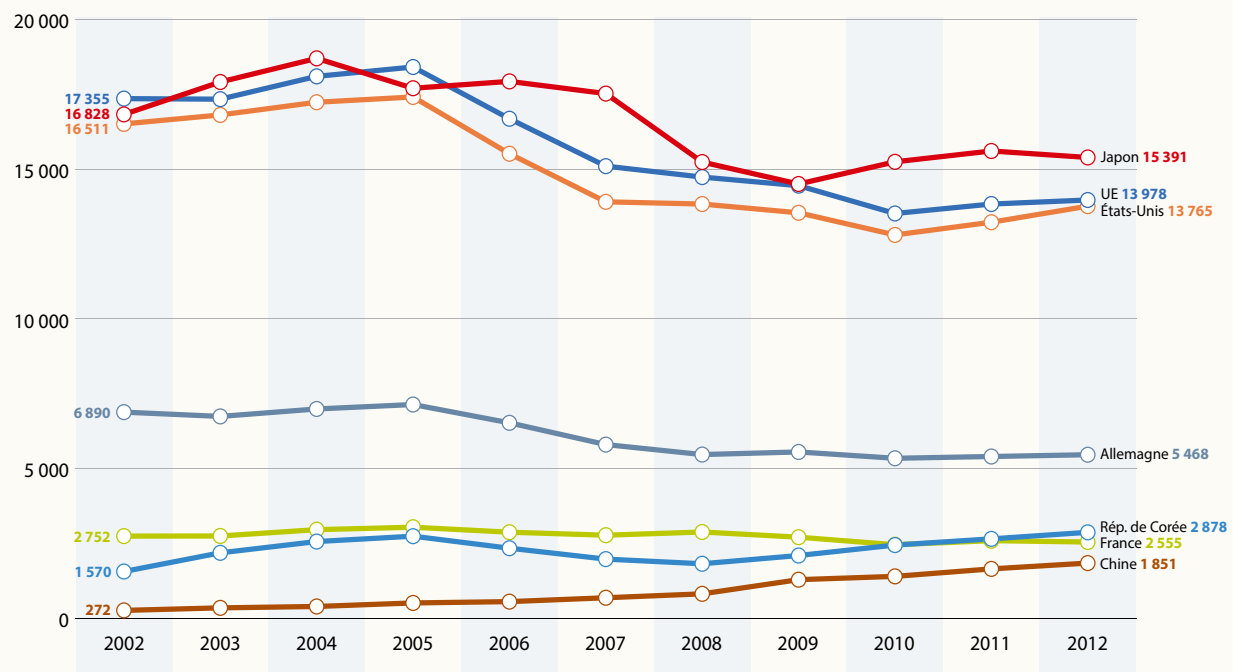
Les données des autres pays sont indiquées à titre de comparaison



Source : Statistiques en ligne de l'OMPI, consultées le 27 août 2015 ; brevets détenus par le principal office des brevets de chaque État : Office d'État chinois de la propriété intellectuelle, Office japonais des brevets, Office européen des brevets, Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique.

Figure 5.9 : Brevets triadiques des États-Unis figurant dans la base de données de l'USPTO, 2002-2012

Nombre de brevets triadiques (prévision immédiate) des principales économies mondiales



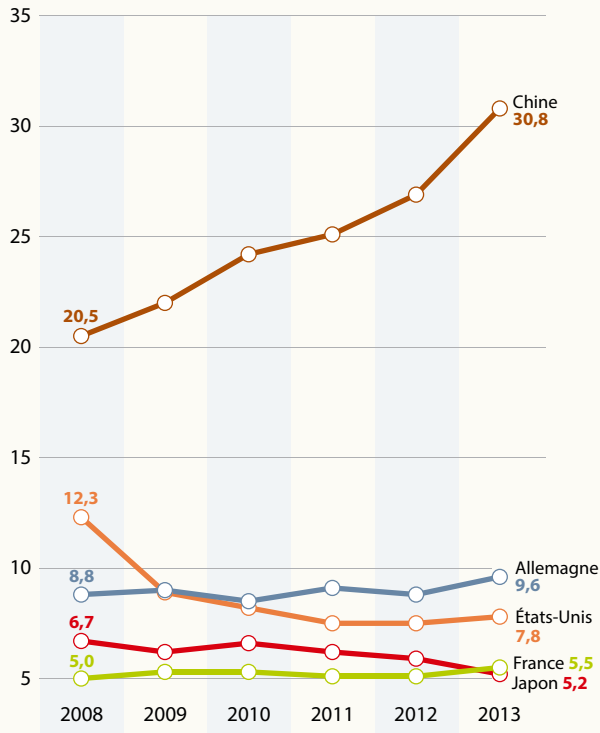
Remarque : Les brevets triadiques sont déposés par un même inventeur pour la même invention auprès des offices des brevets des États-Unis, de l'Union européenne et du Japon.

Source : Statistiques sur les brevets de l'OCDE (base de données), août 2015.

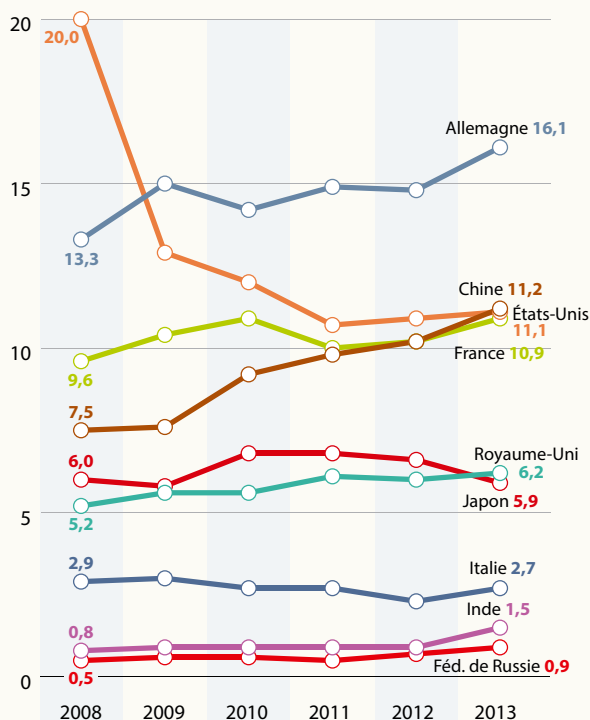
Figure 5.10 : **Exportations de produits de haute technologie des États-Unis en part des exportations mondiales, 2008-2013 (%)**

Les données des autres grands exportateurs sont indiquées à titre de comparaison

Exportations totales



Exportations totales sauf ordinateurs, matériel de bureautique, produits électroniques et de télécommunications



Source : Base de données Comtrade de la Division des statistiques des Nations Unies, juillet 2014.

