

A high-angle photograph of a white high-speed train (Harmony No. 5) stopped at a platform in Shanghai, China. The train is sleek and aerodynamic, with the Chinese characters '和谐号' (Harmony No.) visible on its front. The platform is busy with passengers, some standing and some walking. A digital display board above the platform shows the number '7' and other information. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

La « nouvelle normalité »
(à savoir, une croissance
économique plus lente
mais plus régulière)
souligne l'urgence pour la
Chine d'abandonner son
modèle de développement
économique à forte
intensité de main-d'œuvre,
d'investissements,
d'énergie et de ressources
au profit d'un modèle
de plus en plus axé
sur la technologie et
l'innovation.

Cong Cao

Un train à grande vitesse en gare de
Shanghai en juin 2013 ; les modèles
les plus récents peuvent atteindre des
pointes de vitesse de 487 km/h dans des
conditions de test.

Photo © Anil Bolukbas/iStockPhoto

23. Chine

Cong Cao

INTRODUCTION

La « nouvelle normalité »

Depuis 2009, la situation socioéconomique de la Chine évolue¹ sur un fond d'incertitude dû, tout d'abord, à la crise financière mondiale de 2008-2009 et, ensuite, à la transition politique nationale survenue en 2012. Au lendemain de la crise des prêts hypothécaires à haut risque aux États-Unis (2008), le gouvernement chinois s'est empressé de prévenir les ondes de choc en injectant 4 000 milliards de yuans (576 milliards de dollars É.-U.) dans l'économie, pour la plupart dans des projets d'infrastructure, entre autres aéroportuaires, autoroutiers et ferroviaires. Cette frénésie de dépenses, à laquelle s'est ajoutée une urbanisation galopante, a stimulé des industries majeures et entraîné l'augmentation de la production d'acier, de ciment et de verre, faisant craindre un éventuel atterrissage brutal. L'essor de la construction a en outre nui à l'environnement. Ainsi, en 2010, la pollution de l'air ambiant à elle seule était responsable de 1,2 million de décès prématurés en Chine, soit près de 40 % du total mondial (Lozano et al., 2012). Lorsque la Chine a organisé le sommet de l'APEC (Association de coopération économique Asie-Pacifique) à la mi-novembre 2014, les usines, les bureaux et les établissements scolaires de Beijing et des alentours n'ont pas ouvert leurs portes pendant plusieurs jours afin de garantir qu'un ciel radieux surplomberait la capitale pendant la durée de l'événement.

Les mesures de relance économique adoptées après 2008 ont été compromises par l'échec de la politique publique de soutien au développement des industries émergentes considérées stratégiques. Certaines, dont les usines de fabrication d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques, sont axées sur l'exportation. Elles ont été durement touchées par l'effondrement de la demande mondiale pendant la crise financière mondiale et par les mesures antidumping et antisubventions mises en place par certains pays occidentaux. L'excès de production résultant a provoqué la faillite de plusieurs leaders mondiaux de la construction de panneaux solaires, comme Suntech Power et LDK Solar, qui se trouvaient déjà dans une situation critique lorsque le gouvernement chinois a réduit ses subventions afin de rationaliser le marché.

En dépit de ces revers, la Chine est sortie triomphante de la crise, maintenant une croissance annuelle moyenne d'environ 9 % entre 2008 et 2013. En matière de PIB, en 2010, la Chine a devancé le Japon pour devenir la deuxième économie mondiale et se rapproche désormais des États-Unis. Cependant, en ce qui concerne le PIB par habitant, la Chine continue de se classer parmi les pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure. Signe de son rôle croissant en tant que superpuissance économique, la Chine mène actuellement trois initiatives multilatérales majeures :

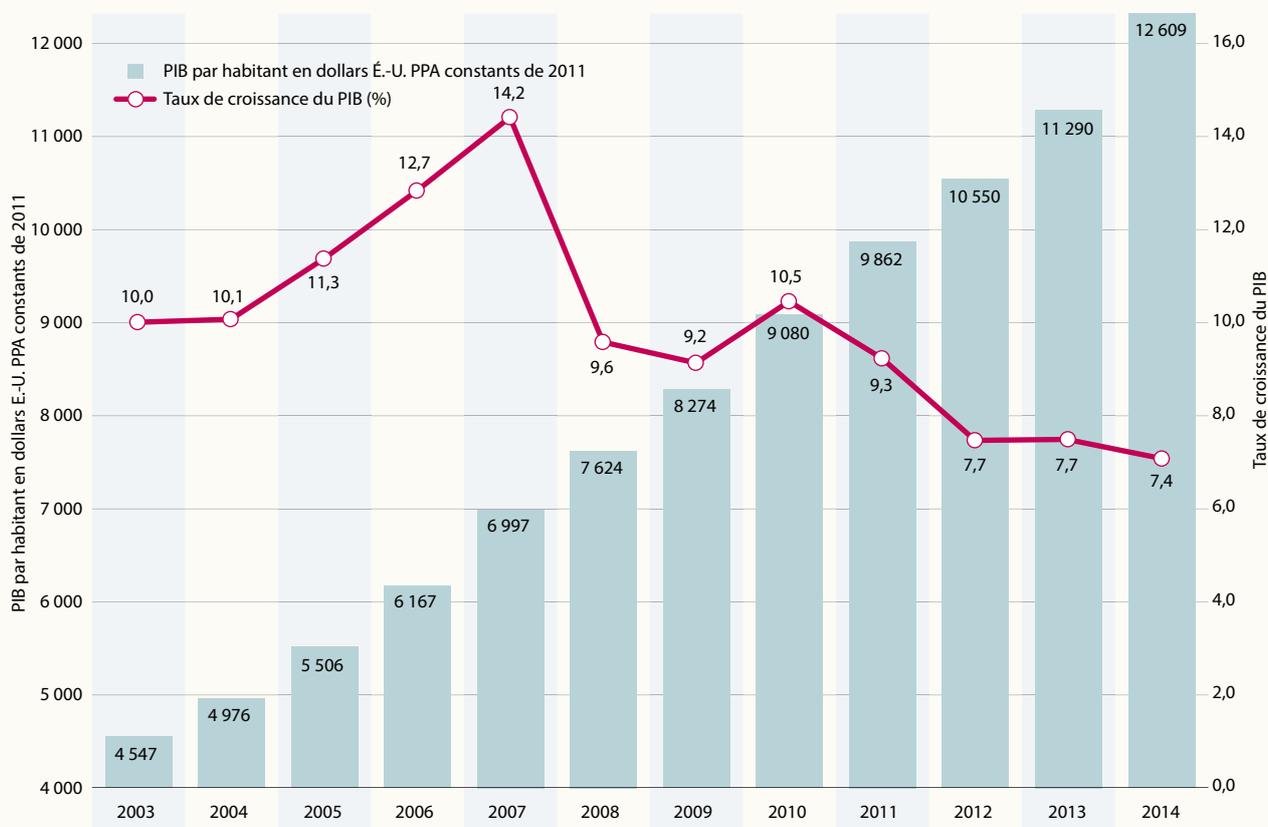
- La création d'une Banque asiatique d'investissement dans les infrastructures siégeant à Beijing, qui devrait être opérationnelle à la fin 2015 ; plus de 50 pays, dont l'Allemagne, la France, la République de Corée et le Royaume-Uni, se sont déjà déclarés prêts à se joindre au projet ;
- L'accord conclu par le Brésil, la Fédération de Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud (BRICS) en juillet 2014 portant création de la Nouvelle banque de développement (ou Banque de développement des BRICS), qui siègera à Shanghai et aura pour principale mission d'accorder des prêts aux projets d'infrastructures ;
- La création d'une zone de libre-échange de l'Asie-Pacifique qui, d'après la vision de la Chine, remplacera les accords bilatéraux et multilatéraux de libre-échange existant dans la région ; en novembre 2014, le sommet de l'APEC a approuvé la Feuille de route de Beijing qui prévoit la réalisation d'une étude de faisabilité à la fin 2016.

Parallèlement, en novembre 2012, la Chine a amorcé un changement de direction politique avec la nomination de Xi Jinping au poste de Secrétaire général du Comité central du Parti communiste chinois (PCC) à l'occasion du 18^e Congrès national du PCC. En mars 2013, lors de la première session du douzième Congrès national du peuple, Xi Jinping et Li Keqiang ont été désignés respectivement Président de la République et Premier Ministre. La nouvelle administration a hérité d'une économie dont le taux de croissance annuel moyen était de près de 10 % au cours de la décennie précédente, résultant de la vigoureuse politique d'ouverture lancée par le réformateur Deng Xiaoping en 1978. Aujourd'hui, l'économie chinoise semble avoir atteint un nouveau palier ou une « nouvelle normalité » (*xin changtai*), qui se caractérise par une croissance plus régulière bien que ralentie : en 2014, le PIB n'a augmenté que de 7,4 %, le taux le plus faible en 24 ans (figure 23.1). La Chine cesse progressivement d'être « l'usine du monde » ; du fait de l'augmentation des coûts et de la rigueur des réglementations environnementales, son secteur manufacturier devient moins compétitif que celui des pays où la main-d'œuvre est moins rémunérée et les normes environnementales sont moins strictes. La « nouvelle normalité » souligne donc en outre l'urgence pour la Chine d'abandonner son modèle de développement économique à forte intensité de main-d'œuvre, d'investissements, d'énergie et de ressources au profit d'un modèle de plus en plus axé sur la technologie et l'innovation. L'initiative des « villes intelligentes » illustre la stratégie mise en place pour arriver à cette fin (encadré 23.1).

D'autres problèmes, allant du développement inclusif, harmonieux et respectueux de l'environnement au vieillissement de la société et au « piège du revenu intermédiaire » ont également besoin d'être résolus. Il est donc indispensable d'accélérer les réformes, qui semblent avoir été ralenties par la réponse de la Chine à la crise financière mondiale. Cette situation est susceptible de changer. Les nouveaux dirigeants ont en effet élaboré un programme de réforme ambitieux et exhaustif et lancé une campagne de lutte contre la corruption sans précédent visant certains hauts fonctionnaires de l'État.

1. D'après l'Institut de statistique de l'UNESCO, la dette chinoise totale, qui était d'environ 210 % du PIB fin 2014, se décomposait comme suit : les entreprises (y compris les emprunts et les obligations) 119 %, l'État 57 % et les ménages 34 %.

Figure 23.1 : Tendances en matière de PIB par habitant et de croissance du PIB en Chine, 2003-2014



Source : Banque mondiale, Indicateurs du développement dans le monde, mars 2015.

Encadré 23.1 : Les villes intelligentes chinoises

Le concept de « ville intelligente » s'inspire du concept de « planète intelligente » inventé par IBM. Aujourd'hui, il fait référence aux centres urbains futuristes axés sur la technologie de l'information et l'analyse de données et garantit l'amélioration des infrastructures et des services publics pour interagir plus efficacement et activement avec les citoyens. Il s'appuie sur les synergies de l'innovation des technologies existantes et fait appel à de nombreuses industries : les infrastructures de transport et de service public, les télécommunications et les réseaux sans fil, l'équipement électronique et les applications logicielles, ainsi que les technologies émergentes comme l'informatique omniprésente (ou l'Internet des objets), l'informatique en nuage et l'analyse des « mégadonnées ». En résumé, les villes intelligentes représentent une nouvelle tendance en matière d'industrialisation,

d'urbanisation et d'informatisation. Pour la Chine, elles sont le moyen de relever les enjeux liés aux services publics, aux transports, à l'énergie, à l'environnement, aux soins de santé, à la sécurité publique, à la sécurité alimentaire et à la logistique.

Le *Douzième plan quinquennal* (2011-2015) insiste sur la promotion du développement des technologies propres aux villes intelligentes et encourage le lancement de programmes et de partenariats industriels, comme :

- L'Alliance stratégique pour l'innovation dans les technologies industrielles des villes intelligentes, gérée par le Ministère de la science et de la technologie depuis 2012 ;
- L'Alliance industrielle pour les villes intelligentes chinoises, dirigée par le Ministère de l'industrie et

des technologies de l'information depuis 2013 ;

- L'Alliance pour le développement des villes intelligentes, sous la responsabilité de la NDRC depuis 2014.

Le Ministère du logement et du développement urbain et rural a fourni l'effort le plus considérable. En 2013, il avait sélectionné les 193 villes et zones de développement économique destinées à être les sites pilotes officiels des villes intelligentes. Le projet est éligible à un financement de 1 milliard de yuans (160 millions de dollars É.-U.) via un fonds d'investissement dépendant de la Banque de développement de Chine. En 2014, le Ministère de l'industrie et des technologies de l'information a annoncé la création d'un fonds d'investissement de 50 milliards de yuans pour la recherche et les projets relatifs aux villes intelligentes. Les investissements des autorités locales et du

TENDANCES EN MATIÈRE DE R&D

Le plus grand investisseur mondial en R&D d'ici 2019 ?

Au cours de la dernière décennie, la Chine a nettement progressé en matière de science, de technologie et d'innovation (STI), du moins en termes quantitatifs (figures 23.2 et 23.3). Elle a destiné une part croissante de son remarquable PIB à la recherche et au développement (R&D). Les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) s'élevaient à 2,08 % du PIB en 2013, alors que celles des 28 pays de l'Union européenne (UE) étaient de 2,02 % (voir chapitre 9), et ont légèrement augmenté en 2014 (2,09 % du PIB). D'après le rapport biennal *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014* (OCDE, 2014), la Chine devancera les États-Unis et deviendra le principal investisseur mondial en R&D d'ici environ 2019 ; ce jalon important étiendra son ambition de devenir un pays axé sur l'innovation d'ici 2020. Ces 20 dernières années, du fait de l'orientation de la politique sur le développement expérimental au détriment de la recherche appliquée et, en particulier, de la recherche fondamentale, les entreprises assuraient plus de trois quarts des DIRD. Depuis 2004, la priorité accordée au développement expérimental a encore été renforcée (figure 23.4).