La moitié des obligations fédérales attribuées à des organisations à but non lucratif concernent trois États – le Massachusetts, la Californie et le District of Columbia – qui représentent également une part non négligeable des dépenses nationales de R&D et des emplois en science et ingénierie (figure 5.6). Les institutions qui se taillent la part du lion du financement fédéral sont MITRE Corporation (dont les activités de R&D sont axées sur la sécurité nationale), les hôpitaux de recherche et les centres de recherche en oncologie, l'Institut Battelle Memorial, le généraliste de la R&D SRI International et RAND Corporation. Les organisations à but non lucratif peuvent également faire financer leurs activités de R&D par des sources privées, notamment des organisations philanthropiques (encadré 5.4).

TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉDUCATION

Des normes de base communes pour améliorer l'enseignement des sciences

Les États-Unis vont être confrontés à un besoin croissant de main-d'œuvre qualifiée en science, technologie, ingénierie et mathématiques dans les années à venir. Afin de s'y préparer, le Département de l'éducation a mis en place une stratégie pour améliorer le niveau des élèves comme des enseignants dans ces disciplines. Dans cette perspective, un groupe d'experts a élaboré, sous l'égide de l'Association nationale des gouverneurs, les Common Core State Standards en 2009, un ensemble de normes fondamentales communes au niveau fédéral pour harmoniser les niveaux d'aptitude en anglais et en mathématiques.

Il s'agit de normes nationales, différentes de celles élaborées au niveau des États. Cependant, le système éducatif américain étant fortement décentralisé, il n'est pas certain que ces politiques fédérales soient pleinement mises en œuvre dans la pratique. Pour pallier cet écueil, l'administration Obama a mis en place des programmes incitatifs, comme « Race to the Top », un concours permettant d'obtenir des financements destinés à encourager les États à engager des réformes éducatives. Le programme est doté de 4,3 milliards de dollars.

Les normes communes sont très controversées car elles reposent sur des examens standardisés très difficiles élaborés par les grandes maisons d'édition universitaire. Il reste encore à voir si les étudiants seront mieux formés en vue d'une carrière en science ou en ingénierie dans les écoles qui adoptent lesdites normes.

Effort d'amélioration de la qualité de l'enseignement

L'America COMPETES Act vise à doper la compétitivité des États-Unis en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) au travers de l'éducation. Le gouvernement attache beaucoup d'importance à l'amélioration de l'enseignement des STIM à tous les niveaux par le biais de la formation des enseignants. Cette volonté a abouti à la création d'un corps regroupant les meilleurs enseignants de STIM, le STEM Master Teacher Corps. Par ailleurs, l'administration a formé une coalition informelle de groupes gouvernementaux et à but non lucratif ayant un intérêt dans la formation des enseignants, appelé *100Kin10*, dont l'objectif explicite est de former 100 000 enseignants de STIM, dans une optique d'excellence. Eux-mêmes formeront par la suite un million de travailleurs qualifiés dans ces disciplines au cours des dix prochaines années.

Encadré 5.4 : Les milliardaires américains investissent de plus en plus dans la R&D

Les milliardaires américains s'impliquent de plus en plus dans la R&D, qu'elle soit ou non à but lucratif, et exercent désormais une influence majeure sur les priorités de recherche. D'aucuns dénoncent cette influence qui fausserait les activités de recherche en les mettant au service des intérêts personnels du patronat – riche et majoritairement blanc – et des universités prestigieuses que la plupart ont fréquentées.

Certains projets semblent en effet cibler explicitement les intérêts personnels de leurs initiateurs. Eric et Wendy Schmidt ont par exemple fondé l'Institut océanographique Schmidt après un séjour de plongée sous-marine dans les Caraïbes, et Lawrence Ellison a fondé la Fondation Ellison pour la recherche médicale après une série de réunions informelles organisées chez elle sous la direction du prix Nobel Joshua Lederberg.

À l'inverse, la Fondation Bill et Melinda Gates, qui est sans doute l'organisation de recherche philanthropique la plus connue au monde, s'est toujours attachée à cibler les maladies qui affectent les personnes pauvres dans le monde.

La relation entre la R&D financée par des organisations philanthropiques et d'autres fonds privés, d'une part, et le choix des priorités à l'échelon fédéral, d'autre part, est complexe. Certains groupes privés interviennent lorsque la volonté politique fait défaut. Par exemple, les dirigeants d'eBay, de Google et de Facebook financent la création d'un télescope spatial visant à repérer les astéroïdes et les météorites qui menacent de frapper la Terre, avec un budget très inférieur à ce que coûterait la mise en place d'un projet similaire à la NASA. SpaceX, l'entreprise privée fondée par Elon Musk, est devenue prestataire du gouvernement fédéral, permettant à ce dernier de réaliser des économies. SpaceX

a décroché des contrats fédéraux d'une valeur de plus de 5,5 milliards de dollars avec l'US Air Force et la NASA. Il bénéficie également d'une subvention de 20 millions de dollars allouée par l'État du Texas pour y construire une installation de lancement et favoriser ainsi le développement économique local.

D'autres exemples montrent que certaines priorités de la R&D financée par des organisations philanthropiques sont devenues des priorités au niveau fédéral. Avant l'annonce par le Président Obama de son Initiative BRAIN, Paul G. Allen et Fred Kavli avaient créé des instituts privés de recherche sur le cerveau à Seattle, dans l'État de Washington, et dans trois universités (Yale, Columbia et Université de Californie). Les scientifiques travaillant dans ces instituts ont contribué à l'élaboration du programme fédéral.

Source : Informations compilées par les auteurs.

L'*America COMPETES Act* appelle également à mettre en place des programmes pour inciter les étudiants de premier cycle diplômés de disciplines scientifiques et technologiques à poursuivre leur cursus, en accordant une place particulière aux minorités sous-représentées, telles que les Afro-Américains, les Hispaniques et les Amérindiens. Par ailleurs, la loi alloue des fonds aux institutions scientifiques pour stimuler l'intérêt des étudiants au travers de l'éducation informelle. Elle accorde également la priorité à la formation professionnelle dans le domaine de la fabrication de pointe, au niveau des écoles secondaires et des établissements universitaires à cycle court. Enfin, la loi prévoit que le Bureau de la politique scientifique et technologique de la Maison Blanche élabore tous les cinq ans un plan stratégique pour l'enseignement des STIM.