Les domaines scientifiques et technologiques ont le vent en poupe et les établissements de l'enseignement supérieur comptent un nombre croissant de diplômés bien préparés, en particulier en science et en ingénierie. En 2013, le pays comptait 1,85 million d'étudiants de troisième cycle et 25,5 millions d'étudiants de premier cycle (tableau 23.1). Avec 1,48 million de chercheurs en équivalent temps plein (ETP) en 2013, la Chine est le leader mondial incontesté en la matière.

L'Office national de la propriété intellectuelle de Chine a reçu plus de 500 000 demandes de brevets d'invention en 2011, ce qui en fait le plus important au monde (figure 23.5). Le nombre d'articles de scientifiques chinois parus dans des revues internationales répertoriées par le *Science Citation Index* est également en progression constante. En 2014, la Chine arrivait en deuxième position derrière les États-Unis en termes de volume de publications (figure 23.6).

Quelques résultats remarquables

Les scientifiques et les ingénieurs chinois ont obtenu des résultats remarquables depuis 2011. Dans le domaine de la recherche fondamentale, citons l'effet Hall quantique anormal, la supraconductivité à haute température des matériaux ferreux, un nouveau type d'oscillation des neutrinos, une méthode d'induction des cellules souches pluripotentes et la structure cristalline du transporteur de glucose GLUT1 chez l'être humain. En matière de haute technologie stratégique, le programme spatial Shenzhou a réalisé des vols spatiaux habités. La première sortie d'un astronaute chinois dans l'espace date de 2008. En 2012, le module Tiangong-1 a effectué son premier atterrissage spatial, avec à son bord la toute première femme *taïkonaute*. En décembre 2013, la sonde Chang'e 3 atterrissait sur la lune ; depuis le programme lunaire de l'Union soviétique en 1976, personne n'y était retourné. La Chine a également réalisé des percées en matière de forage à grande profondeur et de calcul intensif. Le 30 décembre 2014, l'Administration nationale de l'aviation civile a certifié le premier grand aéronef de passagers de fabrication chinoise, l'ARJ21-700, d'une capacité de 95 passagers.

Plusieurs lacunes majeures en matière de technologie et d'équipements ont été comblées ces dernières années,

secteur privé affichent également une progression rapide. D'après les prévisions, les investissements totaux atteindront environ 1 600 milliards de yuans (256 milliards de dollars É.-U.) pendant la durée du *Douzième plan quinquennal*. Compte tenu de cet engouement, il est probable qu'un nombre croissant de citoyens chinois réclameront la participation de leur ville à l'initiative.

Début 2014, les ministères participants se sont associés à l'Administration chinoise de normalisation pour créer des groupes de travail chargés de gérer et de normaliser le développement des villes intelligentes.

L'essor des villes intelligentes est tel qu'il a apparemment amené huit organismes publics à préparer conjointement un guide visant à améliorer la coordination et la communication entre les participants industriels et entre l'industrie et les organismes publics. Publié en août 2014,

il s'intitule *Guide pour la promotion d'un développement sain des villes intelligentes*. Il propose d'établir un réseau de villes intelligentes dotées de caractéristiques spécifiques d'ici 2020, puis de déployer l'initiative à l'échelle nationale. Les huit organismes publics étaient la NDRC et sept ministères (industrie et technologies ; l'information ; sciences et technologies ; sécurité publique ; finances ; ressources foncières ; logement et développement urbain et rural ; et transports).

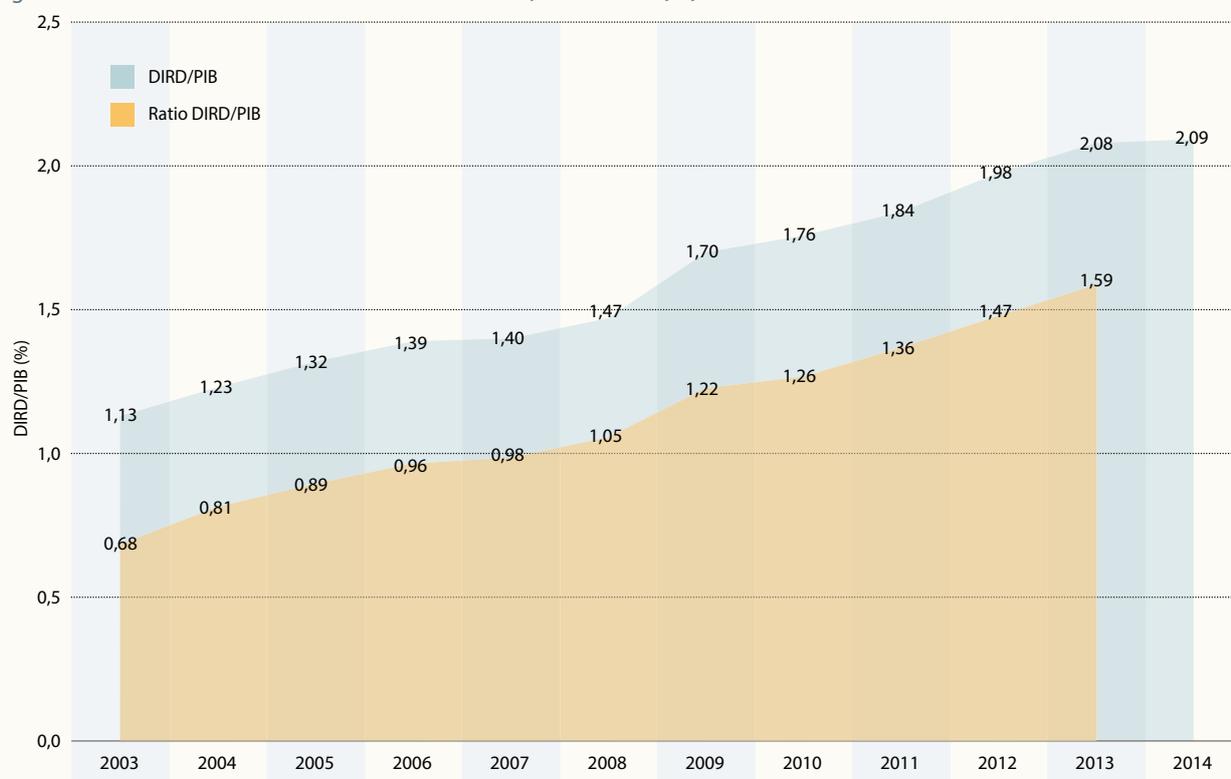
Des entreprises telles qu'IBM ont non seulement intégré le concept des villes intelligentes à leur stratégie de marketing mais ont également saisi cette occasion pour développer leurs activités en Chine. Dès 2009, IBM a lancé un programme de « ville intelligente » à Shenyang, dans la province de Liaoning (au nord-est) dans l'espoir de mettre en valeur ses points forts. L'entreprise a en outre participé aux initiatives semblables lancées entre autres

par les villes de Shanghai, Guangzhou, Wuhan, Nanjing et Wuxi. En 2013, IBM a créé son premier Institut des villes intelligentes à Beijing ; cette plateforme ouverte facilite la collaboration entre ses experts, ses partenaires, ses clients, les universités et d'autres institutions de recherche autour de projets « intelligents » portant sur les ressources hydriques, les transports, les énergies et les nouvelles villes.

Certaines entreprises chinoises se sont distinguées par leurs performances technologiques et ont bouleversé les marchés ; citons, entre autres, Huawei et ZTE, fabricants d'équipements de télécommunication, et State Grid et Southern Grid, deux compagnies électriques.

Source : www.chinabusinessreview.com.

Figure 23.2 : Ratios DIRD/PIB et DIRDE/PIB en Chine, 2003-2014 (%)



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

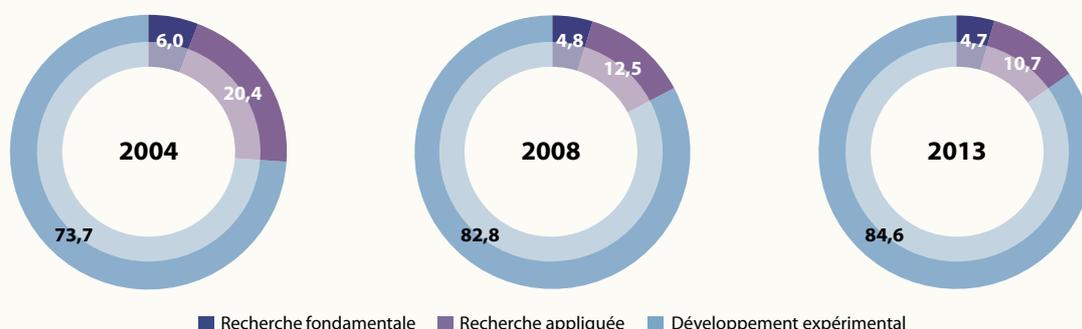
Figure 23.3 : Croissance des DIRD en Chine, 2003-2013

En dizaine de milliards de yuans



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

Figure 23.4 : DIRD par type de recherche en Chine, 2004, 2008 et 2013 (%)



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

Tableau 23.1 : Tendances en matière de ressources humaines scientifiques et technologiques en Chine, 2003-2013

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chercheurs ETP (en milliers)	1 095	1 153	1 365	1 503	1 736	1 965	2 291	2 554	2 883	3 247	3 533
Chercheurs ETP par million d'habitants	847	887	1 044	1 143	1 314	1 480	1 717	1 905	2 140	2 398	2 596
Inscriptions dans l'enseignement de troisième cycle (en milliers)	651	820	979	1 105	1 195	1 283	1 405	1 538	1 646	1 720	1 794
Inscriptions dans l'enseignement de troisième cycle par million d'habitants	504	631	749	841	904	966	1 053	1 147	1 222	1 270	1 318
Inscriptions en licence (en millions)	11,09	13,33	15,62	17,39	18,85	20,21	21,45	22,32	23,08	23,91	24,68
Inscriptions en licence par million d'habitants	8 582	10 255	11 946	13 230	14 266	15 218	16 073	16 645	17 130	17 658	18 137

Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

en particulier dans les domaines des technologies de l'information et de la communication (TIC)², de l'énergie, de la protection de l'environnement, de la fabrication de pointe, de la biotechnologie et d'autres industries émergentes³. Les grandes installations comme le collisionneur électron-positron de Beijing (1991), l'installation de rayonnement synchrotron située à Shanghai (2009) et le centre d'expérimentation sur les oscillations de neutrinos de la baie de Daya ont non seulement fait des découvertes décisives en matière de science fondamentale mais ont également promu la collaboration internationale. Ainsi, le projet d'expérimentation de la baie de Daya, qui recueille des données depuis 2011, est codirigé par des scientifiques chinois et américains et mis en œuvre, entre autres, par des Russes.

Un bond en avant dans le domaine des sciences médicales

Au cours des 10 dernières années, la Chine a réalisé d'importantes avancées dans le domaine des sciences médicales. D'après la plateforme de recherche Web of Science, les publications y afférentes ont plus que triplé entre 2008 et 2014, passant de 8 700 à 29 295. Les domaines de prédilection traditionnels du pays,

comme la science des matériaux, la chimie et la physique, n'ont pas connu une progression aussi rapide. L'Institut de l'information scientifique et technique de Chine, qui dépend du Ministère de la science et de la technologie, signale que les chercheurs chinois sont à l'origine d'environ un quart des articles relatifs à la science des matériaux et à la chimie et de 17 % des articles sur la physique publiés entre 2004 et 2014 à l'échelle mondiale, mais de seulement 8,7% des articles portant sur la biologie moléculaire et la génétique. Ce dernier pourcentage représente cependant une nette augmentation par rapport à la période allant de 1999 à 2003 (seulement 1,4 %). Au début des années 1950, la recherche génétique chinoise a cessé de se développer suite à l'adoption par les autorités de la doctrine du lyssenkisme ; mise au point par l'agriculteur russe Trofim Denissovitch Lyssenko (1898-1976) ; elle avait déjà freiné la recherche génétique dans l'Union soviétique et avait pour principe essentiel que nous sommes ce que nous apprenons. Cette philosophie environnementale niait le rôle joué par l'héritage génétique dans l'évolution. Si le lyssenkisme a été abandonné à la fin des années 1950, les généticiens chinois ont mis des décennies à rattraper leur retard (UNESCO, 2012). À l'aube du XXI^e siècle, la participation de la Chine au Projet génome humain a ouvert une nouvelle ère. Plus récemment, le pays a apporté son soutien au Projet du variome humain ; cette initiative internationale placée sous l'égide du programme international relatif aux sciences fondamentales de l'UNESCO vise à cataloguer les variations génétiques humaines dans le monde entier afin

2. Fin 2014, 649 millions de Chinois avaient accès à Internet.

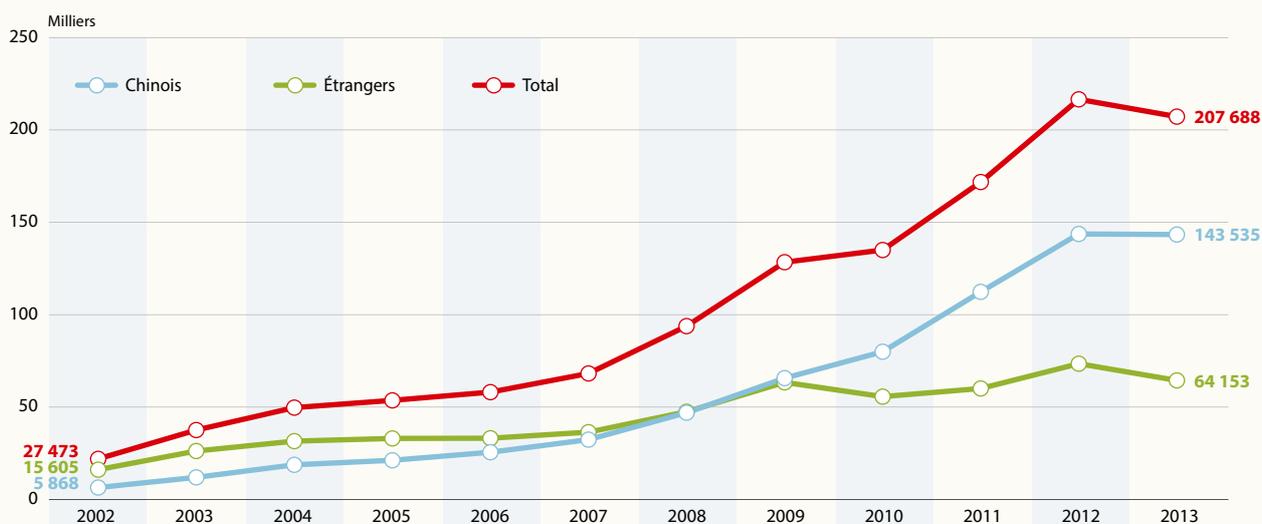
3. Les technologies respectueuses de l'environnement et économes en énergie, la nouvelle génération de TIC, la biotechnologie, la fabrication de pointe, les nouvelles énergies, les nouveaux matériaux et les automobiles alimentées par de nouvelles sources d'énergie constituent les industries émergentes stratégiques en Chine.

Figure 23.5 : Demandes et délivrances de brevets aux inventeurs chinois et étrangers, 2002-2013

Demandes



Brevets délivrés



Source : Bureau national des statistiques et Ministère de la science et de la technologie (plusieurs années) *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

d'améliorer les diagnostics et les traitements. En 2015, l'Institut de génie génétique et de santé Huayang de Beijing a injecté environ 300 millions de dollars des États-Unis dans le Projet du variome humain, qui permettront, au cours des 10 prochaines années, de créer 5 000 bases de données sur la génétique et les maladies et de mettre en place le pôle chinois du projet.

Deux nouveaux centres régionaux de formation et de recherche

Depuis 2011, la mise en place de deux nouveaux centres régionaux de formation et de recherche sous les auspices de l'UNESCO a favorisé la collaboration internationale :

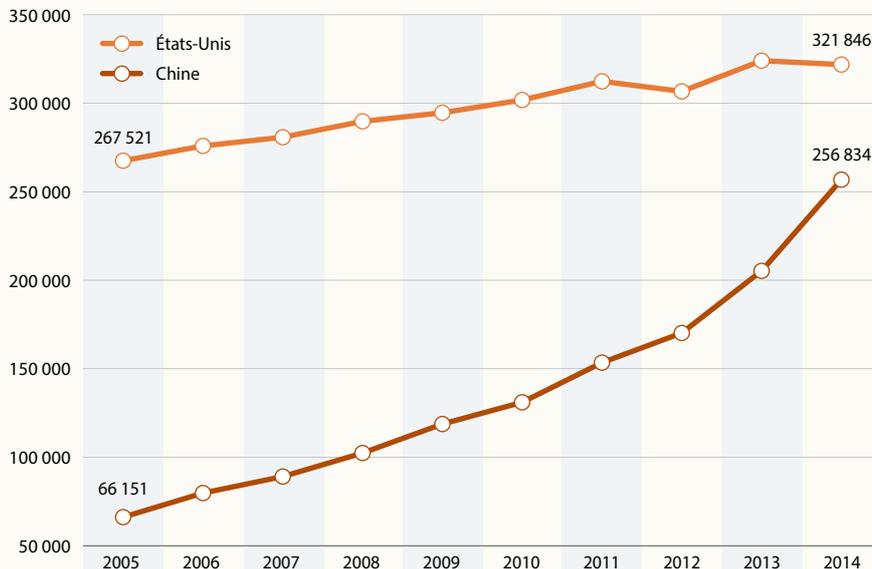
- Le Centre régional de formation et de recherche sur les dynamiques de l'océan et le climat a été inauguré le 9 juin 2011 dans la ville de Qingdao. Situé dans les locaux

du premier Institut d'océanographie, qui relève de l'administration nationale océanique, il forme gratuitement de jeunes scientifiques issus, en particulier, de pays asiatiques en développement ;

- Le Centre international de recherche et de formation pour la stratégie scientifique et technologique a vu le jour en septembre 2012 à Beijing. Il conçoit et dirige des programmes de coopération pour la formation et la recherche dans des domaines tels que l'analyse statistique et les indicateurs relatifs à la science et à la technologie, la prévision et la planification technologiques, le financement des politiques d'innovation et de développement de petites et moyennes entreprises (PME), et les stratégies de lutte contre le changement climatique et de promotion d'un développement durable.

Figure 23.6 : Tendances en matière de publications scientifiques en Chine, 2005-2014

La Chine pourrait devenir le principal auteur de publications scientifiques d'ici 2016



0,98

Taux moyen de citation des publications scientifiques chinoises, 2008-2012 ; la moyenne pour l'OCDE est de 1,08. La moyenne pour le G20 est de 1,02.

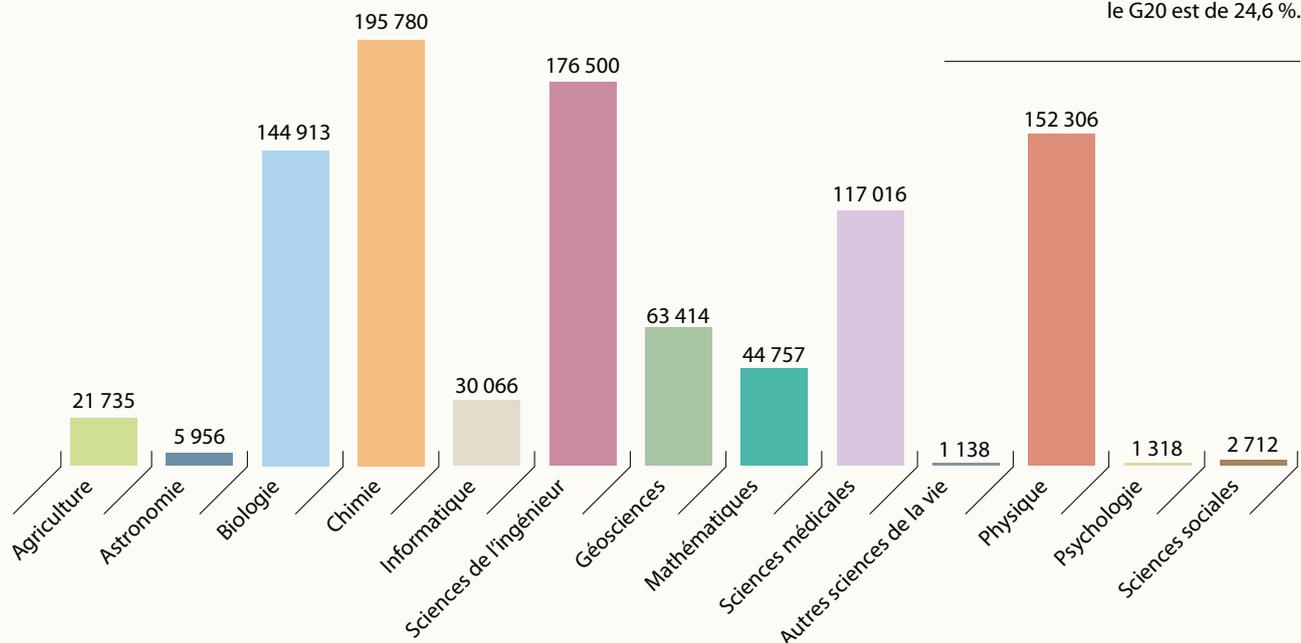
10,0 %

Proportion d'articles chinois parmi les 10 % les plus cités, 2008-2012 ; la moyenne pour l'OCDE est de 11,1 %. La moyenne pour le G20 est de 10,2 %.

24,4 %

La chimie, les sciences de l'ingénieur et la physique dominent les sciences chinoises

Totaux cumulés par discipline, 2008-2014



Pourcentage d'articles chinois ayant au moins un coauteur étranger, 2008-2014 ; la moyenne pour l'OCDE est de 29,4 %. La moyenne pour le G20 est de 24,6 %.

Remarque : Les totaux ne tiennent pas compte de 180 271 publications non indexées.

Les États-Unis sont de loin le principal partenaire de la Chine

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

	1 ^{er} partenaire	2 ^e partenaire	3 ^e partenaire	4 ^e partenaire	5 ^e partenaire
Chine	États-Unis (119 594)	Japon (26 053)	Royaume-Uni (25 151)	Australie (21 058)	Canada (19 522)

Remarque : Les statistiques pour la Chine ne tiennent pas compte des régions administratives spéciales (SAR) de Hong Kong et de Macao.

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

TENDANCES EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE DE LA STI

Une réforme dirigée par des ingénieurs devenus politiciens

Les progrès remarquables de la Chine en matière de STI sont le fait des vagues de mesures adoptées depuis le lancement en 1978 de la politique de réforme et d'ouverture visant à « rajeunir le pays à l'aide de la science, la technologie et l'éducation » (*kejiao xingguo*) [1995], à « renforcer les talents du pays » (*rencai qianguo*) [2001], à « développer les capacités du pays en matière d'innovation » (*zizhu chuangxin nengli*) et à « transformer la Chine en pays axé sur l'innovation » (*chuangxin guojia*) [2006], une stratégie ancrée dans le *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*. La structure du pouvoir en Chine pendant les années 1980 et 1990 peut être décrite comme une alliance entre les technocrates et les bureaucrates de carrière ; ces derniers avaient besoin des premiers pour moderniser et développer l'économie et, à l'inverse, les technocrates avaient besoin des bureaucrates pour faire progresser leur carrière politique. Suite au décès de Deng Xiaoping en 1997, Jiang Zemin est devenu le « premier technocrate » du pays et a mis en place une technocratie à part entière (Yoon, 2007). Compte tenu de sa formation dans les meilleurs établissements d'enseignement scientifique et d'ingénierie, l'élite politique dirigeante était naturellement encline à favoriser les politiques promouvant le développement scientifique et technologique (Suttmeier, 2007). Ce n'est que sous l'administration actuelle que la Chine a commencé à favoriser les spécialistes des sciences sociales : Xi Jinping est docteur en droit de l'Université Tsinghua et Li Keqiang est titulaire d'un doctorat en économie délivré par l'Université de Beijing. Cependant, leur parcours éducatif particulier n'a pas entraîné un changement d'attitude des principaux dirigeants à l'égard de la science et de la technologie.

En juillet 2013, peu après son accession aux postes de Secrétaire général du Comité central du PCC et de Président de la République, Xi Jinping a rendu visite à l'Académie chinoise des sciences (CAS), la principale institution nationale en matière de science et de recherche. Sa vision des problèmes qui entravent le développement de la science et de la technologie en Chine s'articule autour de « quatre déséquilibres » (*sige buxiang shiying*) entre : le niveau de développement technologique et les exigences du développement socioéconomique ; le système scientifique et technologique et les exigences y afférentes nécessaires au développement rapide du système ; la répartition des disciplines scientifiques et technologiques et les exigences y afférentes nécessaires à leur essor ; le personnel spécialisé et les besoins du pays en termes de talents. Xi Jinping a exhorté la CAS à être la « pionnière dans quatre domaines » (*sige shuaixian*) et à repousser les frontières de la recherche scientifique, à renforcer les talents innovants nationaux, à établir un groupe de réflexion de haut niveau sur la science et la technologie à l'échelle nationale et à devenir une institution de renommée mondiale dans le domaine de la recherche.

Les leaders politiques chinois sont également déterminés à élargir leurs propres connaissances. En effet, depuis 2002, le bureau politique du Comité central du PCC a régulièrement organisé des séances d'étude en groupe auxquelles il a convié d'importants universitaires chinois qui l'ont informé sur des sujets liés au développement socioéconomique national, dont la STI. Le binôme Xi Jinping-Li Keqiang a maintenu cette tradition. En septembre 2013, le bureau politique a organisé un groupe d'étude au parc scientifique de Zhongguancun, la « Silicon Valley » chinoise. Au cours de cette neuvième séance d'étude en groupe organisée par les nouveaux dirigeants – la première se tenant en dehors du siège du Parti communiste à Zhongnanhai – ses membres se sont particulièrement intéressés aux nouvelles technologies, comme l'impression en trois dimensions, les mégadonnées et l'informatique en nuage, les nanomatériaux, les biopuces et les communications quantiques. Dans son allocution prononcée à cette occasion, Xi Jinping, tout en soulignant l'importance cruciale de la science et de la technologie pour renforcer la puissance du pays, a signalé que la Chine devait faire en sorte d'intégrer l'innovation dans le développement socioéconomique, de renforcer les capacités en matière d'innovation endogène, de promouvoir ses talents, d'établir un environnement politique propice à l'innovation et de continuer à s'ouvrir à la coopération scientifique et technologique internationale. Depuis 2013, les appels du gouvernement à faire prévaloir « l'énergie positive » (*zheng nengliang*) dans toutes les sphères de la société, y compris le secteur universitaire, ont cependant fait naître la crainte que cette nouvelle doctrine n'étouffe la réflexion critique dont se nourrissent la créativité et la recherche visant à résoudre des problèmes, si l'évocation de problèmes venait à être assimilée à une « énergie négative ».

La nouvelle équipe dirigeante s'efforce de relier les dénommées « deux couches de la peau » (*liang zhang pi*) que sont la recherche et l'économie, un défi de longue haleine pour le système scientifique et technologique chinois. Le principal sujet de discussion de la septième réunion du Groupe central dirigeant pour l'économie et les finances, qui s'est tenue le 18 août 2014 sous la direction de Xi Jinping, était le projet de stratégie de développement axée sur l'innovation qui a officiellement été rendue publique par le Comité central du PCC et par le Conseil d'État le 13 mars 2015. Cette initiative illustre le fait que les autorités misent sur l'innovation pour restructurer le modèle de développement chinois.