Baisse des recettes des universités publiques

Depuis la récession de 2008-2009, les universités de recherche publiques font face à une diminution des dotations de l'État, des financements fédéraux pour la recherche et des autres subventions, alors que dans le même temps les inscriptions ont augmenté. Par conséquent, ces établissements n'ont pu enrayer la chute spectaculaire des fonds disponibles par étudiant, malgré l'augmentation considérable des frais d'inscription et le report de travaux d'entretien de leurs locaux. Le Conseil national scientifique a prédit en 2012 que ces efforts de réductions des coûts auraient des effets durables sur les capacités d'enseignement et de recherche des universités de recherche publiques. (Le rythme de croissance des publications scientifiques semble à ce titre plus irrégulier depuis 2011, voir figure 5.11). Cette perspective est inquiétante, d'autant que la demande d'enseignement public augmente le plus rapidement au sein de groupes historiquement défavorisés qui choisiraient, s'ils en avaient les moyens, des diplômes en deux ans dans

des établissements privés ; en effet, les universités publiques proposent des cursus dans le domaine des sciences et de l'ingénierie que les établissements concurrents à but lucratif n'offrent pas (Conseil national scientifique, 2012).

Les universités tentent de faire face à la raréfaction des financements en cherchant de nouveaux moyens de diversifier leurs revenus et de réduire leurs coûts. Cela passe notamment par la recherche de nouvelles sources de financement auprès de l'industrie, par le recours massif à des contrats temporaires et à des postes d'auxiliaire pour l'enseignement et la recherche, et par l'adoption de nouvelles technologies pédagogiques permettant d'augmenter l'effectif des classes.

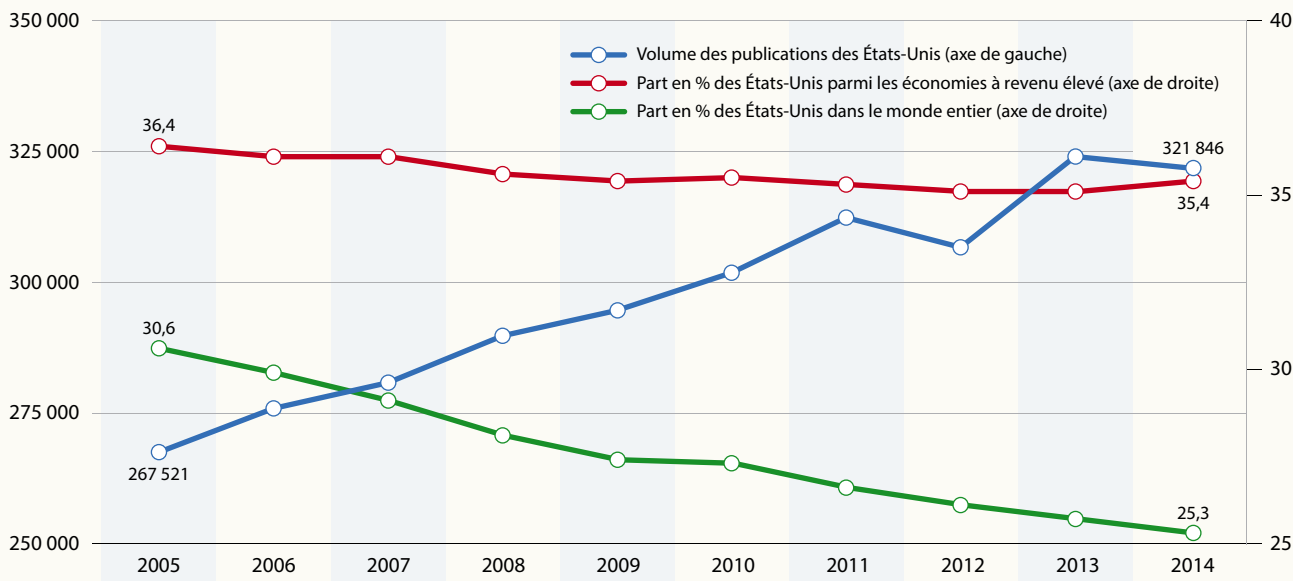
Des postes insuffisants pour le nombre de chercheurs

Les départements scientifiques des universités américaines ont connu une période de croissance au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle. Chaque chercheur pouvait former plusieurs étudiants qui pouvaient eux-mêmes raisonnablement espérer obtenir un poste de chercheur universitaire. Depuis peu, les départements de sciences ont cessé de s'agrandir. Par conséquent, le nombre de postes accessibles est devenu bien plus restreint au niveau postdoctoral ; le goulet d'étranglement ainsi formé ralentit la carrière de nombreux chercheurs.

Un rapport publié en 2015 par l'Académie nationale des sciences émet l'idée qu'en raison de la raréfaction des postes de titulaires, les bourses postdoctorales sont prolongées. En parallèle, la proportion de diplômés qui suivent un programme de bourse avant d'obtenir leur premier poste d'enseignant augmente, et cette pratique s'étend à de nouvelles disciplines. Par conséquent, le nombre de chercheurs postdoctorants a augmenté de 150 %

Figure 5.11 : Tendances en matière de publications scientifiques aux États-Unis, 2005-2014

Les États-Unis ont maintenu leur part dans les publications des pays à revenu élevé



1,32

Taux moyen de citation des publications américaines, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 1,08 %.

14,7 %

Proportion des articles américains dans les 10 % d'articles les plus cités, 2008-2012 ; la moyenne de l'OCDE est de 11,1 %.