Les entreprises dépendent toujours des technologies de base étrangères

De fait, l'importance accordée actuellement à la STI par l'élite politique tient au mécontentement que lui inspirent les performances actuelles du système national d'innovation. Il existe un déséquilibre entre les intrants et les produits (Simon, 2010). En dépit d'une importante injection de fonds (figure 23.3), de chercheurs mieux formés et d'équipements plus sophistiqués, les scientifiques chinois, y compris ceux qui sont retournés au pays et qui contribuent désormais pleinement à la recherche et à l'innovation nationales, n'ont pas encore fait de découvertes essentielles susceptibles d'être récompensées par un prix Nobel (encadré 23.2). Les résultats de la recherche sont rarement à l'origine de technologies et de produits innovants et compétitifs. Le fait que ces résultats soient considérés comme des biens publics décourage les chercheurs spécialistes des transferts de technologie

et rend difficile, voire impossible, la commercialisation des résultats de la recherche. À de rares exceptions près, les entreprises chinoises continuent de dépendre de l'étranger pour les technologies de base. D'après une étude de la Banque mondiale, en 2009, la balance des paiements de la Chine relative à la propriété intellectuelle, qui couvre les redevances et les droits de licence, affichait un déficit de 10 milliards de dollars des États-Unis (Ghafele et Gibert, 2012).

Le pays a ainsi dû revenir sur son ambition d'adopter une trajectoire de développement pleinement axée sur l'innovation. De fait, les efforts déployés par la Chine pour devenir un leader mondial de la STI dépendent de sa capacité à évoluer vers un système national d'innovation plus efficace et plus solide. Un examen plus approfondi permet de déceler le manque de coordination entre les différents acteurs au niveau macro, une répartition inéquitable des fonds au niveau méso et une évaluation inadéquate des performances des projets et des programmes de recherche, des scientifiques eux-mêmes et des institutions au niveau micro. Il semble urgent et inévitable de réformer les trois niveaux du système national d'innovation (Cao *et al.*, 2013).

Le nouveau gouvernement accélère la réforme

C'est dans ces circonstances qu'a été lancée la réforme actuelle du système scientifique et technologique national. Début juillet 2012, une Conférence nationale sur la science, la technologie et l'innovation a été organisée peu avant le changement de gouvernement. L'un de ses résultats clés est un document officiel publié en septembre 2012, *Avis sur l'approfondissement de la réforme du système scientifique et technologique et sur l'accélération de la construction d'un système national d'innovation*. Rédigé par le Comité central du PCC et le Conseil d'État, ce document renforce la mise en œuvre du *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*, lancé en 2006.

C'est également en septembre 2012 que s'est tenue la première réunion du nouveau Groupe national dirigeant pour la réforme du système scientifique et technologique et la création d'un système d'innovation. Composé de représentants de 26 organismes publics et dirigé par Liu Yandong, membre du bureau politique du Comité central et conseillère d'État, ce groupe a pour mission de guider et de coordonner la réforme et l'établissement du système national d'innovation chinois, et de débattre et d'approuver les réglementations clés. Quelques mois plus tard, lors du changement de gouvernement, Liu Yandong a non seulement conservé son poste au sein du parti mais a également été nommée Vice-Première Ministre dans l'appareil de l'État, garantissant la poursuite des efforts dans le domaine scientifique et confirmant l'importance qui leur est accordée.

La réforme du système scientifique et technologique s'est accélérée sous l'impulsion du nouveau gouvernement. En général, la réforme engagée par le binôme Xi Jinping-Li Keqiang se caractérise par la dénommée « conception de haut niveau » (*dingceng sheji*), qui englobe les considérations d'ordre stratégique étayant la formulation de directives afin de garantir l'exhaustivité, la coordination et la pérennité de la réforme ; l'adoption d'une approche équilibrée et centrée de la réforme qui tient compte des intérêts du PCC et du pays ; et l'importance

capitale accordée à la suppression des obstacles institutionnels et structurels, ainsi que des contradictions profondément ancrées, et à la promotion de l'innovation coordonnée au sein des institutions, entre autres, économiques, politiques, culturelles et sociales. Cette « conception de haut niveau » a particulièrement été promue sous l'administration Xi Jinping-Li Keqiang. Plus concrètement, la réforme du système scientifique et technologique bénéficie d'un fort soutien politique, comme l'illustrent la visite du Président de la République à la CAS déjà mentionnée et l'existence du groupe d'étude du bureau politique à Zhongguancun. En dépit de son emploi du temps chargé, Xi Jinping a présidé à plusieurs reprises les sessions de présentation des rapports des organismes publics pertinents faisant état des progrès de la réforme et de la stratégie de développement axée sur l'innovation. Il a également suivi de très près la réforme du système des élites académiques (*yuanshi*) de la CAS et de l'Académie chinoise des ingénieurs (CAE), ainsi que la transformation générale de la CAS et des mécanismes de financement public des programmes nationaux relatifs à la science et à la technologie (voir p. 633).

Examen à mi-parcours du Plan à moyen et long terme

Outre la préoccupation des dirigeants politiques à l'égard du décalage entre l'augmentation des intrants en matière de R&D et les résultats scientifiques et technologiques relativement modestes, auquel s'ajoute la nécessité de promouvoir la science et la technologie pour restructurer l'économie chinoise, il est possible que l'élan réformateur ait été stimulé par l'examen à mi-parcours du *Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020)*. Comme l'expliquait le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, ce plan définit un ensemble d'objectifs quantitatifs à l'horizon 2020, y compris (Cao *et al.*, 2006) :

- Augmenter à 2,5 % du PIB les investissements dans la R&D ;
- Élever à plus de 60 % la contribution des progrès technologiques à la croissance économique ;
- Réduire à moins de 30 % la dépendance de la Chine à l'égard des importations de technologie ;
- Se hisser parmi les cinq premiers pays pour le volume de brevets d'invention délivrés à ses citoyens ;
- Faire en sorte que les articles scientifiques rédigés par des Chinois figurent parmi les plus cités au monde.

La Chine est en bonne voie pour atteindre ces objectifs quantitatifs. Comme nous l'avons déjà signalé, les DIRD représentaient 2,09 % du PIB en 2014. En outre, les progrès technologiques contribuent déjà à hauteur de plus de 50 % à la croissance économique : en 2013, les inventeurs chinois ont obtenu environ 143 000 brevets d'invention et la Chine s'est classée au quatrième rang mondial en nombre de citations d'articles scientifiques. D'après les prévisions, la dépendance de Beijing à l'égard de la technologie étrangère devrait baisser à environ 35 % en 2015. Parallèlement, plusieurs ministères se sont concertés pour mettre en place des politiques visant à faciliter la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. Ces politiques consistent, entre autres, à proposer aux entreprises innovantes des incitations fiscales et d'autres formes de soutien financier, à privilégier les entreprises nationales de haute technologie dans

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

le cadre des marchés publics, à encourager l'assimilation et la ré-innovation fondées sur la technologie importée, à renforcer la protection des droits de propriété intellectuelle, à favoriser le développement des talents, à intensifier la popularisation de l'éducation et de la science et à établir les plates-formes élémentaires d'innovation scientifique et technologique (Liu, *et al.*, 2011).

Cela soulève la question de déterminer, au-delà des statistiques, quelle a été la contribution du *Plan à moyen et long terme* aux efforts déployés pour réaliser l'ambition de la Chine de devenir un pays axé sur l'innovation d'ici 2020. En novembre 2013, le Conseil d'État a approuvé l'examen à mi-parcours de la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. Le Ministère de la science et de la technologie a dirigé cette initiative, avec l'aide d'un comité directeur créé en liaison avec 22 organismes publics ; l'Académie chinoise des ingénieurs a été chargée d'organiser l'examen. Les 20 groupes thématiques qui avaient conduit des travaux de recherche stratégique pendant la rédaction du *Plan à moyen et long terme* ont consulté des experts de la CAS, de la CAE et de l'Académie chinoise des sciences sociales. Plus de 200 experts ont participé aux consultations au sein

de la CAS. Des groupes de discussion comprenant les effectifs d'entreprises innovantes, de multinationales présentes en Chine, d'instituts de R&D, d'universités et d'autres secteurs, ont été constitués. Une attention particulière a été accordée à la mesure, entre autres, des progrès accomplis par 16 mégaprogrammes d'ingénierie (tableau 23.2), la recherche fondamentale de pointe menée dans plusieurs domaines clés à l'aide de grands programmes scientifiques, la réforme du système scientifique et technologique, l'établissement d'un système national d'innovation axé sur les entreprises et les politiques visant à soutenir la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme*. L'équipe chargée de l'examen a interrogé, consulté et soumis des questionnaires à des experts et des spécialistes étrangers sur la capacité d'évolution de la Chine en matière d'innovation endogène dans un environnement international en constante transformation. Plus de 8 000 experts nationaux et étrangers ont également évalué dans ce cadre de mégaprogrammes d'ingénierie, entre autres, à l'aide d'études de prévision technologique, afin de déterminer la position de la Chine dans ces domaines technologiques (tableau 23.2). Aux niveaux provincial et municipal, l'examen s'est concentré sur Beijing, Jiangsu, Hubei, Sichuan, Liaoning et Qingdao.

Encadré 23.2 : Promouvoir le retour au pays de l'élite chinoise

Depuis le lancement de la politique d'ouverture, plus de 3 millions de citoyens chinois ont été autorisés à étudier à l'étranger. Environ 1,5 million sont rentrés en Chine (figure 23.7). Un nombre croissant de rapatriés sont des entrepreneurs et des professionnels expérimentés qui ont tiré profit des immenses possibilités qu'offre la croissance économique rapide de la Chine et des politiques préférentielles adoptées par les autorités pour les séduire.

Depuis le milieu des années 1990, plusieurs programmes importants ciblant les talents ont été mis en œuvre par le Ministère de l'éducation (bourses Cheung Kong), l'Académie chinoise des sciences (Programme des cent talents) et d'autres organismes publics aux niveaux central et local. Ils ont fait miroiter des ressources et des incitations extrêmement généreuses et d'importantes distinctions aux yeux des candidats potentiels. Ils avaient pour cible les pionniers de la science, les leaders des technologies essentielles et les cadres de l'industrie de la haute technologie, mais également – en particulier pendant la crise financière mondiale – les professionnels des secteurs du conseil, de la finance et du droit. Ils n'ont pourtant pas réussi

à convaincre les expatriés occupant des postes de haut niveau de retourner en Chine.

Mécontents des progrès globaux accomplis en matière de STI et d'enseignement supérieur par rapport à l'avalanche de fonds qui y ont été consacrés, les dirigeants politiques ont attribué le problème au manque de talents du calibre du père fondateur de la technologie spatiale chinoise, Qian Xuesen, du créateur de la géomécanique, Li Siguang, ou encore du physicien nucléaire Deng Jiaxian. Fin 2008, le Département de l'organisation centrale du Comité central du PCC, qui nomme et évalue les fonctionnaires de haut rang au niveau ministériel et des provinces, s'est attribué une nouvelle fonction, celle de « chasseur de têtes », en lançant le Programme des mille talents (*qianren jihua*).

En substance, ce programme, dont la durée s'étendra de cinq à dix ans, consiste à promouvoir le retour au pays de quelque 2 000 Chinois expatriés, âgés de moins de 55 ans, titulaires d'un doctorat étranger et ayant l'un des trois profils suivants : professeurs titulaires de chaire dans des établissements d'enseignement renommés, cadres d'entreprise expérimentés et entrepreneurs propriétaires de brevets

concernant des technologies de base. L'État s'engage à fournir un capital de démarrage de 1 million de yuans à chaque recrue. Parallèlement, l'établissement ou l'entreprise les embauchant met à leur disposition un logement de 150 à 200 m² et leur promet un salaire équivalent ou presque à celui qu'ils avaient à l'étranger ; une distinction nationale leur est également accordée.

Fin 2010, une nouvelle composante a été ajoutée au Programme des mille talents, pour cibler les jeunes scientifiques et ingénieurs âgés de 40 ans et moins, titulaires d'un doctorat d'une université étrangère réputée, ayant une expérience de la recherche à l'étranger d'au moins trois ans et occupant un poste officiel dans une université, une entreprise ou un institut de recherche étranger prestigieux. Les recrues sont tenues de travailler à temps plein dans une institution chinoise pendant une période initiale de cinq ans. En contrepartie, une subvention de 500 000 yuans et une bourse de recherche de 1 à 3 millions de yuans leur sont accordées.

En 2015, le programme avait recruté 4 100 expatriés chinois et experts étrangers affichant une trajectoire remarquable. Wang Xiaodong, prestigieux chercheur de l'Institut médical Howard Hughes, reçu

Tableau 23.2 : Les mégaprogrammes d'ingénierie de la Chine jusqu'en 2020

Les 16 mégaprogrammes d'ingénierie correspondent à environ 167 projets de plus petite envergure. Treize mégaprogrammes ont été rendus publics.	Technologie propre à la fabrication de pointe	Technologies de fabrication de circuits intégrés à très grande échelle et technologies associées Machines à commande numérique de pointe et technologies de fabrication de base
	Transports	Aéronefs de grande dimension
	Agriculture	Culture de nouvelles variétés d'organismes génétiquement modifiés (encadré 23.3)
	Environnement	Contrôle de la pollution de l'eau et gouvernance en la matière (encadré 23.4)
	Énergie	Exploitation des grands champs de pétrole et de gaz et du méthane houiller
		Grands réacteurs modernes à eau pressurisée et centrales nucléaires ayant des réacteurs à haute température refroidis au gaz (encadré 23.5)
	Santé	Développement de nouveaux médicaments importants
		Prévention et traitement du sida, de l'hépatite virale et d'autres maladies infectieuses graves
	TIC	Systèmes électroniques de base, puces génériques haut de gamme et logiciels de base
		Communication mobile sans fil à large bande de nouvelle génération
Technologies spatiales	Système d'observation de la Terre de haute résolution	
	Programmes de vols spatiaux habités et d'exploration de la lune	

Source : Plan national de développement des technologies et des sciences à moyen et long terme (2006-2020).