34,8 %

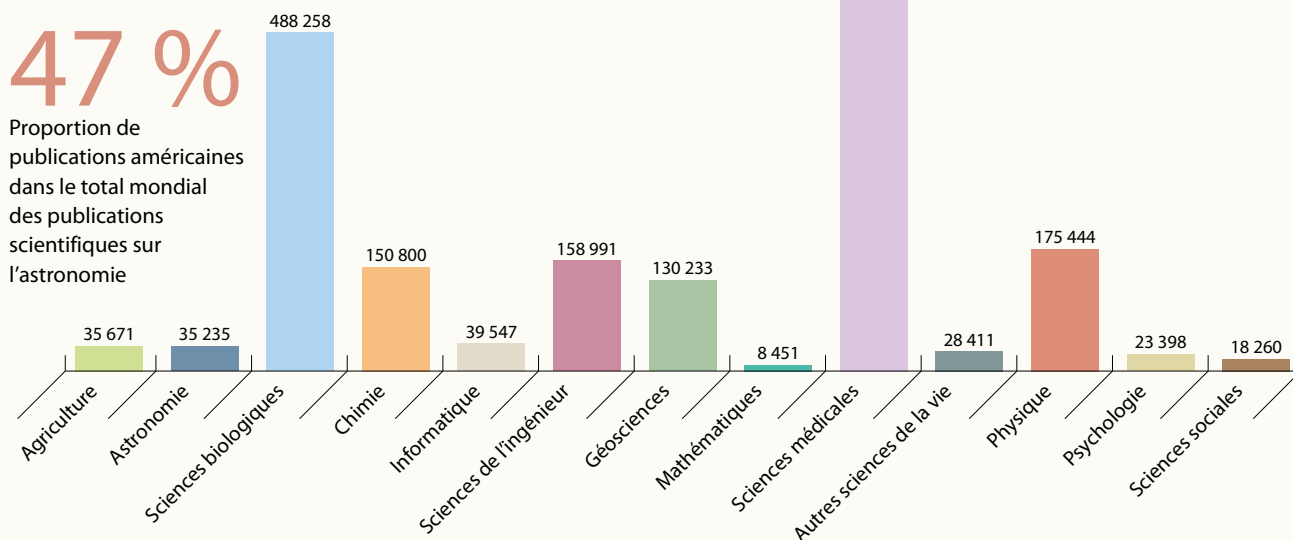
Proportion des articles américains ayant un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne de l'OCDE est de 29,4 %.

Les publications scientifiques américaines touchent surtout à la médecine et à la biologie

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014

47 %

Proportion de publications américaines dans le total mondial des publications scientifiques sur l'astronomie



Remarque : Les 175 543 articles non indexés sont exclus des totaux.

Le principal partenaire des États-Unis est la Chine, suivie de près par le Royaume-Uni, l'Allemagne et le Canada

Principaux partenaires étrangers, 2008-2014 (nombre d'articles)

	1 ^{er} partenaire	2 ^e partenaire	3 ^e partenaire	4 ^e partenaire	5 ^e partenaire
États-Unis	Chine (119 594)	Royaume-Uni (100 537)	Allemagne (94 322)	Canada (85 069)	France (62 636)

Source : Plate-forme de recherche Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded, traitement des données par Science-Metrix.

entre 2000 et 2012. Bien que les bourses postdoctorales aient été conçues à l'origine comme une formation avancée à la recherche, dans la pratique, toutes les bourses postdoctorales n'offrent pas à leurs titulaires un encadrement et un développement professionnel cohérents et complets. Il n'est pas rare de voir des universitaires dans l'attente d'un poste végétatif en suivant des programmes de bourse postdoctorale tout en effectuant des travaux de recherche de grande qualité, sans durée déterminée et pour un salaire dérisoire.

Innovation libre : un mariage de raison

En 1980, le Congrès américain a voté la loi Bayh-Dole (Bayh-Dole Act) afin d'encourager l'adoption des technologies développées par des organismes de recherche ayant bénéficié de fonds publics. La loi a permis aux universités de conserver les droits de propriété intellectuelle de la R&D financée sur crédits fédéraux et lancé un mouvement en faveur du brevetage et de la commercialisation de nouvelles technologies par les universités.

Certaines universités sont ainsi devenues des pôles d'innovation, dans lesquels de petites start-up créées dans le cadre des recherches effectuées sur le campus ajoutent de la valeur avant, généralement, de s'associer à un partenaire industriel plus important et déjà établi pour commercialiser leur(s) produit(s). Ces universités ont pu ainsi faire émerger des écosystèmes locaux d'innovation. Devant cette réussite, un nombre croissant d'établissements a créé des infrastructures internes pour soutenir les start-up issues de la recherche (comme des bureaux de transfert de technologies) ainsi que des incubateurs conçus pour soutenir les jeunes entreprises et leurs inventions technologiques (Atkinson et Pelfrey, 2010). Le transfert de technologies participe de la mission de l'université en diffusant des idées et des solutions qui peuvent être mises en pratique. Il soutient également la création d'emplois dans les économies locales et resserre les liens avec l'industrie, indispensables à la recherche subventionnée. Cependant, le transfert de technologies – par nature imprévisible – ne peut être un complément fiable des autres recettes des universités, telles que les subventions fédérales ou les frais d'inscription.

Du point de vue de l'industrie, de nombreuses entreprises des secteurs à forte intensité de technologie estiment que s'associer avec des universités est un moyen plus efficace d'utiliser leur investissement en R&D que de développer elles-mêmes des technologies (Enkel, *et al.*, 2009). En subventionnant la recherche universitaire, ces entreprises tirent profit de la vaste expertise et de l'environnement collaboratif au sein des départements universitaires. Bien que la recherche subventionnée par l'industrie ne représente que 5 % de la R&D des universités, les plus grandes d'entre elles dépendent de plus en plus du secteur industriel pour le financement de la recherche, plutôt que des financements fédéraux et des États. Les intérêts des chercheurs et des industriels ne convergent néanmoins pas toujours. Les partenaires industriels ne souhaitent pas forcément publier afin d'éviter que leurs concurrents ne tirent profit de leur investissement, alors que la carrière des chercheurs universitaires dépend de la publication des résultats de leurs travaux (voir également chapitre 2).

Hausse de 8 % des étudiants étrangers depuis 2013

Au cours de l'année universitaire 2013-2014, plus de 886 000 étudiants internationaux et leurs familles

installées aux États-Unis ont contribué à la création de 340 000 emplois et rapporté 26,8 milliards de dollars à l'économie américaine, selon un rapport de 2014 de l'Association nationale des conseillers auprès des étudiants étrangers.

Le nombre d'étudiants américains qui étudient à l'étranger est beaucoup plus faible, sous la barre des 274 000. Les cinq premières destinations pour les étudiants américains sont le Royaume-Uni (12,6 %), l'Italie (10,8 %), l'Espagne (9,7 %), la France (6,3 %) et la Chine (5,4 %). Ces statistiques ne rendent pas compte du nombre impressionnant d'étudiants inscrits dans un établissement situé hors de leur pays d'origine : 4,1 millions en 2013, dont 53 % originaires de Chine, d'Inde et de République de Corée (voir aussi chapitre 2).