à l'Académie nationale des sciences des États-Unis en 2004 à seulement 41 ans, et Shi Yigong, professeur titulaire de la chaire de biologie structurale de l'Université de Princeton, figurent parmi les principales « prises ».

Le Programme des mille talents n'est cependant pas dépourvu de défauts de conception ou de mise en œuvre. Pour commencer, les critères ont évolué au cours du temps. À l'origine, le programme ciblait les professeurs titulaires de chaire dans des universités étrangères renommées ou des établissements équivalents ; dans la pratique, le seuil d'exigence a été revu à la baisse pour inclure tout type d'établissement ainsi que les professeurs adjoints. Le traitement préférentiel qui était initialement réservé aux nouvelles recrues a été étendu à titre rétrospectif aux rapatriés qualifiés issus d'une vague de retour précédente. L'évaluation des candidats s'est principalement concentrée sur leurs publications scientifiques et la durée d'emploi à temps plein requise a été ramenée à six mois. Étant donné que bon nombre, voire la plupart, des recrues ne restent que quelques mois en Chine, même si leur contrat en dispose autrement, le Département de l'organisation centrale a dû prévoir des contrats d'une durée de deux mois. Cette

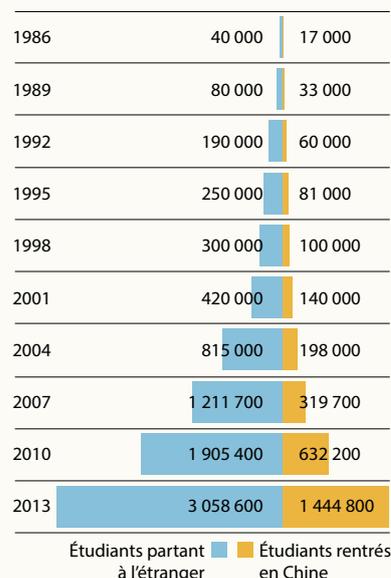
mesure s'éloigne considérablement de l'objectif initial et soulève des doutes sur la capacité du programme à encourager le retour permanent des expatriés éminents. Ce revers suggère qu'en dépit des rémunérations généreuses, la fine fleur des expatriés chinois continue de penser que l'environnement offert par leur pays n'est pas propice à un retour permanent. Les raisons de leur réticence sont, entre autres : en Chine, les relations personnelles (*guanxi*) prévalent généralement sur les mérites lors de l'octroi de subventions, de promotions et de récompenses ; la communauté scientifique chinoise est gangrenée par les écarts de conduite ; dans le domaine des sciences sociales, certains domaines de recherche demeurent tabous.

Le Département de l'organisation n'a jamais publié la liste officielle des rapatriés pour éviter qu'ils n'aient à subir les remontrances de leur employeur étranger ou qu'ils perdent leur poste en raison d'un conflit d'intérêts.

Le programme a en outre desservi les intérêts des talents ayant une formation nationale, celle-ci étant perçue comme étant de moindre qualité, et les premiers rapatriés qui ont bénéficié d'un traitement moins généreux que les dernières recrues. Afin de corriger ces

lacunes, le Département de l'organisation a lancé en août 2012 le Programme des dix mille talents qui propose des avantages similaires à un plus grand nombre de candidats.

Figure 23.7 : Nombre cumulé d'étudiants chinois partant à l'étranger et de rapatriés, 1986-2013



Source : Recherches de l'auteur.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

À l'origine, l'examen devait prendre fin en mars 2014 et les conclusions préliminaires rendues publiques en juin de la même année. Cependant, la deuxième réunion du comité directeur ne s'est tenue que le 11 juillet 2014. Une fois l'évaluation conclue, l'équipe responsable résumera les informations recueillies sur la mise en œuvre du *Plan à moyen et long terme* et sur le rôle joué par la science et la technologie depuis 2006 comme vecteurs du développement socioéconomique. Des recommandations seront alors émises pour ajuster le plan de mise en œuvre de manière pertinente. Les résultats de l'examen seront pris en compte lors de la formulation du *Treizième plan quinquennal* (2016-2020) et du lancement de la réforme du système scientifique et technologique.

Il semble néanmoins que l'examen du *Plan à moyen et long terme* réaffirmera le dénommé « système national unique » (*juguo tizhi*), en vertu duquel toutes les ressources du pays sont affectées à des domaines jugés prioritaires⁴. Cette approche

4. Cette approche émane du système sportif géré par l'État ou « système national unique », où il était de rigueur de concentrer l'ensemble des ressources nationales à la formation des athlètes susceptibles de gagner des médailles aux Jeux olympiques. Le succès des programmes d'armement stratégique de la Chine dans

rappelle le développement par l'État de programmes d'armement stratégique (*liangdan yixing*) lancés à compter du milieu des années 1960 et fondés sur la mobilisation et la concentration des ressources. Elle peut constituer, conjointement avec l'introduction de la « conception de haut niveau » dans la formulation des initiatives de réforme, un trait caractéristique de l'innovation de la Chine dans les années à venir.

Réforme de l'Académie chinoise des sciences

La dernière réforme de la CAS remet une nouvelle fois en cause sa place au sein du système scientifique et technologique national ; en effet, la question s'était déjà posée lors de la création de l'académie immédiatement après la fondation de la République populaire de Chine en 1949.

À l'époque, la recherche et la formation étaient séparées au niveau des universités et des instituts de R&D industrielle qui se concentraient sur des problèmes spécifiques à leurs domaines.

les années 1960 et 1970 et des programmes de défense nationale qui y ont fait suite a été attribué à cette approche, qui est également utilisée pour décrire les 16 mégaprogrammes d'ingénierie mis en œuvre dans le cadre du *Plan à moyen et long terme* à l'horizon 2020.

Encadré 23.3 : Cultiver une nouvelle variété d'OGM : un mégaprogramme d'ingénierie

Le Conseil d'État, après avoir débattu sur la nécessité de commercialiser certains organismes génétiquement modifiés (OGM) et, éventuellement, de définir les modalités et de dresser un calendrier pour l'établissement d'un mécanisme rigoureux d'évaluation de la biosécurité et des risques, a donné son feu vert au lancement officiel du programme le 9 juillet 2008. Il s'agit sans conteste du plus controversé des 16 mégaprogrammes d'ingénierie.

Géré par le Ministère de l'agriculture, il a plusieurs objectifs : obtenir des gènes permettant de nouvelles applications et générer des droits de propriété intellectuelle nationaux ; cultiver de nouvelles variétés importantes d'OGM présentant une résistance aux maladies, aux insectes et au stress et un rendement élevé ; améliorer l'efficacité de la production agricole ; augmenter le niveau global de la technologie transgénique agricole et intensifier sa commercialisation ; et enfin apporter un solide soutien scientifique au développement durable de l'agriculture chinoise. Entre 2009 et 2013, la prise en charge du programme par le gouvernement central s'élevait à 5,8 milliards de yuans.

Les activités actuelles portent, entre autres, sur le développement de cultures d'OGM résistants aux virus, aux maladies, aux insectes, aux bactéries et aux champignons et présentant une tolérance aux herbicides sélectifs. Les cultures génétiquement modifiées, comme le blé, le maïs, le soja, la pomme de terre, le canola et la cacahuète, se trouvent à différentes phases de développement (études de laboratoire, essais sur le terrain ou dissémination dans l'environnement), mais n'ont pas encore obtenu le certificat de biosécurité indispensable à leur commercialisation.

Depuis l'avènement du nouveau pouvoir politique fin 2012 et au début de 2013, la Chine a modifié sa politique en matière de technologie transgénique, et en particulier des cultures d'OGM. Dans son allocution à l'occasion de la conférence centrale sur le travail rural, qui s'est tenue le 23 décembre 2013, Xi Jinping a présenté la position de la Chine sur la question des plantes transgéniques. Il a affirmé comprendre les doutes et les débats générés par les nouvelles technologies nécessaires au développement des plantes transgéniques et a mis en avant les vastes perspectives de développement qu'elles renferment. Il a en outre souligné l'importance de se conformer strictement

aux réglementations et aux spécifications techniques approuvées par l'État, de procéder sans précipitation afin d'éviter tout incident et de tenir compte des questions de sûreté. Il a également déclaré que la Chine devrait avoir une approche audacieuse de la recherche et de l'innovation, maîtriser les technologies transgéniques et empêcher les entreprises étrangères de dominer le marché national des produits agricoles génétiquement modifiés.

Peu après le lancement du programme, le processus de certification relatif à la biosécurité des cultures génétiquement modifiées, qui traînait en longueur, a été accéléré afin de permettre la délivrance des certificats pertinents pour deux variétés de riz génétiquement modifié et le maïs phytase en 2009. Ces certificats de biosécurité ont expiré en août 2014 dans un contexte marqué par la contestation croissante des militants opposés aux OGM, mais ont néanmoins été renouvelés le 11 décembre 2014. Il reste encore à voir si les mégaprogrammes d'ingénierie relatifs aux OGM se dérouleront sans heurts au cours des cinq prochaines années.

Source : www.agrogene.cn ; recherches de l'auteur.

L'académie vivait alors ses heures de gloire et contribuait, en particulier, au succès des programmes d'armement stratégique à l'aide d'un plan de développement disciplinaire axé sur la réalisation de missions.

La CAS est rapidement devenue victime de son propre succès ; sa forte visibilité a suscité un vif intérêt chez les dirigeants politiques et d'autres acteurs du système scientifique et technologique. Au milieu des années 1980, tandis que la Chine entreprenait de réformer ce système, la CAS a été contrainte d'adopter l'approche basée sur « une académie, deux systèmes », qui consistait à charger un petit nombre de scientifiques de la recherche fondamentale en suivant les tendances mondiales en matière de haute technologie, tout en encourageant la majorité de son personnel à se consacrer à la commercialisation des résultats et des projets de recherche ayant une pertinence directe pour l'économie. La qualité d'ensemble de la recherche s'en est ressentie, ainsi que la capacité de l'académie à aborder la recherche fondamentale.

En 1998, le président de la CAS, Lu Yongxiang, a lancé le Programme d'innovation des connaissances afin de stimuler le dynamisme de l'académie (Suttmeier *et al.*, 2006a ; 2006b). À l'origine, la CAS comptait satisfaire les autorités en rendant le personnel de ses instituts plus souple et mobile. L'existence de l'académie s'est cependant vue compromise suite aux réductions d'effectifs visant à compenser les efforts du gouvernement pour renforcer les capacités des universités en matière de recherche et le secteur de la défense nationale, qui, ironiquement, a traditionnellement absorbé le personnel de la CAS ou dépendait de cette dernière pour mener d'importants projets de recherche. La CAS a réagi non seulement en inversant son approche initiale, mais également en adoptant la stratégie opposée et en élargissant sensiblement sa portée. Elle a mis en place des instituts de recherche centrés sur les applications pratiques relatives à des disciplines scientifiques émergentes dans de nouvelles villes et a noué des alliances avec les industries et les autorités locales et provinciales. L'Institut de nanotechnologie et nanobionique de Suzhou, créé en 2008 par la CAS, la province de Jiangsu et la municipalité de Suzhou, est le fruit de ce type de collaboration. Il semblerait que certains de ces nouveaux instituts ne soient pas pleinement soutenus par les deniers publics ; pour survivre, ils doivent concurrencer les instituts existants et réaliser des activités qui n'ont rien à voir avec la mission de la CAS en tant qu'académie nationale. Si la CAS possède le nombre le plus élevé d'écoles supérieures en ce qui concerne le nombre de diplômés du troisième cycle délivrés chaque année, dont 5 000 doctorats, elle peine ces dernières années à attirer les étudiants les plus brillants. Elle a donc créé deux universités situées à Beijing et à Shanghai, qui ont accueilli plusieurs centaines d'étudiants en 2014.

La CAS : pleine de promesses mais saturée

Aujourd'hui, la CAS emploie 60 000 personnes et compte 104 instituts de recherche. Son budget est d'environ 42 milliards de yuans (environ 6,8 milliards de dollars É.-U.), dont près de la moitié provient du gouvernement. L'académie se heurte à plusieurs difficultés. Tout d'abord, elle est en concurrence directe avec d'autres institutions nationales d'enseignement pour l'obtention de financements et le recrutement des talents. Les scientifiques de la CAS, sous-rémunérés, doivent constamment solliciter des subventions pour compléter leur salaire, un phénomène répandu dans l'ensemble du secteur

de l'enseignement supérieur et de la recherche et susceptible d'avoir entraîné des sous-performances. La CAS a en outre vu sa charge de travail doubler du fait du manque de collaboration entre ses propres instituts. Par ailleurs, les scientifiques de la CAS rechignent à chercher des moyens d'appliquer leurs recherches à l'économie, même si ce n'est pas là leur mission principale. Dernier point mais non des moindres, l'académie ploie sous le poids de son mandat, qui englobe la recherche, la formation de talents, le développement stratégique de la haute technologie, la commercialisation des résultats de la recherche et l'engagement local pour fournir des conseils stratégiques en sa qualité de groupe de réflexion et par le biais de ses membres les plus réputés ; il lui est ainsi extrêmement difficile de gérer et d'évaluer les instituts et les scientifiques eux-mêmes. En un mot, l'académie est immense et recèle de grandes promesses, mais est trop complexe et peine à s'arracher au poids du passé (Cyranoski, 2014a).