Les étudiants étrangers aux États-Unis viennent surtout de Chine (28 %), d'Inde (12 %), de République de Corée (environ 8 %), d'Arabie saoudite (environ 6 %) et du Canada (environ 3%), selon l'examen trimestriel de juillet 2014 du Système d'information sur les étudiants et les programmes d'échange publié par l'organisme de surveillance et de protection des frontières des États-Unis (ICE). Près d'un million d'étudiants étrangers (966 333) suivaient un cursus universitaire ou professionnel à temps plein dans un établissement d'enseignement supérieur certifié (visas F-1 et M-1). Selon l'ICE, le nombre de titulaires de visas F-1 et M-1 a augmenté de 8 % entre 2013 et 2014. Par ailleurs, 233 000 autres étudiants détenaient un visa J-1⁹.

Selon les données recueillies par l'ICE, plus de la moitié des étudiants détenteurs d'un visa F-1 et M-1 étaient des hommes (56 %). Près de 6 étudiantes sur 10 (58 %) étaient originaires d'Europe de l'Est et trois quarts des hommes (77 %) d'Asie de l'Ouest. Un peu moins de la moitié des étudiants détenteurs de ce type de visa avait choisi la Californie comme destination. Venaient ensuite New York et le Texas.

La majeure partie de ces étudiants suivent des cursus dans les disciplines suivantes : commerce, gestion et marketing, ingénierie, informatique et domaines connexes, éducation. Parmi les étudiants en STIM, les trois quarts (75 %) avaient opté pour l'ingénierie, l'informatique, les sciences de l'information et les services de soutien, ou la biologie et les sciences biomédicales.

En 2012, 49 % des doctorants internationaux en sciences et en ingénierie étudiaient aux États-Unis (voir figure 2.12). Dans une étude de 2013, *Survey of Earned Doctorates*, la Fondation nationale pour la science a comparé les diplômes de doctorat obtenus par des citoyens américains et ceux obtenus par des étudiants étrangers, qu'ils soient résidents permanents ou titulaires d'un visa temporaire. L'étude a conclu que la proportion des diplômes de doctorat attribués à des étudiants détenteurs d'un visa temporaire selon les disciplines était respectivement de 28 % pour les sciences de la vie, de 43 % pour les sciences physiques, de 55 % pour l'ingénierie, de 10 % pour l'éducation, de 14 % pour les sciences humaines et de 33 % pour les disciplines hors sciences et ingénierie. Ces pourcentages sont en légère augmentation dans toutes les disciplines par rapport à 2008.

9. Les visas J-1 sont attribués à des visiteurs étrangers sélectionnés par le Département de l'intérieur pour participer à un programme d'échange.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Les étudiants étrangers de plus en plus tentés de rentrer dans leur pays

Historiquement, une grande majorité des étudiants étrangers venus se former aux États-Unis s'y sont installés définitivement. Aujourd'hui, les étudiants et les stagiaires étrangers trouvent de plus en plus de débouchés dans leurs pays d'origine car les secteurs de la R&D y sont de plus en plus développés. En conséquence, le taux de retour des étudiants étrangers et des postdoctorants augmente. Il y a vingt ans, près de 1 doctorant chinois sur 10 rentrait en Chine après avoir obtenu son diplôme aux États-Unis. Aujourd'hui ce taux de retour est plus proche de 20 % et il a tendance à augmenter (voir aussi encadré 23.2).

Cette tendance est entretenue par un phénomène « d'attraction-répulsion » : l'environnement américain de la recherche semble de plus en plus compétitif, alors même que les entreprises étrangères sont en mesure d'offrir de plus en plus d'opportunités aux travailleurs qualifiés. Par exemple, le nombre limité de visas délivrés à des travailleurs qualifiés crée une forte concurrence chez ceux d'entre eux qui souhaitent travailler dans les industries américaines de pointe. En 2014, submergée par le nombre de candidatures, la loterie qui permet d'attribuer ces visas a été close une semaine seulement après son ouverture. Les chefs d'entreprise américains sont très favorables à l'augmentation du nombre de visas pour les travailleurs qualifiés, en particulier dans le secteur des logiciels. Dans le même temps, des pays comme la Chine, l'Inde ou Singapour réalisent de gros investissements pour créer des installations de recherche ultramodernes, incitant par là fortement les étudiants formés aux États-Unis à rentrer chez eux.

LES SCIENCES, LA TECHNOLOGIE ET LE GRAND PUBLIC

Les Américains ont une image positive de la science

Plusieurs études récentes ont montré que les Américains ont généralement une attitude positive et optimiste à l'égard de la science (Pew, 2015). Ils accordent de l'importance à la recherche scientifique (90 % sont favorables au maintien ou à l'augmentation du financement de la recherche) et une confiance élevée aux responsables scientifiques. De manière générale, ils apprécient la contribution de la science à la société et jugent utiles le travail scientifique et l'ingénierie. Quelque 85 % des Américains estiment que les retombées positives de la recherche scientifique contrebalancent ou excèdent les dommages potentiels. En particulier, ils considèrent que la science a un impact positif sur les traitements médicaux, la sécurité alimentaire et la préservation de l'environnement. Par ailleurs, la grande majorité des Américains considèrent que les investissements dans l'ingénierie, la technologie et la recherche sont rentabilisés à long terme. La plupart des Américains déclarent qu'ils sont en général intéressés par les nouvelles découvertes scientifiques. Plus de la moitié d'entre eux a visité un zoo, un aquarium, un musée d'histoire naturelle ou un musée consacré aux sciences en 2012.

Scepticisme du grand public à l'égard de certaines questions scientifiques

Les principales divergences d'opinion entre le grand public et la communauté scientifique concernent les aliments génétiquement modifiés (seuls 37 % du grand public les considèrent généralement sans danger contre 88 % des scientifiques) et la recherche sur

les animaux (89 % des scientifiques mais seulement 47 % du grand public y sont favorables). On constate le même degré de scepticisme s'agissant de la responsabilité de l'homme dans le changement climatique : seule une personne sur deux en est convaincue, contre 87 % des scientifiques.