La réforme de gré ou de force

Ces dernières années, le gouvernement a exercé une pression intense sur la CAS pour qu'elle produise des résultats visibles. En 2013, la perte d'indépendance de l'Académie russe des sciences, qui avait succédé à l'Académie soviétique des sciences sur laquelle était calquée la CAS, à l'issue d'une réforme descendante (encadré 13.2), a constitué un avertissement glaçant : si la CAS ne se réforme pas, d'autres le feront à sa place. Cette prise de conscience a incité le président actuel de la CAS, Bai Chunli, à donner suite à l'appel de Xi Jinping invitant l'académie à devenir une « pionnière dans quatre domaines » (voir p. 628) et à proposer une réforme en profondeur fondée sur une nouvelle Initiative d'action pionnière (*shuaixian xingdong jihua*). L'objectif de cette initiative est de guider l'académie vers la frontière internationale de la science, les principales demandes nationales et le champ de bataille de l'économie domestique en répartissant les instituts en quatre catégories :

- Les centres d'excellence (*zhuoyue chuangxin zhongxin*) spécialisés en sciences fondamentales, en particulier dans les domaines où la Chine dispose d'un solide avantage ;
- Les académies de l'innovation (*chuangxin yanjiuyuan*) qui ciblent les domaines dont le potentiel commercial est sous-développé ;
- Les centres scientifiques à grande échelle (*dakexue yanjiu zhongxin*) construits autour d'installations immenses afin de promouvoir la collaboration nationale et internationale ;
- Les instituts dotés de caractéristiques spéciales (*tese yanjiusuo*), consacrés aux initiatives qui promeuvent la durabilité et le développement locaux (Cyranoski, 2014a).

La réorganisation des instituts de la CAS et de leurs scientifiques était toujours en cours en 2015. Il convient de signaler que l'initiative en soi est nombriliste car l'académie se repose encore sur les lauriers du passé et ne s'inquiète pas de savoir si cette nouvelle initiative sera également positive pour le pays dans son ensemble. Cela explique pourquoi certains s'interrogent sur la nécessité de maintenir une organisation d'une telle ampleur, dont il n'existe aucun équivalent à l'échelle internationale.

Cette initiative permet à l'académie d'envisager un avenir radieux à condition qu'elle bénéficie d'un financement public généreux, une dépendance qui n'est pas nouvelle. De nombreux objectifs

Encadré 23.4 : Contrôle et traitement de la pollution des masses d'eau : un mégaprogramme d'ingénierie

Ce mégaprogramme a été conçu pour surmonter les entraves technologiques au contrôle et au traitement de la pollution des masses d'eau en Chine. Il a pour principal objectif de faire des découvertes dans les technologies de base et génériques relatives au contrôle et au traitement de la pollution industrielle ponctuelle et de la pollution agricole diffuse ; au traitement et au recyclage des eaux usées urbaines, à la purification et à la restauration écologique des masses d'eau, à la salubrité de l'eau, à la surveillance de la pollution de l'eau et aux systèmes d'alerte rapide.

Le programme se concentre sur quatre fleuves (Huai, Hai, Liao et Songhua), trois lacs (Tai, Chao et Dianchi) et le barrage des Trois Gorges, le plus grand au monde. Des projets ont été réalisés dans le cadre des six principaux thèmes du mégaprogramme : surveillance et

alerte rapide, eau urbaine, lacs, fleuves, eau potable et politiques.

Le Ministère de la protection de l'environnement et le Ministère du logement et du développement urbain et rural se partagent la responsabilité de ce programme, lancé le 9 février 2009 avec un budget de plus de 30 milliards de yuans. La première étape, qui s'étendait jusqu'au début de 2014, avait pour objectif de faire des découvertes liées aux technologies clés permettant de contrôler la pollution ponctuelle et de limiter les rejets d'eaux usées. La deuxième étape, actuellement en cours, cible des percées ayant trait aux technologies clés de restauration des masses d'eau. La troisième étape aura pour but l'innovation dans le domaine des technologies de contrôle exhaustif du milieu hydrique.

L'étape initiale s'est concentrée sur les technologies existantes dans les domaines

suivants : traitement exhaustif des eaux usées pour les industries très polluantes, traitement complet des fleuves et des lacs fortement pollués souffrant d'eutrophisation, contrôle de la pollution diffuse, purification de l'eau, évaluation des risques environnementaux d'origine hydrique et d'alerte rapide, ainsi que des technologies clés de télésurveillance. Des projets de démonstration exhaustifs ont été menés dans le bassin du lac Tai pour y améliorer la qualité de l'eau et pour libérer les fleuves traversant les villes de l'eau de classe V, qui ne convient qu'à l'irrigation et à l'aménagement paysager. Certains projets ont également été consacrés à l'eau potable. On recense des progrès en matière de protection des ressources hydriques, de purification de l'eau, de distribution de l'eau potable, de suivi, d'alerte rapide, de traitement d'urgence et de gestion de la sécurité.

Source : <http://nwpccp.mep.gov.cn>.

avancés par le président Bai Chunli dans le cadre de l'Initiative d'action pionnière sont identiques à ceux que son prédécesseur, Lu Yongxiang, avait attachés à son Programme d'innovation des connaissances. Rien ne permet de garantir que ces objectifs seront atteints grâce à la réforme.

L'Initiative d'action pionnière fait basculer les institutions dans une nouvelle matrice en vue de stimuler la collaboration au sein de l'académie et, dans une démarche assez logique, de concentrer les efforts sur les questions clés en matière de recherche. Sa mise en œuvre sera cependant ardue étant donné que de nombreux instituts ne correspondent pas aux quatre catégories définies. Le fait que l'initiative ne réussisse pas à encourager la collaboration avec les scientifiques extérieurs à la CAS constitue un autre sujet de préoccupation. Le danger est d'ailleurs que l'hermétisme et l'isolement de la CAS ne s'accroissent davantage.

Le moment choisi pour mettre en œuvre la réforme n'est peut-être pas des plus heureux. La réforme de l'académie coïncide en effet avec la réforme nationale des institutions publiques (*shiyedanwei*) lancée en 2011. En général, les institutions publiques d'enseignement, de recherche, de culture et de santé, qui sont au nombre de 1,26 million en Chine et emploient plus de 40 millions de personnes, se classent en deux catégories. Les instituts de la CAS de la première catégorie sont entièrement financés par des fonds publics et ne sont censés réaliser que les tâches mandatées par l'État. En revanche, ceux de la deuxième catégorie sont autorisés à compléter le financement public partiel avec les recettes d'autres activités, et d'avoir recours à

la passation de marchés publics pour leurs projets de recherche, les transferts de technologies et l'entrepreneuriat. La réforme affectera ainsi le volume de financement stable des instituts et le niveau de rémunérations des scientifiques, ainsi que l'étendue et l'importance des projets réalisés. Il est également probable que certains instituts de la CAS soient privatisés, comme les instituts de R&D axés sur les applications pratiques depuis 1999. Par conséquent, la CAS sera amenée à réduire ses frais d'exploitation car l'État risque de ne pas toujours vouloir ou pouvoir financer une académie aussi onéreuse.

Repenser le financement public de la recherche

Une autre réforme majeure ébranle cette fois le mode de financement public de la recherche. Au cours de la dernière décennie, les dépenses du gouvernement central afférentes à la science et à la technologie ont augmenté : en 2013, elles étaient de 236 milliards de yuans (38,3 milliards de dollars É.-U.), soit 11,6 % des dépenses publiques directes, dont 167 milliards de yuans (27 milliards de dollars É.-U.) correspondaient aux dépenses de R&D du Bureau national des statistiques (2014). Au fil des ans, l'accumulation de nouveaux programmes scientifiques et technologiques, en particulier les mégaprogrammes d'ingénierie lancés dans le cadre de la mise en œuvre en 2006 du *Plan à moyen et long terme*, a entraîné la décentralisation et la fragmentation du financement et, ce faisant, de nombreux doubles emplois et une utilisation inefficace des fonds. Par exemple, avant le lancement de la nouvelle réforme, environ 30 organismes géraient le financement public concurrentiel de la R&D à l'aide de quelque 100 programmes. De surcroît, la corruption généralisée et le détournement des incitations

Encadré 23.5 : **Grandes centrales nucléaires modernes : un mégaprogramme d'ingénierie**

En 2015, la Chine comptait 23 réacteurs nucléaires opérationnels et 26 autres étaient en cours de construction. Le plus vaste programme nucléaire du pays comprend trois composantes : les réacteurs de pointe à eau pressurisée, les réacteurs à haute température spéciaux et le retraitement de combustible usé. Le gouvernement devrait investir 11,9 milliards et 3 milliards de yuans dans les deux sous-programmes ayant trait aux réacteurs nucléaires.

Le premier est mis en œuvre par la Société nationale des technologies nucléaires (SNPTC). Il vise à assimiler et à maîtriser la technologie nucléaire de troisième génération importée, qui étaiera ensuite le développement des technologies nécessaires à la construction de grands réacteurs modernes à eau pressurisée plus puissants et à la création de droits de propriété intellectuelle nationaux.

Ce programme se déroule en trois étapes. Dans un premier temps, la Westinghouse Electric Company, désormais sous l'emprise du géant japonais de l'électronique et de l'ingénierie Toshiba, aide la SNPTC à construire quatre unités de pointe à système de sûreté passive, d'une puissance installée d'environ 1 000 MW chacune (réacteur AP 1 000) ; cette initiative permet à la SNPTC de se familiariser avec la conception de base des technologies nucléaires de troisième génération. Dans un deuxième temps, toujours avec l'aide de la société Westinghouse, la SNPTC acquerra une capacité de conception normalisée de l'AP 1 000 et une capacité de construction du même modèle dans les zones côtières et à l'intérieur des terres. Dans un troisième temps, la SNPTC devrait être capable de concevoir des réacteurs nucléaires de troisième génération dotés de systèmes de sûreté passive et d'une puissance de 1 400 MW (réacteur chinois CAP 1 400) et devrait être en mesure de construire une unité de démonstration du CAP 1 400 et de réaliser des recherches préliminaires sur le CAP 1 700.

Le programme a été lancé le 15 février 2008. La construction des unités de l'AP 1 000 a débuté en 2009 à Sanmen, dans la province de Zhejiang, et à Haiyang, dans la province de Shandong. Elle a cependant été interrompue suite à la catastrophe nucléaire ayant suivi le tremblement de terre au Japon en mars 2011 (voir chapitre 24). Quatre unités de l'AP 1 000 devraient être opérationnelles fin 2016, les travaux ayant repris en octobre 2012.

La SNPTC a assuré la coordination entre les fabricants d'équipement nucléaire, les universités et les instituts de recherche nationaux, qui s'appliquent actuellement à assimiler les technologies de conception et de fabrication de l'équipement importé et à acquérir l'équipement nécessaire à la fabrication de l'AP 1 000. Plusieurs équipements essentiels ont déjà été transportés sur les sites de Sanmen et de Haiyang. En 2014, le premier réservoir à pression du réacteur pour la deuxième unité de l'AP 1 000 à Sanmen a entièrement été fabriqué en Chine.

En décembre 2009, la SNPTC et China Huaneng Group ont formé une coentreprise afin de lancer le projet de démonstration du CAP 1 400 à Shidaowan, dans la province de Shandong. La conception a été validée par le test d'évaluation nationale fin 2010 et un modèle de conception préliminaire a été achevé en 2011. En janvier 2014, l'Administration nationale de l'énergie a soumis l'examen du projet à des experts et, en septembre, l'Administration nationale de la sûreté nucléaire a approuvé l'analyse de la sûreté de conception à l'issue d'une procédure de 17 mois. L'équipement essentiel à la confection du CAP 1 400 est actuellement en cours de fabrication et le projet de démonstration y afférent, qui devrait bientôt commencer, est censé s'approprier 80 % de l'équipement nécessaire à l'îlot nucléaire. Les tests de sécurité sur les composantes clés utilisées dans l'unité du CAP 1 400 ont été réalisés. Les unités de démonstration et les unités normalisées du projet de démonstration du CAP 1 400 devraient être opérationnelles respectivement d'ici 2018 et 2019.

Par ailleurs, un projet de démonstration du réacteur à haute température HTR-20

est également en cours de réalisation. Il développera le premier réacteur de démonstration de quatrième génération au monde, inspiré du prototype de réacteur à lit de boulets HTR-10 de 100 MW mis au point par l'Université de Tsinghua.

Cette technologie nucléaire de quatrième génération, développée dans le cadre d'un projet lancé en 1995 et pleinement opérationnel depuis janvier 2003, est basée sur le modèle de réacteur à haute température allemand MODUL. Le HTR-10 est considéré comme étant le réacteur nucléaire le plus sûr, le plus efficace et potentiellement le plus économique au monde. À haute température, il génère de l'hydrogène en tant que sous-produit, et donc un combustible non polluant et bon marché pour alimenter les véhicules sur piles à combustible.

Huaneng, la Société de construction nucléaire chinoise et l'Université de Tsinghua ont formé une coentreprise pour développer la technologie expérimentale d'ingénierie et de conception du HTR et mettre au point des techniques de préparation des lots de piles à combustible très performantes. Ajourné suite à la catastrophe nucléaire de Fukushima en mars 2011, le projet a finalement été lancé fin 2012. En 2017, lorsqu'il sera opérationnel, le projet de Shidaowan aura ses deux premières unités de 250 MW, qui alimenteront une turbine à vapeur générant 200 MW.

La troisième composante de ce mégaprogramme d'ingénierie concerne la construction d'un vaste projet de démonstration du retraitement du combustible usé à des fins commerciales pour mettre en place un cycle complet de traitement du combustible.

Source : www.nmp.gov.cn.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

affaiblissaient le dynamisme de la recherche en Chine (Cyranoski, 2014b). Un changement semblait inévitable.