Les Américains sont moins préoccupés par le changement climatique que les citoyens d'autres pays et plus susceptibles d'attribuer les tendances observables à des causes non anthropiques. Agir sur les causes du changement climatique n'est pas une grande priorité pour la plupart des Américains. Les choses sont toutefois peut-être en train de changer, comme en témoigne la Marche du peuple pour le climat de septembre 2014 qui a rassemblé 400 000 personnes de tous horizons dans les rues de New York.

De manière générale, les Américains sont plus favorables à l'énergie nucléaire que les citoyens d'autres pays. Le pétrole et l'énergie nucléaire sont progressivement revenus en grâce après les accidents spectaculaires survenus dans des installations pétrolières dans le golfe du Mexique et nucléaires au Japon, mais le niveau de soutien à l'énergie nucléaire n'a pas encore retrouvé complètement son niveau d'antan.

Le grand public et les scientifiques américains s'accordent néanmoins sur un point, d'après un sondage d'opinion et les analyses de l'Association américaine pour l'avancement des sciences : l'enseignement scientifique au niveau primaire est en retard par rapport à la situation d'autres pays, et ce bien que la science américaine jouisse d'une excellente réputation à l'étranger.

Une compréhension limitée des faits scientifiques

Malgré un enthousiasme largement partagé pour la science et les découvertes, la compréhension des éléments factuels de la science de la part du grand public américain laisse à désirer. Des personnes interrogées au moyen d'un questionnaire factuel ont répondu correctement à 5,8 questions en moyenne (sur un total de 9). Ce score est comparable à celui observé dans les pays européens, et reste stable enquête après enquête.

Par ailleurs, on observe que les réponses peuvent être influencées par la façon dont les questions sont posées. Par exemple, seules 48 % des personnes interrogées ont affirmé être d'accord avec l'affirmation selon laquelle « les êtres humains, tels que nous les connaissons aujourd'hui, descendent d'espèces animales qui existaient avant », mais la proportion est passée à 72 % dès lors que la même question était introduite par « D'après la théorie de l'évolution... ». De la même façon, seuls 39 % des Américains étaient d'accord avec la phrase « L'univers est né d'une grande explosion », mais ils étaient 60 % à être d'accord avec la phrase « Selon les astronomes, l'Univers est né d'une grande explosion ».

Accès libre du public à la littérature scientifique

L'*America COMPETES Act* s'est fixé comme objectif de rendre accessible au public tous les résultats non classifiés des recherches financées – au moins partiellement – par des fonds publics. Lors du vote de la loi en 2007, les NIH envisageaient déjà d'imposer aux chercheurs qu'ils avaient subventionnés de mettre à disposition de PubMed Central leurs articles dans les 12 mois suivant leur publication. PubMed Central est un système

d'archives en accès libre des articles intégraux publiés dans les revues consacrées au génie biomédical et aux sciences de la vie. PubMed Central est hébergé par la Bibliothèque nationale de médecine des NIH.

La période de 12 mois d'embargo a permis de protéger le modèle économique des revues scientifiques puisque le nombre de titres a augmenté depuis la mise en place de la politique. Cette dernière a permis au grand public d'accéder à une mine d'informations. On estime que PubMed Central reçoit 500 000 visites uniques par jour (sauf week-ends), que l'utilisateur moyen accède à deux articles, et que 40 % des utilisateurs sont issus du grand public (par opposition à des utilisateurs issus de l'industrie ou du monde universitaire).

Le gouvernement produit environ 140 000 ensembles de données¹⁰ dans de très nombreux domaines. Chaque ensemble de données peut être converti en application mobile ou croisé avec d'autres jeux de données afin de faire émerger de nouvelles informations. Des entreprises innovantes ont créé des services utiles à partir de ces données. Par exemple, les estimations immobilières de Realtor.com[®] sont basées sur les données open source du Bureau du recensement relatives aux prix de l'immobilier. Bankrank.org fournit des informations sur les banques à partir de données du Bureau de la protection financière des consommateurs. D'autres applications reposent sur le GPS (Global Positioning System) ou les données de l'Administration fédérale de l'aviation. Le président Obama a créé un poste de « Chief Data Scientist » (responsable des données) à la Maison-Blanche pour promouvoir l'utilisation de ces ensembles de données. Figure historique de la Silicon Valley, DJ Patil est la première personne à occuper ce poste.

TENDANCES EN MATIÈRE DE DIPLOMATIE SCIENTIFIQUE

Accord avec la Chine sur le changement climatique

Conformément aux grandes priorités qu'a fixées le président, le principal objectif de la diplomatie scientifique à l'heure actuelle et dans les années à venir est la lutte contre le changement climatique. Son *Plan d'action pour le climat* (2013) comprend un programme d'action au niveau national et international qui vise à réduire rapidement et efficacement les émissions de gaz à effet de serre. Dans cette perspective, l'administration américaine a signé plusieurs accords bilatéraux et multilatéraux, et participera aux négociations de la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques qui se tiendra à Paris en novembre 2015 et qui vise à adopter un accord universel juridiquement contraignant sur le climat. En vue de la conférence, les États-Unis ont fourni une assistance technique à certains pays en développement pour les aider à préparer leurs Contributions prévues déterminées au niveau national.

À l'occasion d'une visite du Président Obama en Chine en novembre 2014, les États-Unis se sont engagés à réduire leurs émissions de CO₂ de 26-28 % en 2025 par rapport à leur niveau de 2005. Par ailleurs, les présidents américain et chinois ont rendu publique une *Déclaration conjointe sur le climat*. Les détails de l'accord avaient été réglés par le Centre sino-américain de

recherche sur les énergies propres. Ce centre virtuel a été établi en novembre 2009 par le Président Obama et le Président Hu Jintao et doté d'un budget de 150 millions de dollars. Le plan de travail conjoint prévoit des partenariats public-privé dans les domaines des technologies du charbon propre, des véhicules propres, de l'efficacité énergétique, de l'énergie et de l'eau.

Accord historique avec l'Iran

La négociation d'un accord sur le nucléaire avec l'Iran, conjointement avec les quatre autres membres permanents du Conseil de sécurité et l'Allemagne, constitue un autre succès diplomatique majeur. L'accord, d'une grande complexité technique, a été signé en juillet 2015. En échange de la levée des sanctions, les Iraniens ont fait un certain nombre de concessions sur leur programme nucléaire. L'accord a été validé par le Conseil de sécurité des Nations Unies une semaine après son adoption.