Une nouvelle fois, la réforme résulte de la pression exercée par le pouvoir politique. À l'origine, les mesures proposées par le Ministère de la science et de la technologie et le Ministère des finances n'ont entraîné que des ajustements minimes du système existant. Elles prévoyaient le maintien et l'interconnexion de l'ensemble des grands programmes, ainsi que l'intégration des plus petits, de nouvelles procédures d'appui à la recherche, ainsi que d'autres dispositions visant à éviter les doublons et à renforcer la coordination interministérielle. Le Groupe central dirigeant chargé de l'économie et des finances a rejeté plusieurs ébauches de réforme. Ce n'est qu'après sa contribution fondamentale à la formulation de la réforme que celle-ci a été approuvée par le Groupe central dirigeant chargé de l'approfondissement complet des réformes, le bureau politique du Comité central du PCC et le Conseil d'État. La réforme réorganise les programmes nationaux de R&D en cinq catégories :

- La recherche fondamentale par l'intermédiaire de la Fondation nationale des sciences naturelles, qui octroie actuellement de nombreuses subventions modestes par voie de concours ;
- Les principaux programmes scientifiques et technologiques nationaux, qui correspondent vraisemblablement aux mégaprogrammes scientifiques et d'ingénierie définis dans le *Plan à moyen et long terme* à l'horizon 2020 ;
- Les principaux programmes nationaux de développement et de recherche, qui succèdent sans doute à deux programmes d'État, l'un consacré à la R&D en matière de hautes technologies, également dénommé Programme 863, et l'autre au développement et à la recherche fondamentale, ou Programme 973⁵ ;
- Un fonds spécial pour soutenir l'innovation technologique ;
- Des programmes spéciaux visant à développer les infrastructures et les ressources humaines (Cyranoski, 2014b).

Ces cinq catégories absorbent environ 100 milliards de yuans (16,36 milliards de dollars É.-U.), soit 60 % du financement public central de la recherche en 2013, qui seront gérés par des organisations professionnelles spécialisées dans la gestion de la recherche d'ici 2017. Le Ministère de la science et de la technologie, qui a financé la R&D à hauteur de 22 milliards de yuans (3,6 milliards de dollars É.-U.) en 2013, cèdera progressivement son rôle de gestionnaire du financement des programmes relevant de sa compétence, en particulier les programmes 863 et 973 (figure 23.8). D'autres ministères chargés d'un portefeuille scientifique et technologique renonceront également à leurs prérogatives en matière de répartition du financement de la recherche publique. Le Ministère de la science et de la technologie sortira ainsi intact de la réforme et ne sera pas dissous comme cela était envisagé depuis un certain temps, et aura pour responsabilité de formuler des politiques et de surveiller l'utilisation des

fonds. Parallèlement à la réforme, le ministère est en pleine restructuration pour réorganiser les départements pertinents. Il a ainsi fusionné le Bureau du développement et de la planification et le Bureau du financement et des conditions de la recherche scientifique pour créer le Bureau de la gestion et de l'affectation des ressources et renforcer le suivi opérationnel du futur mécanisme de conférence interministériel. Les responsables de bureau ont également été redistribués au sein du ministère.

Le mécanisme de conférence interministérielle est dirigé par le Ministère de la science et de la technologie avec l'appui, entre autres, du Ministère des finances et de la Commission nationale de développement et de réforme (NDRC). La conférence interministérielle est responsable de la planification et de l'examen des stratégies relatives au développement scientifique et technologique, de la définition des missions et des lignes directrices des programmes nationaux en la matière, et de la supervision des organisations professionnelles chargées de la gestion de la recherche qui seront créées pour examiner et approuver le financement des programmes scientifiques et technologiques. Elle bénéficiera du soutien d'un comité chargé de fournir des conseils stratégiques et de réaliser des examens exhaustifs, qui sera créé par le Ministère de la science et de la technologie et qui comprendra des experts de premier plan issus de la communauté scientifique et industrielle et de différents secteurs économiques.

Au niveau opérationnel, des organisations chargées de la gestion de la recherche professionnelle seront mises en place. Elles assureront la présentation, l'estimation, la gestion et l'évaluation de projets à l'aide d'une « plateforme unifiée » ou d'un système national de gestion des informations scientifiques et technologiques. Le Ministère de la science et de la technologie et le Ministère des finances examineront et superviseront l'évaluation des performances du financement des programmes scientifiques et technologiques nationaux, et évalueront les performances du comité consultatif chargé de l'examen exhaustif et des organisations professionnelles responsables de la gestion de la recherche. Les procédures propres aux programmes et aux projets seront ajustées en fonction des processus dynamiques de suivi et d'évaluation. La « plateforme unifiée » recueillera et distribuera en outre des informations sur les programmes scientifiques et technologiques nationaux, dont les budgets, les effectifs, les progrès, les résultats, les estimations et les évaluations, rendant ainsi public l'ensemble du processus.

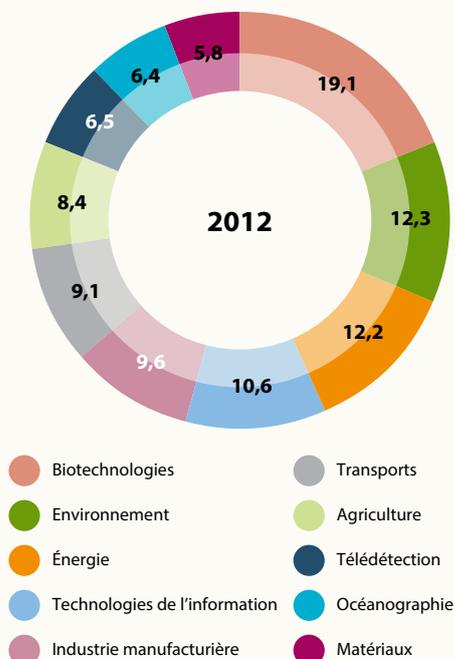
À l'heure actuelle, on ne connaît pas encore quelles seront les modalités de création et de fonctionnement des organisations professionnelles chargées de la gestion de la recherche. Une option envisagée consiste à transformer les organisations existantes qui réalisent des fonctions semblables, y compris celles placées sous la tutelle du Ministère de la science et de la technologie et d'autres ministères. Il s'agira alors de déterminer comment éviter de « faire du neuf avec du vieux » sans changer en profondeur le mode de financement public des programmes nationaux scientifiques et technologiques. L'idée des organisations professionnelles de gestion de la recherche est inspirée du modèle britannique ; au Royaume-Uni, les fonds publics destinés à la recherche sont répartis entre

5. De plus amples détails sur ces programmes sont disponibles dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

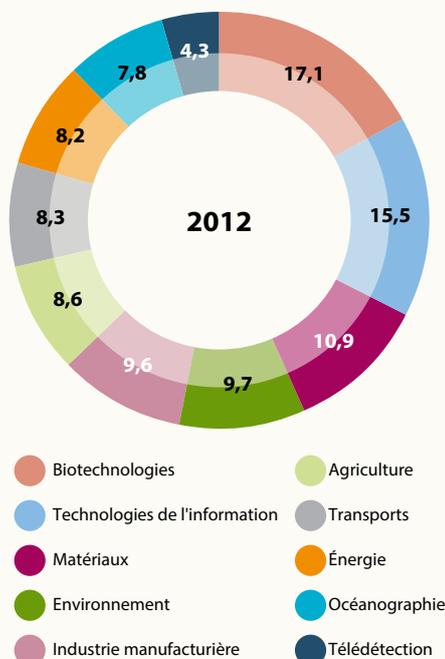
Figure 23.8 : **Priorités des programmes nationaux de recherche chinois, 2012**

PRIORITÉS DU PROGRAMME NATIONAL CHINOIS POUR LA R&D EN MATIÈRE DE HAUTE TECHNOLOGIE (PROGRAMME 863)

Répartition des nouveaux projets par domaine (%)

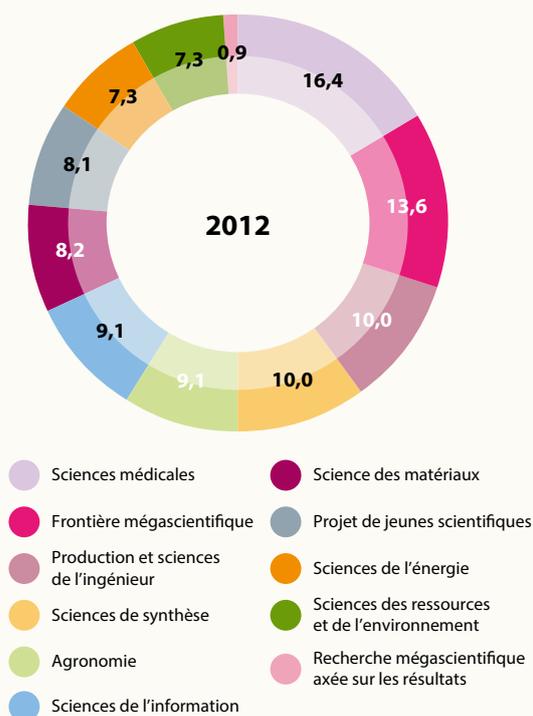


Répartition du budget pour les nouveaux projets par domaine (%)

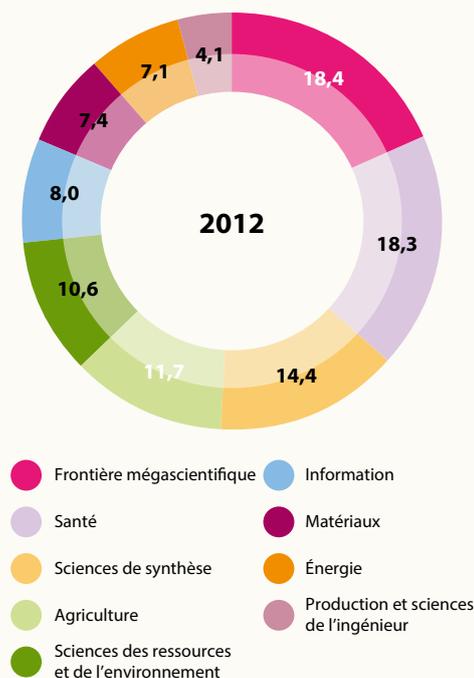


PRIORITÉS DU PROGRAMME NATIONAL CHINOIS POUR LA R&D FONDAMENTALE (PROGRAMME 973)

Répartition des nouveaux projets par domaine (%)



Répartition du budget par domaine (%)



Source : Bureau de la planification du Ministère des sciences et des technologies (2013) *Annual Report of the National Programmes of Science and Technology Development*.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

sept conseils de la recherche : arts et sciences humaines, biotechnologie et biologie, ingénierie et physique, sciences sociales et économiques, sciences médicales, environnement naturel et science et technologie. La question est désormais de savoir comment intégrer les programmes existants aux différents ministères conformément à la logique de la recherche scientifique sans les assigner de manière arbitraire aux organisations professionnelles de gestion de la recherche. Par ailleurs, il n'est pas improbable que certains ministères rechignent à abandonner leurs prérogatives en matière de contrôle du financement.

Un plan d'action pour la protection de l'environnement

La Chine, l'Inde et d'autres économies émergentes invoquent depuis longtemps le principe de « responsabilités communes mais différenciées » pour lutter contre le changement climatique. Cependant, en tant que premier émetteur mondial de gaz à effet de serre (GES), la Chine est la plus susceptible de souffrir des effets néfastes du changement climatique, en particulier au niveau de l'agriculture, des forêts, des écosystèmes naturels, des ressources hydriques (encadré 23.4) et des zones côtières. L'irréversibilité du changement climatique, les émissions de GES et l'augmentation des températures peuvent entraîner des dégâts environnementaux et freiner, d'une part, l'essor de la Chine en tant que grande puissance mondiale et, d'autre part, son ascension vers la modernité. De fait, le pays fait face au défi qui consiste à trouver un équilibre entre ses multiples objectifs de développement (industrialisation, urbanisation, emploi, exportations et développement durable) tout en doublant son PIB d'ici 2020. La réduction des émissions de GES et l'assainissement de l'environnement sont susceptibles d'être approuvés par la classe moyenne émergente, ce qui l'incitera à soutenir le pouvoir politique, un appui dont ce dernier aura besoin pour maintenir la légitimité du Parti communiste chinois et surmonter d'autres problèmes à l'échelle nationale.

Ces préoccupations ont amené le gouvernement à élaborer des politiques relatives à la conservation de l'énergie et à la réduction des émissions de GES. En 2007, la NDRC a rendu public le Programme national de lutte contre le changement climatique, qui prévoit de baisser de 20 % par rapport au niveau de 2005 la consommation énergétique par unité de PIB d'ici 2020 afin de diminuer les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) de la Chine. Deux ans plus tard, les autorités ont franchi un nouveau pas en fixant l'objectif de réduire de 40 à 45 % par rapport au niveau de 2005 les émissions de CO₂ par unité de PIB d'ici 2020. La réduction de la consommation énergétique est devenue un objectif contraignant dans le cadre du *Onzième plan quinquennal* (2006-2010). Le *Douzième plan quinquennal* (2011-2015) prévoit de baisser de 16 % la consommation énergétique par unité de PIB et de 17 % les émissions de CO₂ d'ici 2015. La Chine n'a cependant pas atteint l'objectif énergétique qu'elle s'était fixé dans le *Onzième plan quinquennal* ; de même, pendant les trois premières années de mise en œuvre du *Douzième plan quinquennal*, le calendrier de réalisation des objectifs n'a pas été respecté en dépit de la très forte pression exercée par le pouvoir central sur les fonctionnaires locaux.

Le 19 septembre 2014, le Conseil d'État chinois a présenté son *Plan d'action stratégique pour le développement énergétique (2014-2020)* qui vise une production et une consommation énergétiques innovantes, écologiques, autonomes et efficaces. Outre une consommation annuelle d'énergie primaire plafonnant à 4,8 milliards de tonnes d'équivalent charbon jusqu'en 2020, le plan comprend un grand nombre d'objectifs liés à l'établissement d'une structure énergétique moderne, dont :

- Réduire de 40 à 50 % les émissions de CO₂ par unité de PIB par rapport au niveau de 2005 ;
- Augmenter de 9,8 % (2013) à 15 % la part des combustibles non fossiles dans le bouquet énergétique primaire ;
- Plafonner à environ 4,2 milliards de tonnes la consommation annuelle de charbon ;
- Diminuer de 66 % (2015) à moins de 62 % la part du charbon dans le bouquet énergétique national ;
- Porter à plus de 10 % la part du gaz naturel ;
- Produire 30 milliards de m³ de gaz de schiste et de méthane de houille ;
- Se doter d'une puissance nucléaire installée de 58 gigawatts (GW) et construire des installations d'une capacité de plus de 30 GW ;
- Augmenter la capacité d'énergie hydraulique, éolienne et solaire à, respectivement, 350 GW, 200 GW et 100 GW ;
- Promouvoir une autonomie énergétique d'environ 85 %.