La science au service de la diplomatie

La collaboration scientifique constitue souvent le programme de consolidation de la paix le plus durable qui soit, en raison du haut niveau d'investissement personnel qu'elle implique. Par exemple, le programme Coopération pour la recherche au Moyen-Orient exécuté par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), qui organise une coopération scientifique bilatérale ou trilatérale avec des partenaires arabes et israéliens, fonctionne sans interruption depuis sa mise en place en 1981, dans le cadre des Accords de Camp David de 1978, et ce malgré les périodes de conflit violent qu'a connues le Moyen-Orient. Dans un même esprit de consolidation de la paix, des scientifiques américains et cubains travaillaient ensemble depuis un demi-siècle malgré l'embargo. Le rétablissement des relations diplomatiques entre les États-Unis et Cuba en 2015 devrait conduire à de nouvelles règles relatives à l'exportation des équipements scientifiques offerts, qui aideront les laboratoires cubains à se moderniser.

Les universités contribuent également de manière non négligeable à la diplomatie scientifique au travers de leurs activités de collaboration scientifique internationale. Au cours de la dernière décennie, plusieurs universités ont inauguré des campus satellites à l'étranger, dédiés spécifiquement aux sciences et à la technologie, dont l'Université de Californie (San Diego), l'Université du Texas (Austin), l'Université Carnegie Mellon et l'Université Cornell. Une faculté de médecine doit ouvrir au sein de l'Université de Nazarbayev en 2015, en partenariat avec l'Université de Pittsburgh. Ce partenariat entre les États-Unis et le Kazakhstan a également débouché sur la création de la revue *Central Asian Journal of Global Health*, dont le premier numéro a paru en 2012 (voir encadré 14.3). De son côté, le Massachusetts Institute of Technology a participé à la création de l'Institut de la science et de la technologie de Skolkovo en Fédération de Russie (voir encadré 13.1).

D'autres projets impliquant la Fédération de Russie sont retardés ou piétinent. Par exemple, les vives tensions diplomatiques de 2012 entre Washington et Moscou ont entraîné la suspension – discrète – des réunions de la commission présidentielle bilatérale qui réunissait des scientifiques et des innovateurs américains et russes. Des projets comme le Couloir de l'innovation russo-américain ont été également été mis en veille. Depuis 2012, la Fédération de Russie a également adopté plusieurs politiques qui

10. Ces ensembles de données sont accessibles sur le site www.data.gov.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

ont eu un effet négatif sur la collaboration scientifique avec les autres pays, dont une loi sur les organisations indésirables. Ainsi, la Fondation MacArthur a récemment dû quitter la Fédération de Russie après avoir été déclarée indésirable.

De leur côté, les États-Unis ont introduit de nouvelles restrictions visant les scientifiques russes travaillant aux États-Unis dans des industries sensibles mais, pour l'heure, la collaboration américano-russe de longue date dans le domaine des vols spatiaux habités n'a pas été affectée (voir chapitre 13).

Priorité à l'Afrique pour la santé et l'énergie

L'épidémie d'Ebola en 2014 a montré que la mobilisation de fonds, d'équipements et de ressources humaines pour faire face à l'irruption et l'évolution rapide de crises sanitaires était un véritable défi. En 2015, les États-Unis ont décidé d'investir 1 milliard de dollars sur les cinq prochaines années dans la prévention, la détection et la prise en charge des flambées de maladies infectieuses dans 17 pays¹¹, dans le cadre de leur programme en faveur de la sécurité sanitaire mondiale. Plus de la moitié des fonds seront alloués à l'Afrique. Les États-Unis collaborent également avec la Commission de l'Union africaine en vue d'établir des centres africains de contrôle et de prévention des maladies. Ils soutiennent également la création d'instituts nationaux de santé publique.

Les États-Unis et le Kenya ont signé un accord de coopération sur la réduction des menaces intitulé *Cooperative Threat Reduction*, à l'occasion de la visite du Président Obama au Kenya en juillet 2015. L'objectif est d'améliorer la sûreté et la sécurité biologiques au moyen de la « biosurveillance en temps réel, du signalement rapide des maladies, de la recherche et de la formation liées aux menaces biologiques potentielles, qu'elles soient posées par des maladies se produisant naturellement, des attaques biologiques délibérées ou des fuites involontaires de pathogènes et de toxines biologiques ».

En 2014, l'USAID a lancé le programme Nouvelles menaces pandémiques II, auquel participent plus de 20 pays en Afrique et en Asie pour aider à « détecter les virus présentant un risque de pandémie, améliorer les capacités des laboratoires à assurer la surveillance épidémiologique, répondre rapidement et adéquatement aux menaces, renforcer les capacités locales et nationales d'intervention et former les populations à risque pour prévenir l'exposition à ces dangereux pathogènes ».

Un an plus tard, le Président Obama a lancé le programme Power Africa, qui est également conduit par l'USAID. Plutôt qu'une aide, Power Africa fournit des incitations pour encourager l'investissement privé en faveur du développement des infrastructures en Afrique. En 2015, Power Africa a établi un partenariat avec la Fondation des États-Unis pour le développement en Afrique et General Electric, par exemple, afin d'accorder de petites subventions à des entrepreneurs africains en vue du développement de projets énergétiques innovants et hors réseau au Nigéria (Nixon, 2015).

CONCLUSION

L'avenir s'annonce meilleur pour l'industrie que pour la recherche fondamentale

Aux États-Unis, le gouvernement fédéral se spécialise dans le financement de la recherche fondamentale, laissant à l'industrie l'initiative de la recherche appliquée et du développement technologique. Ces cinq dernières années, le financement fédéral de la R&D a chuté en raison du climat d'austérité et de changement de priorités. À l'inverse, les dépenses de R&D des entreprises ont augmenté, si bien que les dépenses globales de R&D n'ont que légèrement fléchi au cours des cinq années passées, avant de retrouver une croissance modeste.

Les entreprises ont de manière générale maintenu ou augmenté leurs engagements en matière de R&D sur les cinq dernières années, en particulier dans les nouveaux secteurs offrant des rendements élevés. Aux États-Unis, la R&D est considérée comme un investissement à long terme, essentiel pour alimenter l'innovation et renforcer la résilience dans les moments d'incertitude.

Bien que la majeure partie des dépenses de R&D bénéficie d'un large soutien bipartisan, la recherche d'intérêt général risque bien de subir les effets les plus graves de la politique d'austérité et des attaques politiques actuelles.