La Chine a utilisé 3,6 milliards de tonnes de charbon en 2013 et compte limiter sa consommation à approximativement 4,2 milliards de tonnes d'ici 2020, soit une augmentation d'environ seulement 17 %. En vertu du plafond fixé, la consommation annuelle de charbon ne peut augmenter que de 3,5 % ou moins entre 2013 et 2020. Pour compenser la baisse de la consommation de charbon, la Chine compte augmenter sa production d'énergie nucléaire en construisant de nouvelles centrales (encadré 23.5), et développer les énergies hydraulique, éolienne et solaire (Tiezzi, 2014).

La volonté de diversification du bouquet énergétique peut s'expliquer de différentes façons. Outre les aspects liés à l'environnement, la Chine souhaite réduire sa dépendance à l'égard des fournisseurs d'énergie étrangers. À l'heure actuelle, elle importe près de 60 % de son pétrole et plus de 30 % de son gaz naturel. Si la production nationale doit assurer 85 % de la consommation totale d'énergie d'ici 2020, le pays aura besoin d'accroître sa production de gaz naturel, de gaz de schiste et de méthane de houille. Le nouveau plan d'action énergétique mise sur le forage en eaux profondes, ainsi que sur le développement de l'extraction sous-marine de pétrole et de gaz, de manière indépendante et en collaboration avec d'autres pays (Tiezzi, 2014).

Une semaine avant l'annonce du nouveau plan d'action énergétique, le Président Xi Jinping a conclu un accord de lutte

contre le changement climatique avec le Président des États-Unis, Barack Obama, en vertu duquel la Chine s'engage à élever à 20 % la part des sources d'énergie non fossiles dans son bouquet énergétique d'ici 2030. Elle a également accepté de réduire puis d'empêcher l'augmentation de ses émissions de GES d'ici 2030 ; pour leur part, les États-Unis ont promis de baisser de 28 % par rapport au niveau de 2005 leurs émissions de GES d'ici 2025. Les deux présidents ont convenu de coopérer dans les domaines de l'énergie propre et de la protection de l'environnement. Si la Chine et les États-Unis s'étaient mutuellement accusés d'être responsables de l'échec du Sommet de Copenhague sur le changement climatique (2009) et d'avoir empêché la conclusion d'un accord sur les objectifs de réduction des émissions, l'espoir est désormais de mise et il est possible que les négociations débouchent sur un accord à l'occasion de la Conférence sur le climat qui se tiendra à Paris fin 2015.

Autre événement positif, le Comité permanent du Congrès national du peuple, l'organe législatif chinois, a approuvé le 24 avril 2014 un *Amendement à la loi sur la protection de l'environnement*, qui marque l'aboutissement de la procédure de révision de ladite loi, qui a duré trois ans. La nouvelle législation, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2015, prévoit l'alignement du développement socioéconomique sur la protection de l'environnement et, pour la première fois, définit clairement les normes de construction d'une civilisation écologique. Considérée comme la loi de protection de l'environnement la plus stricte de l'histoire du pays, elle prévoit un durcissement des sanctions en cas d'infraction et comprend des articles et des dispositions spécifiques à la réduction de la pollution, la sensibilisation de l'opinion publique et la protection des lanceurs d'alerte. Elle accroît également la responsabilité et la redevabilité des autorités et des forces de l'ordre locales en matière de protection de l'environnement, élève les normes y afférentes applicables aux entreprises et prévoit, entre autres, des sanctions plus dures pour les infractions liées à la manipulation et la falsification de données, au déversement illicite de substances polluantes, au fonctionnement irrégulier des installations de contrôle et de prévention de la pollution et à la non-soumission aux mesures de contrôle (Zhang et Cao, 2015).

CONCLUSION

La réalisation du « rêve chinois » nécessitera des concessions

Le nouveau pouvoir politique a placé la STI au cœur de la réforme du système économique, l'innovation pouvant contribuer non seulement à restructurer et à transformer l'économie mais également à résoudre d'autres problèmes, allant du développement inclusif, harmonieux et respectueux de l'environnement au vieillissement de la société et au « piège du revenu intermédiaire ». Les prochaines années sont essentielles pour l'intensification de la réforme, y compris celle du système scientifique et technologique, à l'horizon 2020. Comme nous l'avons indiqué, de nouvelles initiatives ont été lancées pour réformer l'Académie chinoise des sciences et les programmes nationaux scientifiques et technologiques financés par le pouvoir central et ainsi accroître les chances de la Chine de devenir un pays moderne et axé sur l'innovation d'ici 2020.

Si la réforme est nécessaire, il est encore trop tôt pour savoir si elle mènera Beijing dans la bonne direction et, le cas échéant, si elle l'aidera à réaliser rapidement son ambition de devenir une référence en matière d'innovation. Les sujets de préoccupation concernent en particulier la mesure dans laquelle la réforme reflète une « conception de haut niveau » au détriment des consultations auprès des parties prenantes et de l'opinion publique, ainsi que l'intégration des initiatives ascendantes qui se sont avérées essentielles pour la formulation et la mise en œuvre de la politique scientifique et technologique dans le cadre de la réforme précédente et de la politique d'ouverture. Il est également nécessaire d'évaluer soigneusement la validité du concept de « système national unique » dans le cadre de la mondialisation ; il a étayé le développement économique et technologique de la Chine pendant la réforme et la politique d'ouverture et lui a en outre apporté d'importants avantages.

Comme nous l'avons indiqué, le niveau de dépendance des entreprises chinoises à l'égard des technologies de base étrangères soulève quelques inquiétudes. Pour y remédier, le pouvoir politique actuel a chargé un groupe d'experts placé sous la tutelle du Vice-Premier Ministre Ma Kai d'identifier les « leaders » industriels capables de nouer des partenariats stratégiques avec des multinationales étrangères. C'est ainsi qu'en septembre 2014, Intel a acheté 20 % des parts de Tsinghua Unigroup, une entreprise publique dépendant de l'une des universités les plus prestigieuses du pays. Au moment de la rédaction du présent rapport (juillet 2015), le *Wall Street Journal* venait de révéler que Tsinghua Unigroup avait présenté une offre de rachat du fabricant américain de semi-conducteurs Micron pour 20,8 milliards d'euros. Si cette offre aboutit, elle représentera le plus important rachat d'une société étrangère par une entreprise chinoise depuis 2012, lorsque la compagnie nationale China National Offshore Oil Corporation a fait l'acquisition de la société pétrolière et gazière canadienne Nexen Inc. pour 15 milliards de dollars des États-Unis.

Le transfert de connaissances est clairement intégré dans les investissements directs étrangers en Chine et les efforts des rapatriés, qui jouent désormais un rôle crucial dans la technologie et l'innovation nationales. Si le pouvoir politique est toujours favorable à la mondialisation, les cas récents de corruption et de mesures antimonopoles ciblant des multinationales installées en Chine, les restrictions de l'accès aux informations et la rhétorique antioccidentale en vogue risquent d'entraîner un exode des capitaux et des talents.

La bonne santé du système scientifique et technologique chinois et, de fait, de l'économie dans son ensemble, peuvent souffrir de l'instabilité nationale et des chocs externes imprévus. À compter de 1978 et pendant plus de trente ans, la réforme et la politique d'ouverture ont fourni aux scientifiques et aux ingénieurs un environnement de travail propice et fondamentalement stable qui favorisait la satisfaction et l'avancement professionnels. La science et la technologie chinoises ont progressé à grands pas dans un contexte moins politisé, interventionniste et perturbé qu'aujourd'hui. La communauté scientifique chinoise est consciente que son environnement professionnel doit stimuler la créativité et le brassage d'idées afin d'être en mesure de contribuer efficacement à la réalisation du « rêve chinois » caressé par le pouvoir politique.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA CHINE

- Atteindre un ratio DIRD/PIB de 2,50 % d'ici 2020 ;
- Augmenter à plus de 60 % la contribution des progrès technologiques à la croissance économique d'ici 2020 ;
- Réduire à un maximum de 30 % la dépendance de la Chine à l'égard des importations de technologies d'ici 2020 ;
- Devenir, d'ici 2020, l'un des cinq premiers pays au monde en nombre de brevets d'invention délivrés à ses citoyens et faire en sorte que les articles scientifiques rédigés par des Chinois figurent parmi les plus cités au monde ;
- Réduire de 40 à 50 % les émissions de CO₂ (par unité de PIB) par rapport au niveau de 2005 d'ici 2020 ;
- Accroître de 9,8 % (2013) à 15 % (2020) la part des combustibles non fossiles dans le bouquet énergétique primaire ;
- Limiter la consommation annuelle de charbon à environ 4,2 milliards de tonnes d'ici 2020 (3,6 milliards de tonnes en 2013) et réduire de 66 % (2015) à moins de 62 % la part du charbon dans le bouquet énergétique national d'ici 2020 ;
- Augmenter à plus de 10 % la part du gaz naturel d'ici 2020 ;
- Produire 30 milliards de m³ de gaz de schiste et de méthane de houille d'ici 2020 ;
- Se doter d'une puissance nucléaire installée de 58 GW et construire des installations d'une capacité de plus de 30 GW d'ici 2020 ;
- Accroître la capacité des énergies hydraulique, éolienne et solaire à, respectivement, 350 GW, 200 GW et 100 GW d'ici 2020 ;
- Porter à environ 85 % l'autonomie énergétique.

RÉFÉRENCES

- Bureau national de la statistique (2014) *China Statistical Yearbook 2014*. China Statistics Press. Main Items of Public Expenditure of Central and Local Governments.
- Cao, C., Li, N., Li, X. et Liu, L. (2013) Reforming China's S&T system. *Science*, n° 341 : p. 460-462.
- Cao, C., Suttmeier, R. P. et Simon, D. F. (2006) China's 15-year science and technology Plan. *Physics Today*, 59 (12) : p. 38-43.
- Cyranoski, D. (2014a) Chinese science gets mass transformation. *Nature*, n° 513 : p. 468-469.
- Cyranoski, D. (2014b) Fundamental overhaul of China's competitive funding. *Nature*, 24 octobre. Voir <http://blogs.nature.com>
- Ghafele, R. et Gibert, B. (2012) *Promoting Intellectual Property Monetization in Developing Countries: a Review of Issues and Strategies to Support Knowledge-Driven Growth*. Document de travail de recherche sur les politiques no 6143. Département sur les politiques économiques et la dette, Réseau pour la lutte contre la pauvreté et pour la gestion économique, Banque mondiale.
- Gough, N. (2015) Default signals growing maturity of China's corporate bond market. *New York Times*, 7 mars.
- Liu, F.-C., Simon, D. F., Sun, Y.-T. et Cao, C. (2011) China's innovation policies: evolution, institutional structure and trajectory. *Research Policy*, 40 (7) : p. 917-931.
- Lozano, R. et al. (2012) Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The Lancet*, n° 380 : p. 2095-2128.
- OCDE (2014) *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*. Novembre. Organisation de coopération et de développement économiques : Paris.
- Simon, D. F. (2010) China's new S&T reforms and their implications for innovative performance. Audition devant la Commission États-Unis/Chine pour l'examen des questions économiques et sécuritaires, 10 mai 2010 : Washington, D.C. Voir www.uscc.gov/sites/default/files/5.10.12Simon.pdf.
- Suttmeier, R. P. (2007) Engineers rule, OK?. *New Scientist*, 10 novembre, p. 71-73.
- Suttmeier, R. P., Cao, C. et Simon, D. F. (2006a) 'Knowledge innovation' and the Chinese Academy of Sciences. *Science*, n° 312, 7 avril : p. 58-59.
- Suttmeier, R. P., Cao, C. et Simon, D. F. (2006b) China's innovation challenge and the remaking of the Chinese Academy of Sciences. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 1 (3) : p. 78-97.
- Tiezzi, S. (2014) In new plan, China Eyes 2020 energy cap. *The Diplomat*. Voir <http://thediplomat.com>.
- UNESCO (2012) All for one and one for all: genetic solidarity in the making. *A World of Science*, 10 (4). Octobre.
- Van Noorden, R. (2014) China tops Europe in R&D intensity?. *Nature*, no 505, 14 janvier : p. 144-145.

Yoon, J. (2007) The technocratic trend and its implication in China. Document présenté lors d'une conférence des étudiants diplômés sur le thème de la science et la technologie dans la société, 31 mars-1 avril, Washington. D.C.

Zhang, B. et Cao, C. (2015) Four gaps in China's new environmental law. *Nature*, n° 517 : p. 433-434.

Cong Cao, né en 1959 en Chine, est professeur et directeur du Centre d'études sur la Chine contemporaine, sur le campus chinois de l'Université de Nottingham à Ningbo. Il a travaillé comme professeur associé et maître de conférences au sein de l'antenne britannique de ce même Centre jusqu'en septembre 2015. Il a également enseigné à l'Université de l'Oregon et à l'Université d'État de New York (États-Unis) ainsi qu'à l'Université nationale de Singapour. Le Professeur Cao est titulaire d'un doctorat en sociologie de l'Université Columbia (États-Unis).

REMERCIEMENTS

L'auteur souhaite remercier M. Richard P. Suttmeier pour ses observations lors de la rédaction du présent chapitre, ainsi que M. Yutao Sun pour ses précisions concernant certaines données statistiques.