Le gouvernement fédéral est parvenu à peser un certain poids, notamment au travers de partenariats avec l'industrie et des organisations à but non lucratif dans le domaine de l'innovation. On peut citer notamment l'Initiative BRAIN, le partenariat pour un secteur manufacturier de pointe, et plus récemment, l'engagement des entreprises américaines pour le climat. Le gouvernement fédéral a également encouragé une plus grande transparence et mis les données publiques à la disposition d'innovateurs potentiels. Des réformes réglementaires annoncent une nouvelle ère prometteuse pour la médecine de précision et la fabrication de médicaments.

Les États-Unis ont également maintenu leurs engagements en faveur de l'enseignement et de la formation professionnelle en sciences et en ingénierie. Le plan de relance adopté en 2009 pour dompter la crise financière a été une occasion unique pour le gouvernement fédéral d'encourager une croissance de l'emploi dans la haute technologie, dans un contexte de redémarrage de la demande de travailleurs qualifiés. L'avenir dira si cette injection massive de fonds dans l'éducation et la formation portera ses fruits. Au sein des universités, les effectifs d'étudiants se sont contractés sous les effets des efforts d'austérité, entraînant une augmentation du nombre de stagiaires postdoctorants et une course aux financements. Grâce à un investissement massif dans le transfert de technologies, les grandes universités et les principaux instituts de recherche cherchent à se rendre plus accessibles aux communautés environnantes dans l'espoir de faire naître des économies locales du savoir solides.

Que réserve l'avenir à la science américaine ? Tout laisse à penser que les opportunités dans la recherche fondamentale financée sur fonds publics risquent de stagner. À l'inverse, l'avenir semble plus prometteur pour l'innovation et le développement dans le secteur des entreprises.

11. Les 17 pays partenaires sont les suivants (en Afrique) : Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Éthiopie, Guinée, Kenya, Libéria, Mali, Ouganda, Sénégal, Sierra Leone et Tanzanie ; (en Asie) : Bangladesh, Inde, Indonésie, Pakistan et Viet Nam.

OBJECTIFS PRINCIPAUX DES ÉTATS-UNIS

- Porter les DIRD à 3 % du PIB d'ici fin 2016 ;
- Former 100 000 enseignants de sciences, technologie, ingénierie et mathématiques dans une optique d'excellence, qui formeront à leur tour un million de travailleurs qualifiés dans ces disciplines d'ici 2021, par le biais d'une coalition informelle, surnommée *100Kin10*, qui regroupe des acteurs gouvernementaux et à but non lucratif ayant un intérêt pour la formation des enseignants ;
- Réduire les émissions de CO₂ de 26 à 28 % à l'horizon 2025 par rapport aux niveaux de 2005 ;
- Réduire les émissions de CO₂ de l'État de Californie de 40 % à l'horizon 2030 par rapport aux niveaux de 1990.

RÉFÉRENCES

- Alberts, B., Kirschner, M. W., Tilghman, S. et Varmus, H. (2015) Opinion: Addressing systemic problems in the biomedical research enterprise, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(7).
- Atkinson, R. C. et Pelfrey, A. P. (2010) *Science and the Entrepreneurial University*. Série de documents de recherche et de publications occasionnelles (CSHE.9.10). Centre d'études sur l'enseignement supérieur, Université de Californie : Berkeley (États-Unis).
- Bussey, J. (2012) Myths of the big R&D budget, *Wall Street Journal*, 15 juin.
- Centre de recherche Pew (2015) *Public and Scientists' Views on Science and Society*. 29 janvier. Voir www.pewinternet.org/files/2015/01/PI_ScienceandSociety_Report_012915.pdf.
- Chasan, E. (2012) Tech CFOs don't really trust R&D tax credit, survey says, *Wall Street Journal* et The Dow Jones Company : New York.
- Conseil national scientifique (2012) *Diminishing Funding and Rising Expectations: Trends and Challenges for Public Research Universities. A Companion to Science and Engineering Indicators 2012*. Fondation nationale pour la science : Arlington (États-Unis).
- Edwards, J. (2014) *Scientific Research and Development in the USA*. Rapport d'IBIS World Industry n° 54171, décembre.
- Enkel, E., Gassmann, O. et Chesbrough, H. (2009) « Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon », *R&D Management*, 39(4).
- Hesseldahl, A. (2014) Does spending big on research pay off for tech companies? Not really, *Recode*, 8 juillet.
- Hunter, A. (2015) US Government Contracting and the Industrial Base, Présentation devant le Comité pour les petites entreprises de la Chambre des représentants des États-Unis. Centre d'études stratégiques et internationales. Voir http://csis.org/files/attachments/ts150212_Hunter.pdf
- Institut de recherche industrielle (2015) 2015 R&D trends forecasts: results from the Industrial Research Institute's annual survey, *Research-Technology Management*, 58(4). Janvier-février.
- Levine, A. S., Alpern, R. J., Andrews, N. C., Antman, K., Balsler, J. R., Berg, J. M., Davis, P. B., Fitz, J. G., Golden, R. N., Goldman, L., Jameson, J. L., Lee, V. S., Polonsky, K. S., Rappley, M. D., Reece, E. A., Rothman, P. B., Schwinn, D. A., Shapiro, L. J. et Spiegel, A. M. (2015) *Research in Academic Medical Centers: Two Threats to Sustainable Support*. Vol. 7.
- Nixon, R. (2015) Obama's 'Power Africa' project is off to a sputtering start, *New York Times*, 21 juillet.
- OCDE (2015) *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*. Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.
- Rubin, M. M. et Boyd, D. J. (2013) *New York State Business Tax Credits: Analysis and Evaluation*. Commission de l'État de New York sur la réforme et l'équité fiscales.
- Sargent Jr., J. F. (2015) *Federal Research and Development Funding: FY 2015*. Service de recherche du Congrès : Washington, D.C.
- Tollefson, J. (2012) US science: the Obama experiment, *Nature*, 489(7417) : p. 488.

Shannon Stewart, née en 1984 aux États-Unis, est chercheuse scientifique au Centre d'innovation biomédicale du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Elle est titulaire d'un doctorat en biologie moléculaire, cellulaire et développementale délivré par l'Université de Yale (États-Unis).

Stacy Springs, née en 1968 aux États-Unis, est directrice des programmes au Centre d'innovation biomédicale du Massachusetts Institute of Technology (MIT), où elle dirige un programme portant sur la fabrication de médicaments biologiques. Elle est titulaire d'un doctorat en chimie organique délivré par l'Université du Texas à Austin (États-Unis).